Este documento contém inúmeras informações sobre o funcionamento de equipamentos e softwares de áudio e música. Se você não encontrar aqui a informação que deseja.

Artigos - Áudio, Estúdios

Acústica - noções básicas para estúdios
Amplificadores - definições
Aterramento - aterramento, ruído e segurança
Áudio - parâmetros básicos
Áudio digital - princípios básicos
Áudio digital - tendências do mercado
Áudio na Internet - MID, WAV, RA, MP3...
Áudio no PC - fundamentos
Cabos - informações práticas
Conexões de áudio - conexões balanceadas e não-balanceadas
Conexões de áudio - tipos de plugs
CD-R (CD-Recordable) - fundamentos
Decibel (dB) - níveis de intensidade sonora
Direct box (DI) - fundamentos
Masterização - fundamentos
Mesas de mixagem - estrutura básica
Mesas de mixagem - mixing bus - barramentos
Microfones - fundamentos
Microfones - noções básicas e aplicações (4 artigos)
Monitores amplificados - fundamentos
Montando seu estúdio digital - configuração ideal e exemplos de conexões
Processamento de áudio - introdução
Processamento de áudio - processamento em 32 bits c/ ponto-flutuante
Processadores de efeitos - fundamentos
S/PDIF - fundamentos

Artigos - Informática Musical

64 bits - monte seu computador
Adaptador MIDI p/ Sound Blaster - diagrama e montagem
ASIO - definição
CobraNet - redes de áudio
Computer Music - definição
Dicas - recomendações úteis para micreiros musicais
Discos rígidos - SCSI x IDE
Drivers - fundamentos

DXi - sintetizadores virtuais (software synths)
Firewire - definição
Gravação de áudio no PC - fundamentos
Hyper Threading - multi-processamento
Interface MIDI - portas de entrada e saída (Parte I)
Interface MIDI - portas de entrada e saída (Parte II)
Integração de MIDI e áudio no PC - fundamentos
Intel Dual Core - processadores com núcelo duplo
Interrupções IRQ - conflitos e soluções
Latência - áudio digital no Windows
Memória SIMM - definição
mLAN - rede local para música e áudio - fundamentos
mLAN - rede local para música e áudio - detalhes
SCSI - definição
Seqüenciadores - algumas dicas e técnicas
Seqüenciadores - canais de MIDI
Seqüenciadores - criando/alterando a dinâmica das notas
Seqüenciadores - quantização
Seqüenciadores - selecionando os bancos de timbres (bank select)
Seqüenciadores - selecionando os timbres do sintetizador (program change)
Seqüenciadores - trilhas e portas MIDI
Sincronização - conceitos sobre SMPTE
Sincronização - conceitos sobre FSK
USB - definição
WDM - Windows Driver Model
Windows e MIDI - detalhes e configurações
Windows e MIDI - entendendo o que são drivers
x64 - benefícios em sistemas de áudio
Zip drive - definição

Artigos - Instrumentos Musicais

Escalas musicais - conceitos matemáticos
Fontes de alimentação - informações práticas
Instrumentos e tecnologia digital - uma visão histórica
Regiões do piano e outros instrumentos - fundamentos
Síntese por Modelagem Física - fundamentos (I)
Síntese por Modelagem Física - fundamentos (II)
Sintetizadores - expressividade e key velocity
Sintetizadores - filtro
Sintetizadores - tecnologia dos instrumentos eletrônicos (10 artigos)

Teclados de arranjo automático - uma visão prática

Artigos - MIDI

Conexão MIDI - exemplos de conexões
Cabo MIDI - detalhes construtivos
Canais de MIDI - fundamentos
Compressão de dinâmica - criando compressão de volume via MIDI
Control Change (CC) - fundamentos
Control Change 0 - Bank Select - detalhes técnicos
Control Change 1 - Modulation - detalhes técnicos
Control Change 2 - Breath Controller - detalhes técnicos
Control Change 4 - Foot Controller - detalhes técnicos
Control Change 5 - Portamento Time - detalhes técnicos
Control Change 6 - Data Entry MSB - detalhes técnicos
Control Change 7 - Volume - detalhes técnicos
Control Change 8 - Balance - detalhes técnicos
Control Change 10 - Pan - detalhes técnicos
Control Change 11 - Expression - detalhes técnicos
Control Change 64 - Sustain - detalhes técnicos
Control Change 65 - Portamento On/Off - detalhes técnicos
Control Change 68 - Legato On/Off - detalhes técnicos
Control Change 98 e 99 (RPN / NRPN) - detalhes técnicos
Conectando o instrumento ao computador - adpatador MIDI para placa de som
Copiando sequências - transferindo seqüências via MIDI
MIDI: duas décadas de (r)evolução - aborda a história e tendências
MIDI e Copyright - registro de músicas em arquivos MIDI
MIDI Specification 1.0 - descritivo técnico em português
MIDI - um padrão em constante evolução - aborda XMIDI, DLS, NIFF
Remapeamento de Program Change - como acessar todos os timbres de um instrumento
SysEx - transferindo dados de um equipamento para outro

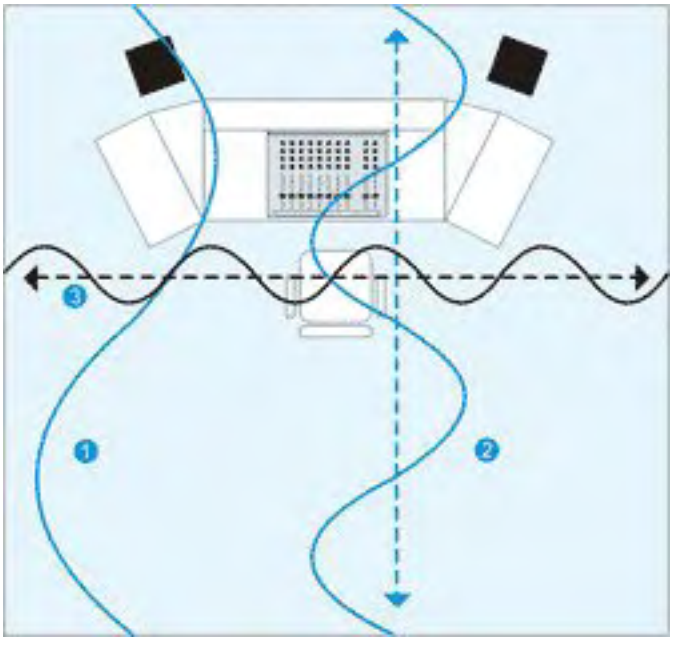
Noções básicas de acústica para estúdios

É muito comum uma pessoa querer transformar em estúdio uma sala ou quarto de sua casa, e achar que para isso basta forrar as paredes com carpete, cortiça ou até mesmo caixa de ovo. Infelizmente, nem todos compreendem que as soluções acústicas podem até ser simples, mas é preciso entender os fenômenos para buscar as maneiras mais adequadas de resolver os problemas.

O objetivo deste texto é apresentar conceitos básicos e mostrar algumas formas de se melhorar a acústica de um estúdio. Para questões mais complexas, recomendamos consultar profissionais qualificados.

Dimensões do estúdio

Um aspecto muito importante diz respeito às dimensões físicas do recinto. Geralmente existem freqüências do espectro de áudio que podem produzir "ondas estacionárias" no ambiente, quando os comprimentos das ondas sonoras coincidem com as distâncias entre paredes, teto e chão. A primeira solução para evitar esse fenômeno indesejável é projetar o estúdio com dimensões que dificultem o aparecimento das ondas estacionárias (alguns projetistas preferem até criar estúdios com paredes e tetos não paralelos).



Deve-se evitar recintos com distâncias iguais (ou múltiplas) entre paredes e entre piso e teto, uma vez que isso facilita a ocorrência de ondas estacionárias. Além disso, a maior dimensão (digamos, o comprimento do estúdio) não deve ser mais de quatro vezes maior do que a menor dimensão (digamos, a altura do teto). Por outro lado, um recinto muito pequeno poderá tornar difícil o tratamento acústico para corrigir as "colorações" criadas no som pelas diversas reflexões. Salas maiores em geral são mais fáceis de ser tratadas acusticamente.

É recomendável fazer uma análise do provável comportamento acústico do recinto, baseado nas distâncias entre paredes e altura do teto. A

partir das conclusões dessa análise, pode-se saber se as dimensões são críticas ou viáveis. Se são críticas, devem ser redefinidas. E como nem sempre é possível determinar as dimensões do recinto mudando as paredes de lugar, muitas vezes a solução é construir uma nova parede à frente da original, ou rebaixar o teto. Se as dimensões do recinto são viáveis, é necessário então avaliar quais materiais deverão ser usados - e de que maneira - para que se possa eliminar as imperfeições acústicas que possivelmente ainda poderão ocorrer.

Para saber o comportamento acústico de um recinto retangular, sugerimos usar a planilha de análise disponível na seção Download do site da revista .

Ainda na fase de escolha da concepção do estúdio, também é importante pensar previamente nas instalações elétricas e, principalmente, na instalação do sistema de ar condicionado. Se for necessário construir paredes ou tetos extras, verifique atentamente as possíveis interferências com eletrodutos (para iluminação e alimentação de energia) e dutos de ar condicionado. Certifique-se de que as alterações de paredes e teto para a solução acústica não gera problemas em outras áreas. Lembre-se sempre de que é melhor perder um pouco de tempo antes de fazer do que ter que refazer!

Isolamento acústico

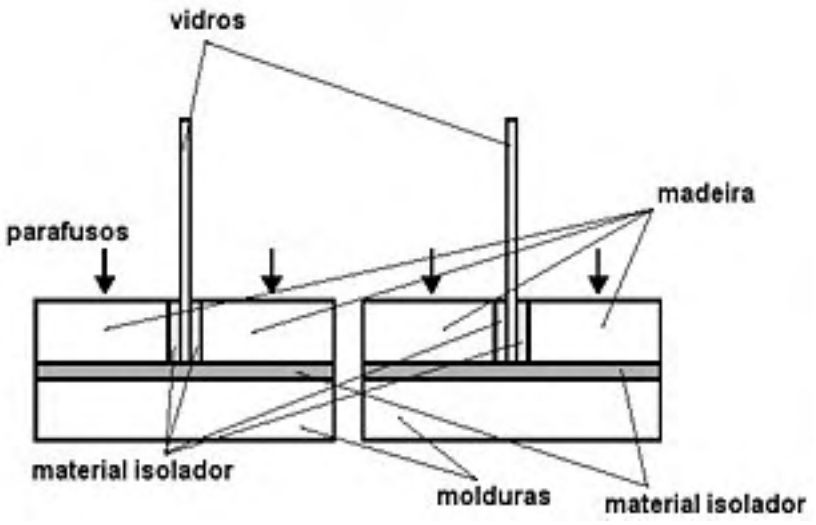
Cada tipo de material possui uma característica própria, no que se refere a isolamento acústico, dependente da sua densidade e também de sua espessura. O parâmetro chamado de **classe de transmissão sonora (STC)** é um valor numérico de classificação que mostra a redução da transferência do som através de um determinado material, ou combinação de materiais. Essa classificação geralmente se aplica a materiais duros, como tijolo, concreto, massa de parede, etc. É verdade que qualquer material bloqueia uma porção da transmissão do som, mas efetivamente, os materiais de alta densidade são melhores nesse aspecto do que os materiais leves. A solução mais comum para reduzir a transferência do som de um ambiente para outro é o uso de parede dupla, com um espaço entre elas, que pode ter apenas ar ou um material absorvedor (ex: lã-de-vidro). Quanto maior for o coeficiente, melhor será o isolamento. A tabela abaixo mostra alguns exemplos de materiais.

MATERIAL DA PAREDE	STC
parede dupla de gesso 16mm c/ miolo de 10cm de lã-de-vidro	38
parede dupla de gesso 32mm c/ miolo de 10cm de lã-de-vidro	43
parede de tijolos de concreto com furos cheios de areia	53

Não se esqueça de que o isolamento deve ser eficaz nos dois sentidos, isto é, não deve permitir a passagem do ruído ambiente (tráfego, etc) para dentro do estúdio, bem como evitar que o som do estúdio seja ouvido no exterior. Em alguns casos, é fácil isolar o som externo, mas nem tão fácil evitar que o som produzido no estúdio incomode os vizinhos!

Infelizmente, a maioria das paredes de construções comuns não possui densidade e espessura suficientes para barrar efetivamente o som (tanto de dentro para fora quanto de fora para dentro). Além disso, geralmente os cômodos de casas ou imóveis comerciais possuem janelas e portas sem qualquer tratamento especial, através das quais o som pode passar com facilidade.

No caso de janelas voltadas para o exterior, a melhor solução é eliminá-las definitivamente, fechando-as com alvenaria. Caso isso não seja possível, então é necessário transformá-las em janelas especiais, com vidros mais espessos (preferencialmente duplos) e vedações eficientes. Tenha sempre em mente de que a janela poderá sempre ser um ponto fraco no isolamento acústico, além de ser uma fonte potencial de infiltração de água de chuva, por exemplo. No caso de estúdios de gravação, que precisam de uma janela interna entre a sala técnica e a sala de gravação, esta deverá possuir vidro duplo, montados de tal forma que não haja contato direto entre a estrutura de fixação de cada um (veja figura).



Revestir simplesmente as paredes com carpete ou outro material comum não trará qualquer resultado prático, pois o som precisa de "massa" para ser bloqueado. Dessa forma, ainda que eventualmente possa melhorar a acústica interna, diminuindo reflexões, a camada fina do carpete não oferecerá qualquer resistência à transmissão do som.

No caso de paredes já existentes, uma solução é criar uma outra "parede" de gesso, afastada alguns centímetros da parede original. O espaço entre a parede original e a nova parede pode ser preenchido com material absorvedor, como lã-de-vidro, por exemplo. É importante atentar para os detalhes de fixação das placas de gesso, para que não haja um contato direto entre as paredes que permita a transferência mecânica do som de uma a outra. Também é preciso eliminar todas as fendas e quaisquer tipos de frestas, através das quais o som poderá vazar.

O teto e o piso originais do recinto também deverão ser avaliados dentro do mesmo objetivo de criar barreiras para a transferência do som. O mesmo princípio da parede dupla pode ser aplicado ao teto, devidamente adequado às condições físicas (estrutura suspensa). Uma atenção maior deverá ser dada quanto à vedação de frestas e furos, uma vez que o teto rebaixado geralmente é usado para a instalação de luminárias, passagem de cabos e dutos de ar condicionado.

O piso pode ser uma parte crítica, pois é nele que ocorrem os maiores níveis de ruído de impacto, sobretudo no caso de bateria e percussão (pedal de bumbo, tambores colocados no chão, etc). Colocar um tapete grosso não resolve esse tipo de problema, embora

possa atenuar o barulho de passos, por exemplo. Assim como no caso das paredes e do teto, a solução mais indicada é criar um piso acima do original, e isolado deste por meio de algum tipo de suspensão (blocos de borracha, por exemplo).

Além da preocupação com o isolamento do ruído ambiente externo, é preciso avaliar também o ruído que será produzido pelo sistema de ar condicionado a ser instalado no estúdio. Além do barulho junto à máquina, deve-se levar em conta ainda a possível transferência desse ruído através do duto de ar e também por transmissão mecânica, pela vibração da estrutura dos dutos e contato desta com as paredes e teto do estúdio. Uma das soluções para reduzir o barulho vindo por dentro do duto de ar é revesti-lo internamento com material absorvedor. E para evitar a transferência da vibração da máquina pelo duto, é comum fazer um desacoplamento mecânico do mesmo, seccionando-o e unindo as partes com uma peça flexível. Tais providências em geral causam perda de eficiência da máquina, o que deve ser também considerado.

Tratamento acústico

Uma vez construídas as paredes e o teto do estúdio (nas dimensões otimizadas e dentro dos critérios adequados de isolamento), é necessário fazer um tratamento interno das superfícies, buscando-se as condições ideais para a aplicação que se quer.

Antes de se definir qual o tipo de material a ser usado no tratamento acústico, é importante conhecer o **coeficiente de redução de ruído (NRC)**. Ele é um valor numérico de classificação que permite quantificar a capacidade de um determinado material em absorver o som. Esse coeficiente em geral se aplica mais a materiais macios, como espuma acústica, lã-de-vidro, carpete, etc, embora também possa ser aplicado a materiais "duros" como tijolo e massa de parede. O NRC de um material é a média de absorção de várias freqüências centrais entre 125 Hz e 4 kHz. Quanto maior for o coeficiente, melhor será absorção do material. A tabela abaixo mostra alguns exemplos de materiais.

MATERIAL	NRC em 125 Hz	NRC em 4 kHz
carpete grosso sobre concreto	0,02	0,65
piso de madeira	0,15	0,07
concreto pintado	0,01	0,08

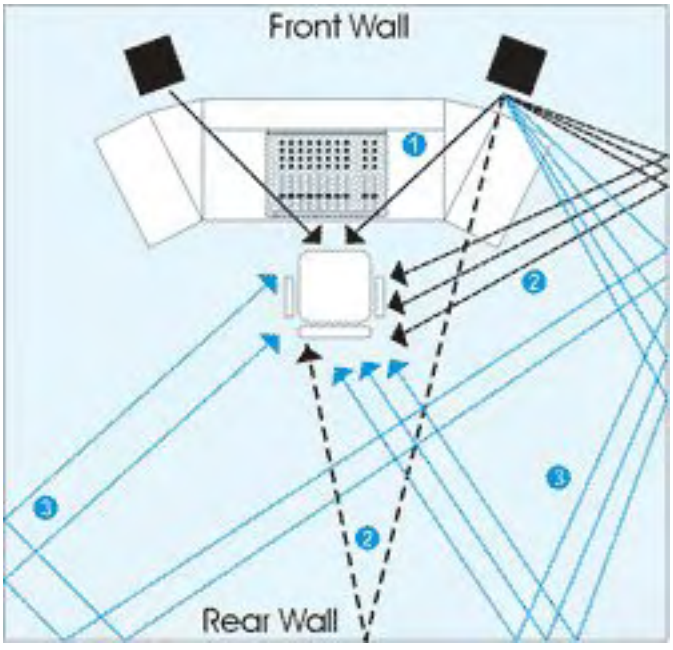
Mesmo com um estúdio construído dentro de dimensões otimizadas, muito provavelmente ainda será necessário fazer algum tipo de correção, devido às reflexões do som que ocorrerão nas superfícies. O tipo de solução no tratamento acústico vai depender da resposta que o recinto estiver produzindo. Existem soluções orientadas para cada tipo de problema.

Há algumas décadas, muitos estúdios eram construídos com revestimento acústico

extremamente absorvedor, de maneira a "matar" totalmente as reflexões. Isso, no entanto, tornava o estúdio um abiente completamente incomum, se comparado aos locais onde normalmente se ouve música.

Hoje, os estúdios costumam ter uma acústica "neutra", geralmente com uma parede mais reflexiva e outra mais absorvedora. Para se conseguir essa situação, utilizam-se painéis de materiais adequados presos às paredes do estúdio, de forma a absorver energia das ondas sonoras que atingem as paredes. O tipo de recurso a ser usado vai depender da faixa de freqüências do espectro do som que se queira absorver.

Os materiais porosos (espuma, carpete, etc) em geral são eficientes para absorver agudos, pelo fato destes possuírem comprimentos de onda pequenos, e assim qualquer pequena irregularidade do material é capaz de diminuir a energia da onda sonora. Já no caso dos graves, é preciso criar dispositivos compatíveis com os comprimentos de onda grandes, o que é feito com painéis especiais de amortecimento (chamados de "bass-traps"), que vibram com os graves e ao mesmo tempo absorvem a energia dessa vibração, não devolvendo a onda ao ambiente. Em algumas situações, pode ser necessário reduzir a sustentação de apenas uma determinada faixa de freqüências do espectro, e para isso são usados painéis sintonizados, devidamente calculados.



Conclusão

Como se pode ver pelo exposto, o projeto acústico de um estúdio envolve vários fatores, que devem sempre ser considerados. Ainda que se possa estimar previamente o comportamento do recinto, somente depois de construído e com todos os equipamentos instalados e operando é que se consegue ter uma avaliação concreta, pois as superfícies dos equipamentos e do mobiliário podem também interferir no resultado que se ouve.

Por isso, é aconselhável consultar um profissional experiente, que com sua vivência no assunto poderá prever com muito mais precisão os resultados.

Referências:

- Practical Guidelines For Building A Sound Studio - Auralex Acoustics
- Studio Acoustics - Primacoustic
- Building a Recording Studio (Jeff Cooper) - Synergy Group

Amplificadores - definições

Pre-amp

É o "pré-amplificador", um amplificador de baixa potência usado para condicionar o sinal (normalmente, sinal de microfone) para um nível adequado ao mixer ou amplificador de potência. Os pré-amplificadores (ex: Ashly), geralmente possuem controles de ganho, e eventualmente ajustes de tonalidade (EQ). Existem pré-amplificadores que utilizam circuitos com válvulas (ex: Behringer MIC2200), que dão uma "coloração" diferente ao som. A característica mais importante que deve ter um pré-amplificador diz respeito ao ruído: quanto maior a relação sinal/ruído, melhor.

Amp

É o amplificador de potência, propriamente dito. Alguns amplificadores possuem um pré, que condiciona o sinal para o nível adequado. Um amplificador stereo doméstico, por exemplo, geralmente possui um pré-amplificador para toca-discos de vinil (embora isso esteja caindo em desuso). Os amplificadores podem ter também controles de tonalidade, balanço (esquerdo/direito) e outros recursos adicionais. Alguns têm saídas para 4 caixas, duplicando os canais do stereo.

No caso de amplificadores de instrumentos - os "combo amplifiers" - a maioria é mono, e possui um pré para ajuste de nível e equalização (ex: Ibanez TA25). Muitos amps de guitarra são valvulados, pois os guitarristas preferem a distorção característica da válvula, que dá uma coloração agradável ao som da guitarra.

Power Amp

É um amplificador sem pré, só com o estágio de potência. Normalmente é usado em sistemas de sonorização de show (P.A. e amplificação de palco), e também em estúdios. Nesses amplificadores, só há o controle de volume de cada canal, pois o sinal já vem em nível adequado ("line"). Os amplificadores para sonorização (ex: Yamaha P3500) têm que ter muita potência, e normalmente são usados em grupos. Os amplificadores de estúdio (ex: Yamaha A100a), também chamados de "amplificadores de referência" (Reference Amplifiers) têm como característica principal a resposta "plana", isto é, sem colorir o som, e por isso raramente

são valvulados.

Aterramento, ruído e segurança

Informação técnica para usuários de produtos de áudio profissional da Yamaha

O aterramento inadequado pode criar risco mortal. Mesmo que não venha a causar perigo, os "loops de terra" são a causa mais comum de ruído ("hum") da rede elétrica nos sistemas de áudio. Portanto, é útil aprender sobre aterramento, e usar esse conhecimento.

O que é um loop de terra?

Um loop de terra ("ground loop") ocorre quando existe mais de um caminho de aterramento entre duas partes do equipamento. O caminho duplo forma o equivalente ao loop de uma antena, que muito eficientemente capta as correntes de interferência. A resistência dos terminais transformam essa corrente em flutuações de voltagem, e por causa disso a referência de terra no sistema deixa de ser estável, e o ruído aparece no sinal.

Os loops de terra podem ser eliminados?

Mesmo engenheiros de áudio experientes podem ter dificuldade em isolar os loops de terra. Às vezes, em equipamentos de áudio mal projetados (mesmo equipamentos caros), os loops de terra ocorrem dentro do chassis do equipamento, mesmo este possuindo entradas e saídas balanceadas. Nesse caso, pouco se pode fazer para eliminar o "hum" a menos que a fiação interna de aterramento seja refeita. Os equipamentos da Yamaha são projetados com muito cuidado em relação ao aterramento interno. Você deve evitar equipamentos de áudio profissional com conexões não balanceadas (a menos que todos os equipamentos estejam muito próximos, conectados à mesma linha da rede elétrica, e não sujeitos a campos fortes de indução da rede elétrica). Na verdade, se todas as conexões forem balanceadas e o equipamento tiver sido projetado e construído adequadamente, os loops de terra externos não induzirão ruído. Pelo fato dos equipamentos Yamaha serem menos suscetíveis a problemas com loops de terra, em geral é mais fácil e mais rápido colocá-los em operação.

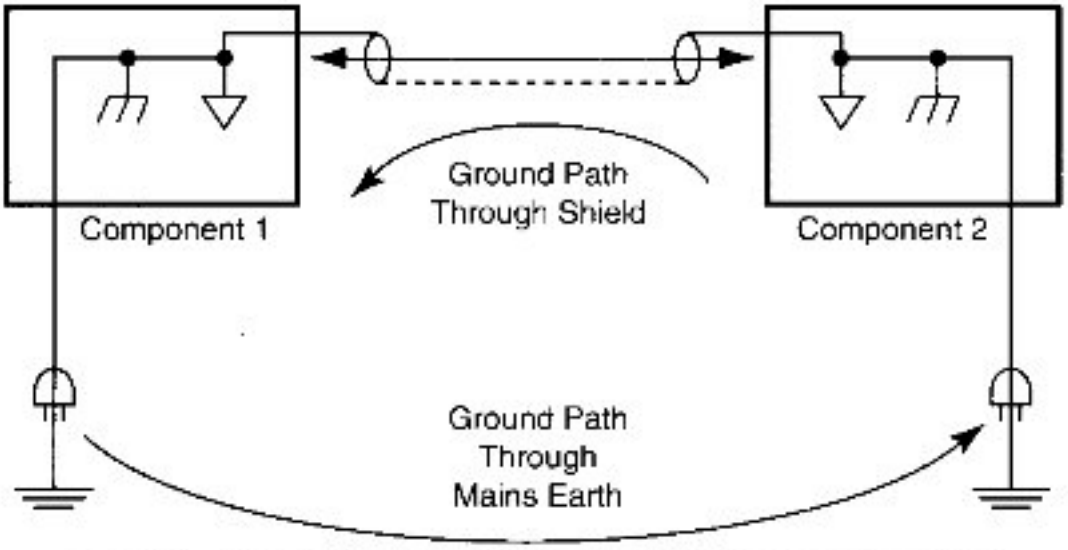


Figure 1. The formation of a ground loop (key shown below)

A Fig.1 ilustra uma situação típica de loop de terra. Dois equipamentos interconectados estão ligados a tomadas de energia em lugares separados, e o terceiro pino está aterrado em cada uma delas. O caminho do aterramento das tomadas e o caminho do aterramento pela blindagem do cabo formam um loop que pode captar interferência. Se o equipamento não tiver sido bem construído, essa corrente (que age como sinal) circulando pelo aterramento atravessa caminhos que não deveriam conter qualquer sinal. Essa corrente, por sua vez, modula o potencial da fiação de sinal e produz então ruídos e "hum" que não podem ser separadas facilmente do sinal propriamente dito, no equipamento afetado. O ruído, portanto, é amplificado junto com o sinal.

O que fazer para evitar os loops de terra?

Existem quatro abordagens para se tratar o aterramento em sistemas de áudio: ponto único, multi-ponto, flutuante, e blindagem telescópica. Cada uma tem vantagens específicas em diferentes tipos de sistemas.

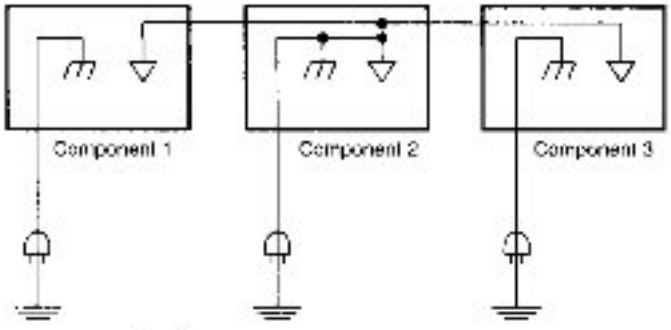


Figure 2. Single point grounding eliminates the possibility of ground loop(s).

A Fig.2 ilustra o aterramento por ponto único. O aterramento do chassis de cada equipamento individual é conectado ao terra da tomada; o sinal de aterramento é ligado entre os equipamentos e conectado ao terra num ponto central. Essa configuração é muito eficaz para eliminar ruídos da rede elétrica e de chaveamento, mas é mais fácil

usar em instalações permanentes. O aterramento por ponto único é muito usado em instalações de estúdio, e é também eficaz em fiações de racks individuais de equipamentos. No entanto, é quase impossível implementá-lo em sistemas de sonorização complexos e portáteis. A Yamaha não recomenda esse esquema em seus equipamentos de sonorização.

O aterramento multi-ponto (Fig.3) é o encontrado em equipamentos com conexões não balanceadas nos quais o aterramento é ligado ao chassis. É um esquema muito simples na prática, mas não muito confiável, particularmente se a configuração do sistema é alterada freqüentemente.

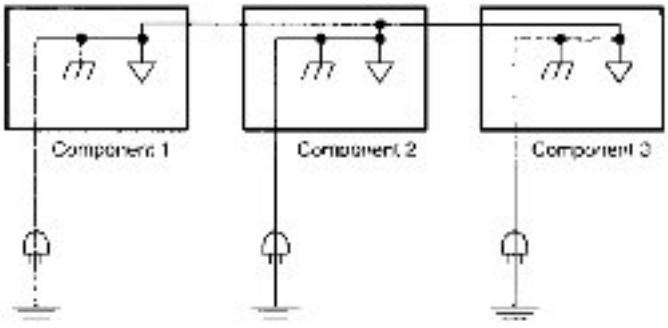


Figure 3. Multi-point grounding can work out, but it's tricky to implement properly

Os sistemas com aterramento multi-ponto que empregam circuitos balanceados com equipamentos projetados adequadamente em geral não apresentam problemas de ruído. Este esquema é adequado para a maioria dos equipamentos Yamaha.

A Fig.4 mostra princípio do terra flutuante. Observe que o sinal de aterramento está completamente isolado do terra propriamente dito. este esquema é útil quando o terra contém ruído excessivo. No entanto, ele depende do estágio de entrada do equipamento rejeitar a interferência induzida nas blindagens dos cabos, e dessa forma é preciso que o circuito de entrada seja o melhor possível.

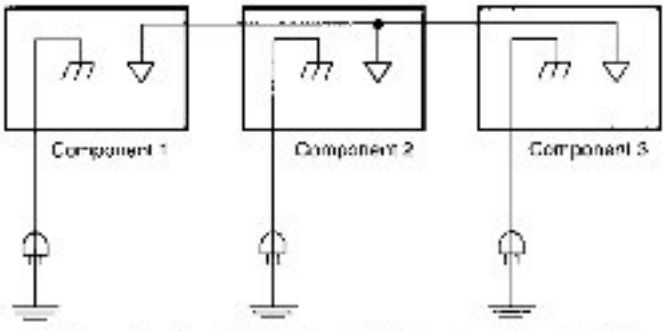


Figure 4. Floating connections work well if the equipment itself is well grounded.

A Fig.5 ilustra o princípio da blindagem telescópica. Este esquema é muito eficaz para eliminar loops de terra. Quando o ruído entra numa blindagem conectada apenas à terra, aquele ruído não pode entrar no caminho do sinal. Para implementar esse esquema é preciso ter linhas balanceadas e transformadores, uma vez que o aterramento não é compartilhado entre os equipamentos.

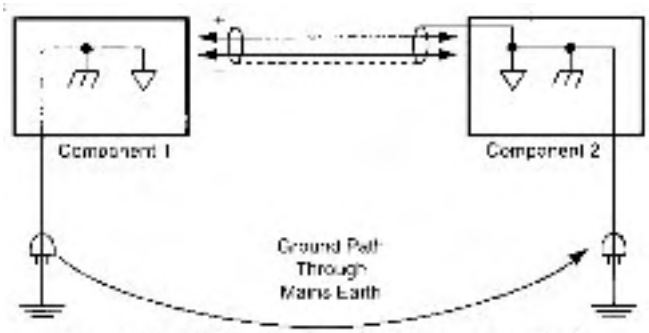


Figure 5. Telescoping shields effectively eliminate ground loops and the practice is fairly easy to implement in the field.

Uma desvantagem é que os cabos podem não ser iguais, pois alguns podem ter a blindagem conectada em ambas as extremidades, e outros não, dependendo do equipamento, o que torna mais complicado a escolha dos cabos na montagem e desmontagem de sistemas portáteis.

- Aqui vai um resumo das regras básicas para ajudar na escolha de um esquema de aterramento:
- Identifique sub-sistemas ou ambientes de equipamentos que possam estar contidos numa blindagem eletrostática que se conecta ao terra.
- Conecte ao terra o aterramento de cada sub-sistema separado, num único ponto.
- Garanta o máximo isolamento nas conexões entre os sub-sistemas, usando conexões balanceadas com acoplamento a transformador.

O aterramento não é essencial para evitar ruído -
mas a segurança é outro assunto!

Um equipamento não precisa estar aterrado para evitar a entrada de ruído no sistema. A principal razão para se aterrar os equipamentos de áudio é a segurança; o aterramento adequado pode evitar choques mortais. A segunda razão para aterrar um sistema que possua equipamentos alimentados por tensão AC é que, sob determinadas condições, um aterramento adequado pode reduzir a captação de ruído externo.

Ainda que o aterramento adequado nem sempre possa reduzir a captação de ruído externo, um aterramento inadequado podem piorar a captação de ruído externo.

O fio de aterramento do cabo de força conecta o chassis do equipamento ao fio da tomada que está conectado ao terra da instalação elétrica do prédio. Este aterramento, exigido por normas em qualquer lugar, pode contribuir para a existência de loops de terra (veja Fig.6).

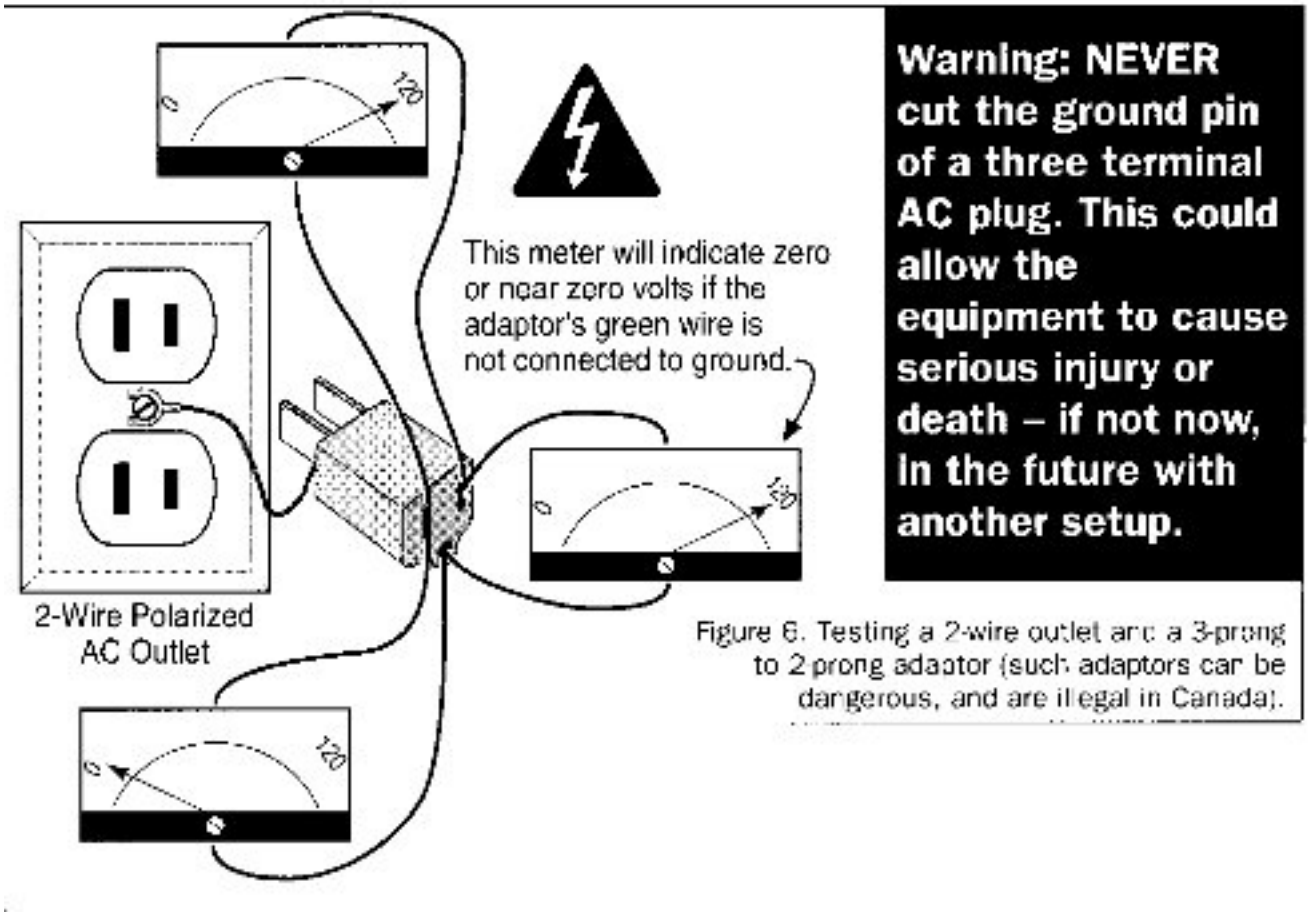


Figure 6. Testing a 2-wire outlet and a 3-prong to 2 prong adaptor (such adaptors can be dangerous, and are illegal in Canada).

Evite a tentação de cortar o 3o pino

Com apenas um caminho para o aterramento, não pode haver loop de terra. Poderia haver um loop de terra com um cabo de áudio unindo um mixer a um amplificador de potência? Sim! Uma conexão de aterramento através dos cabos de força e os chassis dos dois equipamentos completa o segundo caminho.

Uma forma de cortar esse loop de terra é desconectar o terra da rede em um dos equipamentos, tipicamente no amplificador de potência, usando um adaptador de dois para três pinos. Deixando o terceiro pino do adaptador não conectado faz interromper o loop de terra, mas também remove o aterramento de proteção da rede elétrica. O sistema agora confia apenas no cabo de áudio para fornecer o aterramento, uma prática que pode ser arriscada. Lembre-se, esse tipo de loop de terra não causa necessariamente ruído, a menos que o equipamento possui conexões não balanceadas ou um aterramento interno inadequado.

Em certas situações pode-se desconectar a blindagem do cabo de áudio em uma das extremidades (usualmente na saída), e assim eliminar o possível caminho da corrente do loop de terra. Numa linha balanceada, a blindagem não carrega sinal de áudio; ela protege contra ruídos estáticos e interferências de freqüências de radio, e continua a fazê-lo mesmo se desconectada numa das extremidades. Entretanto, não corte a blindagem de um cabo de microfone que carrega "phantom power", pois isso cortará a alimentação do microfone. Interromper o aterramento numa das extremidades de um cabo não é uma solução prática para os problemas de loop de terra em sistemas portáteis porque isso

requer cabos especiais.

Alguns equipamentos profissionais possuem chaves de interrupção de aterramento ("ground lift") mas entradas balanceadas. Os mixers e consoles da Yamaha não vêm mais com chave de "ground lift" pelas seguintes razões:

- possibilidade de uso errôneo
- aterramento interno é adequado e dispensa essa chave

A interrupção do aterramento pode ser letal! A interrupção do aterramento pode parecer essencial quando vários cabos de áudio não balanceados ligam dois equipamentos, mas pelo menos uma das blindagens deve permanecer conectada em ambas as extremidades para manter o lado inferior da conexão de áudio. A chance de uma perda total da continuidade do aterramento faz dessa prática arriscada, para não dizer perigosa. Se você quiser evitar a interrupção do aterramento, tente amarrar os cabos bem juntos, o que reduz o "efeito antena" do loop de terra.

Maximize a segurança e evite os ruídos de loops de terra

Não interrompa o aterramento de segurança em qualquer equipamento, a menos que isso reduza significativamente o nível de ruído. Estabeleça um esquema que não requeira a interrupção do aterramento. NUNCA elimine o aterramento de segurança da rede elétrica num mixer ou outro tipo de equipamento que esteja conectado diretamente a microfones. Os microfones são prioridade no aterramento de segurança porque as pessoas que os seguram podem tocar em alguma parte aterrada no palco, inclusive o próprio piso molhado do palco... e então...

Onde for possível, ligue todos os equipamentos num mesmo circuito da rede elétrica. Isso inclui a mesa de mixagem, processadores de efeitos, e instrumentos elétricos, tais como amplificadores de guitarra, teclados, etc. Isso não só reduz o potencial de ruído se ocorrer um loop de terra, mas também reduz o perigo de um choque elétrico.

No sistema de distribuição de energia, sempre conecte iluminação, ar condicionado, motores, etc, a uma fase (ou circuito) diferente da que está sendo usada para os equipamentos de áudio.

Adaptado de Sound Reinforcement Handbook, de Gary Davis & Ralph Jones, 2a. Edição, revisada em fevereiro de 1990, publicada por Hal Leonard Publishing Co.

© 1992 Yamaha Corporation of America

Parâmetros básicos de áudio

Relação Sinal/Ruído e Faixa Dinâmica

O parâmetro "relação sinal/ruído" (signal/noise ratio) indica a diferença entre o nível mais alto de sinal que o equipamento pode operar e o nível de ruído existente no aparelho (no caso de mixers e amps, normalmente é ruído térmico; no caso de gravadores de fitas, é o ruído inerente à fita magnética).

Os níveis são medidos em dB (decibel), que é uma medida relativa (baseada numa relação entre dois valores). No caso da relação sinal/ruído, mede-se a intensidade do ruído presente na saída do equipamento, sem sinal na entrada, e depois a intensidade do maior sinal que pode ser aplicado sem distorção. A diferença entre eles é mostrada em decibéis.

A relação sinal/ruído geralmente é adotada para indicar também a faixa dinâmica (dynamic range) do equipamento, ou seja, a gama de intensidades que podem ocorrer no mesmo, e que vai desde o menor sinal (que está próximo do "piso" do ruído) até o máximo sinal sem distorção.

A faixa dinâmica de um CD, por exemplo, é maior do que 90 dB, enquanto que num gravador cassete é em torno de 65 dB (se o gravador possuir Dolby ou dbx, essa faixa pode aumentar para uns 80 dB).

Qual o valor ideal para a faixa dinâmica? Bem, o ouvido humano pode perceber sons dentro de uma faixa de 120 dB, que vai desde o "limiar da audição" (o "quase silêncio") até o "limiar da dor" (digamos, próximo à uma turbina de jato). Portanto, para um equipamento de áudio responder bem, do ponto de vista da dinâmica do som, teria que atender à uma faixa de 120 dB. Entretanto, como ninguém vai ouvir turbina de avião em seu equipamento de som, adotou-se o valor de cerca de 90 dB para o CD, por ser a faixa dinâmica "normal" de execução de música (ainda que bem na frente de um sistema de amplificação de rock pesado possa se chegar aos 120 dB; mas isso não seria uma coisa muito normal, não é mesmo?).

Entrando um pouco na área digital, é interessante saber que usando-se números de 16 bits podemos representar digitalmente os níveis sonoros dentro de uma faixa superior a 90 dB. Por isso os CDs trabalham com 16 bits. Há algumas limitações nos 16 bits para quando o sinal sonoro é muito fraco, e a sua digitalização sofreria uma certa "distorção". Mas isso é uma história mais complicada, que acho que não vem ao caso...

Os amplificadores e mixers de boa qualidade (que não tenham ruído excessivo), normalmente têm uma faixa dinâmica muito boa, superior a 96 dB. Atualmente, um equipamento com relação sinal/ruído ou faixa dinâmica abaixo de uns 90 dB não terá qualidade suficiente para aplicações profissionais (é o caso dos gravadores cassete).

Distorção Harmônica (THD)

THD significa "Total Harmonic Distortion", ou seja, distorção harmônica total. É outro parâmetro de avaliação da qualidade de um equipamento de áudio. Como os componentes eletrônicos (transistores) não são perfeitamente lineares, eles criam uma pequena distorção no sinal de áudio, distorção essa que gera harmônicos antes inexistentes. Para medir a THD, injeta-se um sinal puro (onda senoidal) na entrada do equipamento, e mede-se a composição harmônica do sinal na saída. Os níveis (intensidades) dos harmônicos são então somados e divididos pelo nível do sinal original (puro), obtendo-se assim a proporção (percentual) de harmônicos "criados" no equipamento em relação ao sinal original.

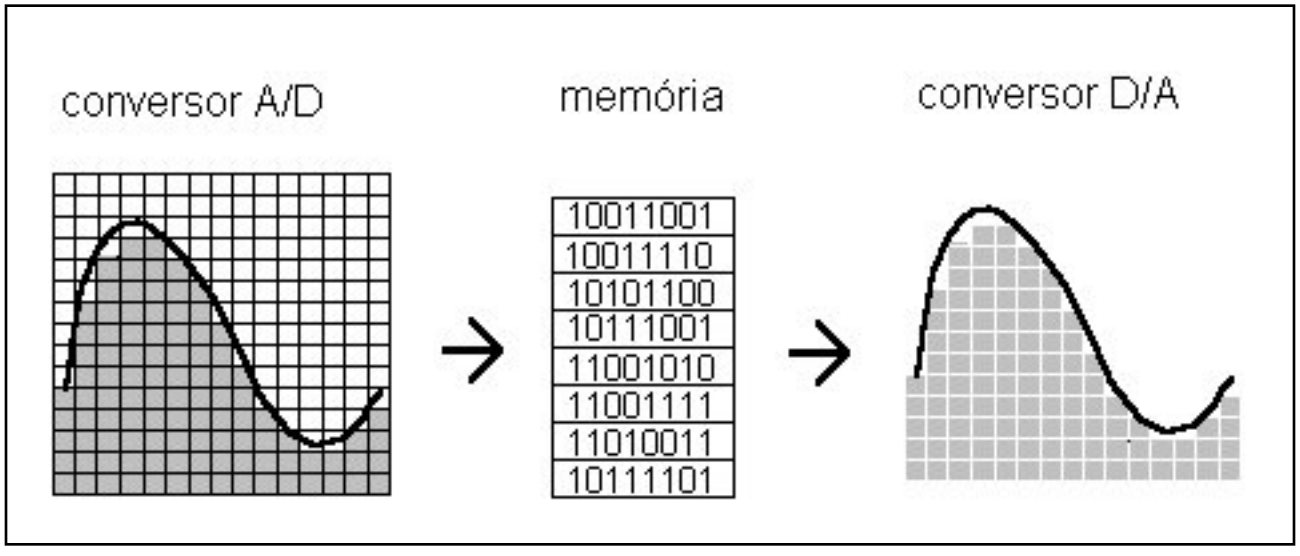
Tipicamente, hoje os valores de THD em pré-amplificadores e mixers está abaixo de 0,01%. Em amplificadores de potência a THD fica abaixo de 0,5%.

Uma observação final (ufa!): Embora haja padrões para se fazerem essas medidas, muitas vezes o fabricante efetua a medida adotando uma referência mais favorável (por exemplo: se o amplificador produz menor THD quando o sinal tem freqüência de 2 kHz, ele faz a medida usando essa freqüência como sinal de teste). Por isso, algumas vezes a ficah técnica mostra uma coisa, mas o resultado é outro. Os fabricantes de equipamentos de alta qualidade, no entanto, costumam ser bastante sinceros nas suas especificações.

Digitalização de áudio

Para se transformar um sinal sonoro em sinal digital adequado à manipulação por equipamentos digitais, é necessário convertê-lo da forma analógica (o sinal elétrico de um microfone, por exemplo) para o formato digital, isto é, códigos numéricos que podem ser interpretados por processadores.

Essa transformação é feita pelos conversores A/D (analógico para digital), que fazem inúmeras fotografias (amostragens) do valor do sinal analógico ao longo do tempo, que são codificados em números digitais, armazenados então na memória do equipamento. Após diversos desses valores, tem-se a representação completa do sinal analógico original, sob a forma de números, que podem então ser armazenados nos chips de memória na ordem exata em que foram coletados, que passam a representar numericamente o sinal original. A velocidade com que as amostragens são coletadas é chamada de freqüência de amostragem. Para se reproduzir o sinal armazenado na memória, usa-se o conversor D/A (digital para analógico), que busca na memória os códigos numéricos e, respeitando a sua ordem cronológica, recria o sinal original, ponto por ponto. Para que o sinal seja reconstruído corretamente, é preciso que o conversor D/A recoloque as amostragens ao longo do tempo com a mesma velocidade que foi usada pelo conversor A/D.



Há dois aspectos muito importantes na conversão digital de sinais de áudio: o primeiro diz respeito à capacidade do conversor detectar fielmente todas as variações de amplitude do sinal, e é chamado de resolução, e quanto maior for a precisão que se queira na conversão de um sinal analógico para digital, tanto maior deverá ser a resolução, que está intimamente relacionados com a capacidade do equipamento em

representar os valores numéricos, em bits. Quanto maior for o número de bits, melhor será a capacidade de resolução do equipamento, mas, infelizmente também mais caro será o seu custo. Por exemplo: um equipamento que opera com 8 bits pode representar até 256 valores de amplitude para o sinal; e um equipamento que opera em 16 bits pode representar 65.536 valores, bastante adequados à situação usual, e por isso esta é a resolução adotada pelos CD-players e demais equipamentos profissionais. Há equipamentos que usam mais do que 16 bits para o processamento interno de amostras de áudio, o que garante a fidelidade do sinal mesmo após diversos cálculos.

O segundo parâmetro importante na conversão A/D é a chamada resposta de freqüências, que determina o limite do conversor na amostragem das freqüências harmônicas existentes no sinal de áudio. Quando se quer amostrar digitalmente um determinado sinal de áudio, é necessário amostrar não só a sua freqüência fundamental, mas também todos os demais harmônicos presentes, e para que isso seja possível, é necessário que a amostragem ocorra a uma freqüência maior do que o dobro da maior freqüência existente nele, e considerando que a faixa de áudio está compreendida entre 20 Hz e 20 kHz, então a freqüência de amostragem deverá ser maior do que 40 kHz. Os discos laser (CD) usam a freqüência de amostragem de 44.1 kHz. As fitas DAT e os instrumentos samplers modernos podem trabalhar com amostragem em 44.1 kHz ou 48 kHz.

Áudio digital - tendências do mercado

O mercado de equipamentos musicais e de áudio vem passando por uma profunda transformação nos últimos 20 anos, sobretudo pela massificação de produtos para gravação e processamento digital. Hoje, com um investimento relativamente baixo, o músico pode ter seu próprio estúdio de pré-produção com equipamentos de alta qualidade.

A popularização desses recursos só foi possível por causa da queda vertiginosa dos preços dos computadores e seus componentes (memórias, discos, etc). Mesmo no Brasil, onde a inflação ainda atinge índices bem superiores aos dos países mais desenvolvidos, os custos por MHz de processamento e MB de memória vêm caindo significativamente a cada ano.

Um obstáculo que ainda atrapalha é o alto custo do software - sobretudo o do sistema operacional, praticamente monopolizado pela Microsoft - e que tem como conseqüência a proliferação da pirataria. Mas isso é uma outra questão, e não faz parte da abordagem deste artigo.

O segmento de gravação em computador, outrora chamado de "computer music", cresceu bastante e hoje é um "filão" muito disputado. Mas tudo começou com produtos voltados para o usuário doméstico, onde a qualidade não era o foco principal. As placas AdLib e SoundBlaster deram início à fase sonora do "computador pessoal", e de lá para cá a evolução ocorreu num ritmo espantoso.

Quase todas as empresas pioneiras na área de gravação em computador - fabricantes de interfaces MIDI e software - eram de pequeno porte, com seu patrimônio tecnológico concentrado em uma ou duas pessoas, geralmente os donos. A maioria delas sucumbiu ante o poder econômico das potências industriais. Muitos desenvolvedores de ótimos software não conseguiram manter seus produtos no mercado, não por incapacidade tecnológica, mas sim por deficiências de marketing.

A economia mundial vem passando por um processo de grandes transformações. É cada vez mais freqüente acontecerem fusões de grandes empresas, ou empresas que compram seus concorrentes para retirá-los do mercado. Temos

exemplos disso também no segmento de gravação em computador.

Há alguns anos atrás, a Music Quest, um dos primeiros fabricantes de interfaces MIDI, foi comprada por sua concorrente, a Opcode System, que por sua vez foi comprada pela Gibson, e que, aparentemente, nada fez com a tecnologia adquirida de ambas. Recentemente, a Apple Computers encampou a Emagic, deixando praticamente órfãos os usuários do Logic em PCs.
A Creative Labs, empresa sediada em Singapura e uma das pioneiras em computer music, durante muito tempo se concentrou apenas no mercado amador, onde a sua linha Sound Blaster até hoje é referência universal. Há alguns anos ela adquiriu as norte-americanas E-mu Systems e Ensoniq, das quais vem utilizando tecnologia de síntese, e agora decidiu investir forte no mercado profissional, com uma série de placas de 24 bits com a marca E-mu. É, portanto, um concorrente a ser respeitado, pois traz forte background tanto em liderança de mercado quanto em vanguarda tecnológica.

Também de olho neste mercado promissor, a não menos poderosa Sony adquiriu a Sonic Foundry e seus famosos softwares Sound Forge, Vegas e Acid. Ficamos a imaginar o que ainda virá por aí.

No eixo anglo-americano, não podemos deixar de observar a compra da Evolution pela M-Audio. A primeira é uma empresa inglesa que se especializou em software musical, e desenvolveu uma linha de teclados controladores MIDI extremamente funcionais, projetados na Inglaterra mas produzidos na China, com preços altamente competitivos, com excelente relação custo/benefício. Já a M-Audio surgiu há mais de quinze anos com o nome de Midiman, fabricando interfaces MIDI e acessórios. Há alguns anos começou a fabricar placas de áudio e hoje, também produz equipamentos para estúdio (preamps, monitores, microfones). Além de ter adquirido a Evolution, a M-Audio também representa e comercializa os softwares Propellerhead Reason e Ableton Live.

Os impérios atacam

Mas as gigantes da indústria musical não estão deitadas em berço esplêndido. Ao que tudo indica, os japoneses continuam com os olhos bem abertos e enxergando bastante longe, buscando parcerias para seus negócios a milhares de quilômetros de distância. Além do evidente interesse no crescente mercado de interfaces de áudio, a movimentação dessas grandes empresas nos leva a crer que o objetivo principal pode estar mais acima, no segmento profissional ora dominado pelo ProTools.

No ano passado [2003], a Roland e a Cakewalk (fabricante do SONAR) fizeram uma aliança estratégica para desenvolver projetos integrados de software e hardware. Segundo Greg Hendershott, fundador e presidente da Cakewalk, o objetivo é criar uma "relação durável e lucrativa". Desde então, a comercialização dos softwares da Cakewalk passou a ser feita em todo o mundo pela Edirol, subsidiária da Roland no segmento de informática musical. É possível que a Roland tire mais proveitos dessa parceria, pois adquire tecnologia de software, podendo agregar mais valor aos seus produtos de áudio digital. Os usuários do SONAR, por sua vez, estão "com as barbas de molho". Será que o

software continuará sendo compatível com as inúmeras opções de hardware que existem ou se o desempenho será melhor com equipamentos da Roland? Por enquanto, nada mudou, pois dentro do SONAR vendido pela Roland ainda vem um plug-in da Lexicon, veterana no segmento de equipamentos de áudio e que possui produtos que de certa forma concorrem com a Roland. Vamos esperar para ver o que vai acontecer.

Outro software famoso que mudou de dono foi o GigaSampler/GigaStudio, que agora é um produto da Tascam. As pessoas mais novas talvez não saibam, mas a Tascam é uma subsidiária da TEAC, tradicional fabricante de gravadores de fita e hoje focada em mídias de armazenamento. Na década de 1980 a Tascam era referência em portastudios, aqueles gravadores multitrack de fita cassete que possuíam um mixer integrado. Ela e a Fostex dominavam o mercado naquela época. No final de 2003 a Tascam, depois de se associar à Frontier Design (fabricante de placas de áudio), lançou uma nova linha de equipamentos para gravação de áudio e MIDI em computador, como veremos a seguir.

Uma outra grande novidade nessa batalha de mercado é a associação da Yamaha com a empresa alemã Steinberg (o que também eles chamam de "aliança estratégica") para o desenvolvimento de "padrões abertos para uma integração total de hardware e software". De acordo com Charlie Steinberg, um dos objetivos desta iniciativa é a criação de soluções do tipo "cross-platforms" com protocolos que estarão disponíveis a todos os desenvolvedores de software e hardware. Embora a história da Steinberg (fabricante do Cubase, Nuendo, etc) confirme a sua condição de "plataforma aberta", com a disseminação de padrões eficientes como as tecnologias ASIO e VST, será que a Yamaha tem a mesma visão? Sendo um dos maiores fabricantes de equipamentos de áudio, certamente a Yamaha busca uma parceria tecnológica que lhe permita oferecer produtos mais completos, com software e hardware perfeitamente "afinados" entre si. Até porque sua mais recente tecnologia - a rede mLAN - precisa ter um suporte mais consistente no lado do software. Nada mais estratégico do que associar-se a alguém da "nata" do software de áudio digital, em termos de tecnologia e de marketing.

A Behringer, emergente alemã que vem ganhando gradualmente participação no mercado de áudio, está entrando agora no segmento de gravação em computador, com uma linha de interfaces USB de áudio e MIDI, ainda tímida, mas que possivelmente vai incomodar as empresas já estabelecidas.

E nem falamos da Mackie e da Alesis... Mas o mercado é assim mesmo; não existe tranqüilidade para empresa alguma. É o incômodo da concorrência que estimula o desenvolvimento de novos produtos, melhores e mais baratos.

E o ProTools? Seriam as novas alianças uma ameaça ao domínio da Digidesign? É verdade que há anos que outros concorrentes surgem no mercado, como o Soundscape e o Fairlight, mas não conseguem estremecer a solidez com que a Digidesign construiu sua hegemonia nos estúdios profissionais. Depois de ter se estabelecido como padrão de qualidade e funcionalidade, o ProTools passou a ser oferecido também aos usuários "mortais", agregado - ainda que em versão mais simples - a produtos orientados ao público menos abastado, como o a Digi-001, por exemplo. A tentativa de verticalizar seu domínio não teve ainda pleno sucesso, mas certamente ajudou a colocar o ProTools na tela de muito mais gente, num processo de "evangelização" bastante interessante.

O mercado de produtos para gravação digital vai esquentar muito nos próximos anos, com a maior oferta de alternativas e com a entrada mais dura da Yamaha e da Roland, associadas a parceiros de altíssima capacidade tecnológica. Nessa tendência, é bem provável que a Cakewalk e a Steinberg criem versões mais poderosas de seus softwares, que só funcionem com hardware exclusivo da Roland e da Yamaha, e ainda mantenham as versões tradicionais, para plataformas abertas.

Essa turbulência no mercado, que em breve deve se acomodar um pouco, faz lembrar o que aconteceu com a indústria de sintetizadores no início da década de 1980. Os fabricantes norte-americanos, que desenvolveram a tecnologia digital (Sequential, E-mu, etc), acabaram sucumbindo à força das indústrias japonesas, que hoje dominam a maior fatia do mercado.

E para nós, brasileiros, quais são as conseqüências dessa "dança das cadeiras"? Teremos que esperar um pouco mais para saber como os importadores vão gerenciar suas novas marcas mas, de uma forma geral, acredito que o público consumidor será beneficiado. Durante vários anos, o segmento de informática musical ficou restrito praticamente a um único importador, por causa do tamanho reduzido do mercado e/ou desinteresse dos outros distribuidores nacionais. Com o crescimento visível do potencial de vendas e o surgimento de novos produtos de marcas que vinham sendo distribuídas em nosso país, é de se esperar que os outros importadores passem a olhar com mais interesse o segmento de gravação em computador. Isso ampliará as alternativas de produtos e certamente trará novas estratégias de comercialização.

Mas para isso há uma necessidade de gente especializada nos novos produtos, que possam dar um suporte técnico adequado a seus usuários. Embora o software seja um produto de alto valor agregado, onde os custos de fabricação (material físico), transporte e armazenamento são baixos, ele exige uma infra-estrutura mais sofisticada, com pessoal técnico e computadores modernos. E os eventuais prejuízos causados pela pirataria podem ser minimizados se for oferecido ao usuário um atendimento eficiente, com assistência permanente, treinamento, etc.

Novas tecnologias, novos produtos

Algumas tecnologias vêm se firmando rapidamente como padrão, como é o caso do uso de conexão serial para a transferência de dados em alta velocidade. De uns dois anos para cá, proliferaram modelos externos de interfaces de MIDI e de áudio, conectadas ao computador através da porta USB. Uma das razões para a adoção do USB na informática musical é que ele já vinha sendo usado para conexão de outros tipos de periféricos, como scanners, câmeras digitais e unidades de armazenamento, sendo assim um recurso já popular e bastante confiável, com implementação estável nas plataformas Windows e Mac. Apesar de não ter capacidade para a transferência plena de áudio multicanal, o USB mostrou-se apropriado para a transferência de MIDI e de áudio em estéreo, graças à facilidade de instalação. Para aplicações de áudio mais "pesadas", no entanto, mesmo com a criação do USB 2.0 (muito mais rápido do que o USB original), o padrão que vem se firmando é o FireWire (IEEE-1394), que oferece outras vantagens além da altíssima

velocidade (ex: comunicação peer-to-peer). Praticamente todas as novas interfaces de áudio profissionais para sistemas de gravação digital em computador são dispositivos externos e utilizam a conexão via FireWire. Além disso, o padrão FireWire é a base para a implementação da tecnologia mLAN, que possibilita a interconexão em rede de diversos equipamentos de áudio (gravadores, teclados, processadores, etc), e que vem ganhando a adesão de vários fabricantes.

No tocante às estruturas de software, temos dois padrões visivelmente dominantes, que são o ASIO e o VST, ambos desenvolvidos pela Steinberg. Basicamente, o ASIO (Audio Streaming Input/Output) é uma interface - em software - que permite ao software de áudio acessar o dispositivo de hardware usando múltiplos canais de áudio simultâneos e sincronizados. Foi a solução providencial para a limitação que todos os desenvolvedores de aplicativos profissionais esbarravam para operar com vários canais de áudio de forma segura e confiável. Já o VST (Virtual Studio Technology) é um padrão de interfaceamento de software, que permite que plug-ins de processamento de efeitos e sintetizadores virtuais operem em tempo-real em cima de um aplicativo. Mesmo com todo o esforço da Microsoft, que depois criou um formato de driver multicanais (WDM) e um padrão de interfaceamento de plug-ins (DirectX), tanto o ASIO quanto o VST continuam sendo as alternativas preferidas, passando a ser adotadas até por softwares originalmente partidários do WDM e do DirectX, como é o caso do SONAR. O que os usuários esperam é que esses padrões realmente permaneçam como padrões, permitindo uma compatibilidade cada vez maior entre produtos.

Dentre a grande quantidade de novos lançamentos que vêm sendo apresentados ao mercado, selecionamos alguns exemplos de produtos (hardware) que seguem as tendências de que citamos acima. São produtos que utilizam conexão USB ou FireWire, e oferecem drivers compatíveis com o ASIO. São também claros exemplos da movimentação estratégica dos fabricantes na direção do segmento de gravação de áudio em computador, que abordamos acima.

Obviamente, seria inviável descrever com detalhes todos os produtos, portanto focalizaremos apenas os aspectos mais relevantes. Antes de falarmos sobre os produtos novos, vale lembrar que as primeiras interfaces de áudio multicanais utilizando conexão FireWire foram apresentadas pela MOTU há cerca de dois anos, e seus produtos vêm evoluindo desde então. É importante observar também que, de olho nas tendências do mercado, a Digidesign já deixou sua marca no uso da tecnologia FireWire, quando lançou a workstation Digi-002, que pode operar tanto com Windows quanto com Mac.

A Tascam colocou no mercado uma linha completa de interfaces de áudio e MIDI, conectadas ao computador via USB ou FireWire, com uma gama de recursos capaz de atender desde os usuários mais simples até estúdios profissionais. A US-122, por exemplo, é a solução oferecida pela Tascam para pequenos estúdios domésticos. Desenvolvida em conjunto com a Frontier Designs, ela é conectada ao computador via USB, e permite transferência de dois canais simultâneos, com entradas para microfone e

instrumentos, conexões MIDI In/Out, saída para headphone, etc. Ela pode funcionar com Windows ou Mac, com drivers ASIO, WDM e GSIF, e já vem com o software GigaStudio 24.

O disputadíssimo segmento de gravação digital tem agora um forte concorrente. A E-mu/ Creative Labs apresentou sua nova linha de sistemas de áudio orientada ao público profissional, com resolução de 24 bits / 192 kHz (segundo a E-mu, são os mesmos conversores usados no ProTools HD). Com diferentes versões para vários níveis de usuários, a que mais se destaca é a 1820M, um sistema composto de placa e módulo, com processamento de efeitos e recursos para sincronização SMPTE. Com preço sugerido em torno de US$ 500, a 1820M possui oito entradas, sendo duas com pré-amp e phantom power para microfone, e oito saídas, todas balanceadas. E mais conexões digitais S/PDIF estéreo de entrada e saída (RCA e óptica), e 2 MIDI In/Out. Há ainda saídas para conjuntos de caixas surround (7.1), saídas para headphone, conexão FireWire, e sincronização wordclock, SMPTE e MTC. A 1820M vem com drivers WDM, DirectSound e ASIO.

Depois de apostar algumas fichas no padrão USB também para interfaces de áudio, a Edirol/ Roland lança agora seu primeiro produto usando conexão FireWire, que é a FA-101. Ela é uma interface de áudio com 8 entradas e 8 saídas analógicas simultâneas com conversores de 24 bits / 96 kHz (pode operar em 24 bits / 192kHz em estéreo, compatível com DVD-A e SuperCD). A FA-101 possui duas entradas para microfone, com pré-amps e phantom power, e também conexões digitais S/PDIF de entrada e saída estéreo, saída para headphone, além de interface MIDI In/Out. É compatível com Windows e Mac.

A Lexicon criou o Omega Studio, um sistema integrado de gravação que inclui a interface/ mixer Omega 8x4x2 USB, os softwares ProTracks Plus (para Windows) e Bias Deck (para Mac), e ainda o plug-in de reverb Lexicon Pantheon. A interface Omega 8x4x2 tem o formato de torre, e possui um mixer com seis entradas analógicas (duas para microfone, com phantom power), conexões de insert, e duas saídas analógicas. Possui também entrada e saída digitais estéreo S/PDIF (RCA) e interface MIDI In/Out. Pode funcionar com PC/Windows ou Mac.

A Behringer está debutando na área de gravação digital em computador com sua interface BCA2000, que é conectada ao computador pela porta USB. Ela possui um painel com mixer, com duas entradas para microfone com phantom power, entradas para guitarra e instrumentos, oito saídas, saída para headphone, entrada e saída digitais S/ PDIF (RCA e ópticas), e ainda MIDI In/Out. O BCA-2000 possui conversores com resolução de 24 bits / 96 kHz, e vem com drivers ASIO e WDM.

Para quem gosta de um design diferente, a Mackie está lançando a XD-2, uma interface de áudio e MIDI com duas entradas (mic/line/instrumento) e duas saídas, conversores de 24 bits / 96 kHz, e processamento interno. Ela vem com os softwares Traktion, Ableton Live, e o plug-in VST Warmer Phaser, e pode funcionar com PC/Windows ou Mac,

dispondo de drivers WDM, ASIO, e suporte para Mac OSX.

Dona de uma parcela significativa do mercado de gravação em computador, a M-Audio continua sempre evoluindo, e lançou recentemente a FireWire 410, uma interface de áudio e MIDI que utiliza conexão FireWire e pode funcionar com PC/Windows ou Mac. Com preço sugerido de aproximadamente US$ 500, a FireWire 410's possui quatro entradas (sendo duas para mic/line com pré-amp e phantom power) e 10 saídas, com conversores de 24 bits / 96 kHz (ela também pode operar em 192 kHz em estéreo). Possui ainda MIDI In/Out, e entrada e saída digitais S/PDIF estéreo, com suporte aos padrões de surround AC-3 e DTS.

Expandindo sua linha de produtos baseados na tecnologia mLAN, que também usa conexão FireWire, a Yamaha anunciou o lançamento da interface i88X, com oito entradas (duas para mic, com pré-amp, phantom power e insert) e oito saídas, conversores de 24 bits / 96 kHz, conexões ópticas de entrada e saída compatíveis com padrão ADAT e S/PDIF. A i88X possui ainda controles de ganho nas entradas, e interface MIDI, e vem com drivers para Mac e Windows.

No momento que você está lendo este artigo [2004], é provável que outros produtos também estejam entrando no mercado. Fique atento e avalie as características de cada um, procurando saber qual é o que melhor atende ao que você precisa e oferece o maior potencial para suas futuras necessidades.

Áudio na Internet - Sonorizando homepages

Entenda os formatos sonoros utilizados na Internet

Desde a sua popularização, a partir de meados da década de 90, a Internet vem se transformando num imenso canal de difusão de informações sobre os mais variados assuntos. Algumas das facilidades técnicas oferecidas pela grande rede, sobretudo recursos gráficos e interatividade, são convidativos para a exploração de novos meios de divulgação artística e cultural.

O formato de se "apresentar" as informações na Internet - como você está visualizando esta página agora - é padronizado (ou pelo menos tenta-se que seja!), de maneira que os códigos usados para a formatação do texto (letras em itálico, negrito, etc), bem como os comandos especiais usados para a manipulação de imagens e sons, são definidos na especificação HTML (Hyper-Text Mark-up Language).

Assim como há diversos formatos de armazenamento (arquivos) de imagens, sejam elas estáticas (figuras, fotografias) ou animadas (animações, vídeos), também existem alguns formatos diferentes para se armazenar música e sons.

O objetivo deste texto é apresentar os principais formatos sonoros atuais, e quais aqueles que melhor se adaptam às características (ou melhor, às limitações atuais) da Internet. Veremos também como podemos inserir esses tipos de informações sonoras em homepages. Tudo isso acompanhado de exemplos práticos e audíveis.

I. O ambiente e as limitações

Ainda que a Internet seja um ambiente por demais interessante para a divulgação artística, no caso da música as condições atuais dos meios de transmissão (leia-se: linhas telefônicas) ainda criam uma grande limitação, que é a velocidade de transmissão dos dados. Isso tem impossibilitado a transmissão em tempo-real ("broadcasting") de música com boa qualidade (consegue-se hoje, na maioria dos casos, transmissões com qualidade semelhante às rádios AM).

Em poucos anos, provavelmente essas limitações estarão superadas, tanto pela evolução das tecnologias de compactação de áudio (veremos adiante), quanto pelo aumento da taxa de transferência de dados dos modems e a melhoria das condições do meio de transmissão. No caso dos modems, por exemplo, temos visto uma evolução bastante significativa, em que avançamos dos modestos 2.400 no início da década de 1990, para os atuais 56k.

II. Os formatos

Há algumas formas diferentes de se transmitir digitalmente informações sonoras e musicais, e, evidentemente, cada uma delas possui suas vantagens e desvantagens. Alguns desses formatos são de domínio público, não requerendo qualquer custo para a sua implementação; outros, infelizmente, são de propriedade de algumas empresas de tecnologia e, geralmente, necessitam de autorização (leia-se: pagamento de "royalties") para serem usados.

Um dos pontos mais vitais para a disseminação de uma tecnologia de transmissão é a sua disponibilidade, isto é, a facilidade que se para poder usá-la. Com a acirrada corrida tecnológica que existe no mundo moderno, as empresas têm investido muito em pesquisa e desenvolvimento, buscando soluções que possam ser vendidas ao mercado consumidor. Ainda que haja instituições internacionais que regulamentam protocolos e especificações, nem sempre há um consenso imediato para a implementação de um padrão comum (conhecemos casos recentes, como o próprio padrão HTML e os protocolos dos modems de 56k). Isso, no final das contas, acaba sempre prejudicando o usuário consumidor.

Mas como é assim que as coisas acontecem, o que o usuário pode fazer é manter-se informado dos fatos (o que não é difícil para quem costuma navegar na Internet), experimentar e avaliar cada nova ferramenta disponível, e observar atentamente a tendência do mercado, para "não ficar para trás".

Os formatos mais usuais para se transmitir e/ou distribuir música e sons pela Internet são os seguintes:

- Standard MIDI File - música instrumental codificada digitalmente
- WAV - som (áudio) gravado digitalmente
- Real Audio - som (áudio) gravado e compactado digitalmente
- MPEG Layer 3 - som (áudio) gravado e compactado digitalmente

Vejamos então os detalhes de cada um desses formatos:

Standard MIDI File

O protocolo MIDI (Musical Instrument Digital Interface) surgiu em 1983, a partir de um certo consenso entre os principais fabricantes de instrumentos musicais eletrônicos da época (Sequential Circuits, Yamaha, Roland, Moog, Kawai, etc). A idéia original do MIDI era a possibilidade de se comandar um sintetizador a partir de outro (controle remoto). Para isso, cada ação do músico no teclado é codificada digitalmente como um comando e transmitida por um cabo; ao chegar ao outro sintetizador, esse comando faz com que este execute a ação produzida pelo músico no outro teclado.

Uma das características que facilitou a sua divulgação no meio musical é o fato do MIDI não ter um "dono", isto é, o protocolo foi criado a partir da cooperação mútua dos fabricantes, e por isso é de "domínio público". Como ninguém precisa pagar qualquer

royalty para usar MIDI, todos os fabricantes passaram a implemetá-lo em seus instrumentos e equipamentos. Assim, em poucos anos o mundo inteiro já estava usufruindo desse recurso que possibilitou uma verdadeira revolução nos processos de composição e produção de música.

Concebido especificamente para uso musical, o MIDI é um protocolo de transmissão de dados, onde os comandos são transmitidos serialmente à uma taxa de 31.250 bits/seg, e os códigos utilizam "palavras" de oito bits. Uma das principais vantagens do MIDI é a economia de dados: a maioria dos comandos utiliza apenas dois ou três bytes. Por exemplo: a ação de pressionar uma tecla gera apenas um código de três bytes, e nenhum outro código é gerado pelo teclado até que outra ação seja efetuada. Ao se soltar aquela tecla, independentemente de quanto tempo ela tenha permanecido pressionada, é então gerado um outro código, de apenas dois bytes.

Isso faz com que toda uma composição musical complexa possa ser completamente registrada numa seqüência de cerca de 100 kB. Um simples disquete pode conter dezenas de composições codificadas em MIDI.

Há um formato padronizado para se arquivar seqüências MIDI, que é o Standard MIDI File (SMF). Esse formato é universal, e suportado hoje por todos os softwares seqüenciadores e editores de partituras, e também pelos teclados que possuem seqüenciadores internos. Existem, basicamente, dois tipos de formatos Standard MIDI File: o formato "0", que contém todos os códigos da música armazenados numa única "trilha", é o mais usado pelos seqüenciadores embutidos nos teclados MIDI comuns; já o formato "1", que contém várias trilhas, cada qual com a execução de um dos instrumentos da música, é o mais usado profissionalmente. Todos os arquivos SMF possuem extensão ".MID".

Pelo fato das seqüências MIDI conterem poucos bytes, existem na Internet inúmeras homepages que disponibilizam música em arquivos SMF. Como a maioria dos computadores hoje dispõe de kits multimídia, com placas de som dotadas de chip sintetizador (alguns muito ruins, por sinal), é possível a quase qualquer usuário ouvir música em formato MIDI.

Além da economia de espaço, os arquivos de música MIDI oferecem uma outra vantagem bastante interessante, que é a interatividade: como um arquivo SMF pode ser aberto por qualquer software seqüenciador (ou por um seqüenciador de um teclado MIDI), o usuário tem acesso direto a todos os códigos de execução musical, de todas as partes da música, sendo assim possível alterar a música original, mudando notas, trechos, andamento, comandos de volume, dinâmica, seleção de timbres, e muitas outras coisas. É como se o usuário tivesse acesso aos originais de um livro, e pudesse reescrevê-lo à sua maneira. Isso pode parecer um pouco absurdo, mas é um fator que tem feito muitas pessoas se aproximarem mais da música. Além disso, dependendo do software utilizado, uma música em formato SMF pode ser visualizada, editada e impressa sob a forma de partitura convencional. O arquivo SMF pode conter também informações adicionais, como a letra da música, por exemplo.

Talvez a única desvantagem da música em formato SMF seja o fato de que para ouvi-la é necessário ter-se um instrumento MIDI (além do software e da interface MIDI). Nos computadores equipados com kit multimídia, a placa de som geralmente possui um chip sintetizador, e também uma interface MIDI. O chip sintetizador pode executar diretamente a música do SMF, e o som das notas musicais gerado pelo sintetizador sai pelo conector de saída de som da placa (geralmente acoplado às caixinhas de som). As placas mais simples possuem chips sintetizadores do tipo "FM Synth", cujo som é péssimo, mas as placas melhores vêm com sintetizadores do tipo "wavetable", cujos sons são gerados a partir de amostras digitais ("samples") de instrumentos convencionais.

Além do chip sintetizador, as placas de som geralmente também já têm uma interface MIDI, requerendo apenas um cabo/adaptador acoplado ao conector de joystick. Com esse conector, pode-se ligar um teclado MIDI à placa, e então executar a música num sintetizador MIDI externo.

Exemplo 1:

A música "4 Dias Depois" foi criada originalmente como seqüência MIDI. O arranjo completo para instrumentos padrão GM contém apenas 7 kB, e está armazenada no arquivo 4DIAS.MID. Você pode transferir (download) esse arquivo para seu computador e executá-lo em qualquer software que suporte Standard MIDI Files (ex: Media Player do Windows).

WAV

O arquivo do tipo WAV é hoje o meio mais comum de armazenamento digital de som em computadores, sobretudo na plataforma PC/Windows. Nele, o áudio é digitalizado em PCM (Pulse Code Modulation), onde cada ponto do sinal sonoro é amostrado e medido, obtendo-se assim uma sucessão de valores numéricos que codificam o som original. Nesse processo de digitalização, o som não sofre qualquer perda, e nem os dados são alterados para reduzir espaço de arquivamento. O conjunto de dados, portanto, é uma cópia fiel do sinal que foi digitalizado, e a qualidade do áudio digitalizado depende somente do circuito conversor analógico/digital (A/D), que geralmente pode operar com valores de 8 ou 16 bits, e taxas de amostragem ("sampling rates") de 4 kHz a 48 kHz.

Como regra geral, podemos assumir que quanto maior for a resolução (bits) na conversão, melhor será a fidelidade do som, sobretudo no que diz respeito a ruído e resposta dinâmica. Já a taxa de amostragem (indicada em kHz), determina a a resposta de freqüências, influindo mais na reprodução dos sons agudos.

Só a título de referência: no CD de áudio comum, que utiliza PCM, o áudio é digitalizado em stereo, usando resolução de 16 bits e taxa de amostragem de 44.1 kHz. Já no DVD de áudio (sucessor do CD), que também utiliza PCM, o som é digitalizado em stereo, usando resolução de 24 bits e taxa de amostragem de 96 kHz

Os arquivos WAV podem conter dados de áudio PCM mono ou stereo, sendo que a resolução e a taxa de amostragem depende do dispositivo conversor e do software

utilizado. Geralmente são usadas as resoluções de 8 ou 16 bits, e as taxas de amostragem de 11.025, 22.050 ou 44.1 kHz. Como já citamos antes, quanto maior a resolução e a taxa de amostragem, melhor é a qualidade preservada no arquivo, mas também quanto maior for a qualidade desejada, maior será o espaço requerido (em bytes) para se armazenar o áudio. Por exemplo: se um som stereo é amostrado (digitalizado) em 16 bits (2 bytes) com taxa de amostragem de 44.1 kHz, isso quer dizer que a cada 1/44100 de segundo, é feita uma amostra de dois bytes para cada um dos dois canais do stereo. Dessa forma, para se digitalizar um segundo de som stereo são necessários 44.100 x 2 bytes x 2 canais = 176.400 bytes, cerca de 172 kB. Ou seja, para se digitalizar um minuto de música stereo serão necessários mais de 10 MB.

Essas contas nos permitem perceber o principal problema do áudio digital, que é o enorme volume de dados, o que requer dispositivos de armazenamento de alta capacidade, e taxas de transferência muito rápidas. Como uma das limitações da Internet - para a grande maioria dos usuários - ainda é a velocidade de transferência de dados, podemos concluir o formato WAV só é viável para trechos muito curtos de áudio.

Abaixo, estão apresentados algumas opções do formato WAV, e as respectivas quantidades de bytes requeridas para um minuto de gravação:

- 16 bits, 44.1 kHz, stereo (qualidade de CD) - 10,3 MB
- 16 bits, 44.1 kHz, mono (qualidade de CD em mono) - 5,2 MB
- 16 bits, 22.05 kHz, stereo (similar a rádio FM) - 5,2 MB
- 8 bits, 11.025 kHz, mono (similar a rádio AM) - 0,6 MB

Além da preservação da qualidade do som original, o formato WAV oferece ainda outras vantagens. Uma delas é sua compatibilidade, pois praticamente todos os softwares de áudio e multimídia o suportam. Outra vantagem é que, diferentemente de um arquivo MIDI, para se reproduzir a música de um arquivo WAV não é necessário qualquer sintetizador, bastando apenas uma placa de som comum.

Exemplo 2:

A música "4 Dias Depois", criada originalmente como seqüência MIDI, foi gravada digitalmente em stereo (16 bits / 44.1 kHz) e salva num arquivo WAV de 6.1 MB. Por causa do seu tamanho, esse arquivo não está disponível aqui, mas apenas um pedaço dele, mantendo a mesma qualidade do áudio. Este pedaço da música está armazenado no arquivo 4DIAS2.WAV (721 kB), que você pode transferir para seu computador e reproduzir usando qualquer software que suporte WAV (ex: Gravador de Som do Windows).

RealAudio

O RealAudio foi uma das primeiras propostas para a transmissão de sons em tempo-real ("audio on-demand") pela Internet. Para que isso seja possível, há um comprometimento significativo da qualidade do áudio, que passa a ser diretamente dependente das condições de transmissão dos dados. Dessa forma, há várias opções para se codificar o áudio, de acordo com a aplicação:

- RealAudio 2.0 - 14.4; resposta de freqüências: 4 kHz; indicado para transmissão de voz, em modems de 14400;
- RealAudio 2.0 - 28.8; resposta de freqüências: 4 kHz; indicado para transmissão de voz com música de fundo, em modems de 28800;
- RealAudio 3.0 - 28.8 Mono, full response; resposta de freqüências: 5.5 kHz; melhor opção para transmissão de som, em modems de 28800;
- RealAudio 3.0 - 28.8 Mono, medium response; resposta de freqüências: 4.7 kHz; indicado para melhorar a clareza da música nos vocais e pratos da bateria, em modems de 28800;
- RealAudio 3.0 - 28.8 Mono, narrow response; resposta de freqüências: 4 kHz; indicado para melhorar a clareza nas músicas com muitas partes cantadas, em modems de 28800;
- RealAudio 3.0 - 28.8 Stereo; resposta de freqüências: 4 kHz; indicado para música stereo em geral, em modems de 28800;
- RealAudio 3.0 - ISDN Mono; resposta de freqüências: 11 kHz; indicado para áudio mono em geral, em conexões ISDN;
- RealAudio 3.0 - ISDN Stereo; resposta de freqüências: 8 kHz; indicado para áudio stereo em geral, em conexões ISDN;
- RealAudio 3.0 - Dual ISDN Mono; resposta de freqüências: 20 kHz; indicado para alta qualidade de áudio mono, em conexões Dual ISDN;
- RealAudio 3.0 - Dual ISDN Stereo; resposta de freqüências: 16 kHz; indicado para alta qualidade de áudio stereo, em conexões Dual ISDN;

Para poder ouvir uma música codificada em RealAudio, é necessário possuir o RealAudio Player, um software especial que decodifica e reproduz arquivos tipo RA. Atualmente, há o RealPlayer, um software mais genérico que pode reproduzir não só arquivos RealAudio (RA), mas também RealVideo (RealMedia, RM).

Para uma homepage transmitir RealAudio ao vivo, é necessário que o servidor esteja rodando o RealAudio Server.

Exemplo 3:

A música "4 Dias Depois", criada originalmente como seqüência MIDI, foi gravada digitalmente em stereo (16 bits / 44.1 kHz) num arquivo WAV de 6.1 MB, depois codificada RealAudio, e armazenada em dois arquivos, com características e qualidade diferentes:

- 4DIAS.RA (466 kB) - este arquivo tem melhor qualidade, mas você só poderá ouvi-lo em tempo-real se sua conexão de Internet for extremamente rápida; se preferir, pode transferir o arquivo 4DIAS.RA para seu computador, e ouvi-lo posteriormente pelo RealPlayer;
- 4DIAS-B.RA (70 kB) - este arquivo tem uma qualidade pior, mas você poderá ouvi-lo em tempo-real, desde que seu modem seja de 28800 ou melhor, e o RealPlayer esteja instalado em seu computador e configurado para executar pelo browser; se preferir, pode transferir o arquivo 4DIAS-B.RA para seu computador, e ouvi-lo posteriormente pelo RealPlayer;

MPEG Layer 3

O padrão MPEG Audio Layer 3 - popularmente conhecido como MP3 - surgiu do grupo de trabalho Moving Picture Expert Group (MPEG), da International Standards Association (ISO). Ele é um padrão de compactação de áudio e usado para armazenar música (ou sons em geral), tendo como principal objetivo a redução de tamanho, sem perda perceptível da qualidade sonora. A técnica usada para isso é chamada de "Perceptual Audio Coding", que analisa as freqüências do som que estão "mascaradas" por outras (e por isso praticamente não são ouvidas), e então utiliza menos bits para codificar essas freqüências.

Este processo de "compactação inteligente" é utilizado nas gravações digitais em Minidisc, e tem sido uma alternativa bastante interessante para determinadas aplicações, como emissoras de rádio e sonorização de festas, onde a imperceptível perda de qualidade não traz qualquer prejuízo.

Os arquivos com música codificada em formato MPEG Layer 3 possuem extensão ".MP3", e podem chegar a ter até menos de 10% do tamanho do arquivo WAV original da música. Tal redução de tamanho viabiliza a transferência de música com qualidade de CD pela Internet e, dependendo do tipo de conexão à rede (ISDN, por exemplo), pode-se até mesmo ouvir a música em tempo-real, enquanto ela é transferida.

Os sub-formatos do MP3 são os seguintes:

- MPEG-1 Layer 3 - taxas de amostragem de 32, 44.1 e 48 kHz
- MPEG-2 Layer 3 - taxas de amostragem de 16, 22.05 e 24 kHz

- MPEG-2.5 Layer 3 - taxas de amostragem de 8, 11.025, 12 kHz

O MPEG-1 suporta uma banda de áudio mais ampla, e por isso é recomendado para aplicações que requeiram alta qualidade. Esse formato opera com taxas acima de 96 kbits/seg (stereo) e 48 kbits/seg (mono). Para aplicações menos exigentes em termos de qualidade, pode-se usar o MPEG-2, que oferece boa qualidade de som e opera com taxas inferiores a 64 kbit/seg (stereo) e 32 kbits/seg (mono). O formato especial MPEG 2.5 foi desenvolvido para aplicações em mono que exijam taxas de transferência muito baixas (abaixo de 16 kbits/seg).

As taxas de transferência dependem do tipo de conexão utilizada para a transmissão dos dados. Os valores típicos são os seguintes:

CONEXÃO	TAXAS
modem 28800	16 kbps
modem 33600	32 kbps
dual ISDN	116 kbps
link 256k	128 kbps

Exemplo 4:

A música "4 Dias Depois", criada originalmente como seqüência MIDI, foi gravada digitalmente em stereo (16 bits / 44.1 kHz) num arquivo WAV de 6.1 MB, depois codificada em MPEG3, e armazenada em dois arquivos, com características e qualidade diferentes:

- 4DIAS.MP3 (553 kB) - este arquivo tem excelente qualidade, mas não pode ser ouvido em tempo-real (a menos que você possua uma conexão de Internet que permita bitrates superiores a 128 kbps); mas você pode transferir o arquivo 4DIAS.MP3 para seu computador, e depois ouvi-lo por qualquer software player de MP3;

- 4DIAS-B.MP3 (86 kB) - este arquivo tem uma qualidade inferior, mas você pode ouvi-lo em tempo-real, se seu modem for de 28800 ou melhor, e haja um software player de MP3 instalado em seu computador; se preferir, pode transferir o arquivo 4DIAS.MP3 e depois ouvi-lo por qualquer software player de MP3;

III. Como formatar a música

Para colocar a sua música no formato adequado à aplicação desejada, é necessário ter a ferramenta correta. Para cada um dos casos apresentados aqui, há um tipo de software específico.

Obs.: Se você pretende utilizar em sua homepage algum arquivo contendo material musical que não tenha sido criado por você, certifique-se de que o mesmo está isento de royalties de direitos autorais. Caso contrário, entre em contato com o autor, para obter permissão para o uso do material para a finalidade que deseja.

Standard MIDI File

Para criar uma música em formato SMF, é preciso ter, pelo menos, um software seqüenciador MIDI. Para compor a música no seqüenciador, pode-se usar o mouse para escrever as notas, uma a uma, ou então "gravar" a execução do músico a partir de um teclado MIDI, conectando-o ao computador através de uma interface MIDI (que pode ser uma placa de som com cabo/adaptador MIDI).

Alguns teclados MIDI possuem um seqüenciador interno, que permite registrar em SMF a execução do músico. A seqüência pode então ser copiada do disquete do teclado para o computador, e então ser transferida para a Internet (lembre-se de que alguns teclados só trabalham com SMF formato 0).

Evidentemente, o processo de criação de uma música em SMF requer algum talento musical, e também um mínimo de conhecimento de MIDI. Nesse aspecto, cabe observar novamente que, dependendo do instrumento MIDI que for executar a seqüência, pode haver diferença de sonoridade nos timbres usados na música. Existe um padrão denominado General MIDI (GM), que define a ordem de numeração dos timbres (piano, órgão, violão, etc). Como a maioria dos sintetizadores e teclados MIDI atualmente é compatível com este padrão, é recomendável que os timbres utilizados na música sejam identificados conforme o padrão GM. Isso fará com que a música soe corretamente em quase todos os instrumentos ou placas de som em que for executada.

Se você não possui um software seqüenciador MIDI (ex: Cakewalk, PowerTracks, etc) e quer utilizar em sua homepage algum arquivo SMF já existente, pode ouvi-lo previamente pelo Media Player do próprio Windows, selecionando nele o dispositivo "seqüenciador MIDI".

Áudio digital

Qualquer que seja o formato de áudio digital a ser usado (WAV, MP3, RA), antes de mais nada é necessário digitalizar o som que se deseja colocar na Internet. Para isso, é preciso pelo menos uma placa de som no computador, e um software que grave áudio. A maioria dos kits de multimídia vem com algum software simples para gravação e edição de áudio (ex: AudioView, WaveStudio, etc), mas caso você não tenha um software desse, poderá usar o Gravador de Som do próprio Windows. Nele você pode gravar e até efetuar alguma edição muito simples, como a adição de eco. Para ter a melhor qualidade de som,

configure para o software gravar em stereo, com 16 bits e 44.1 kHz.

Se você quiser passar uma seqüência MIDI para gravação em áudio digital, poderá fazer tudo diretamente dentro do computador, usando o Mídia Player para tocar a seqüência MIDI pelo sintetizador interno da placa de som (preferencialmente o wavetable synth) e, ao mesmo tempo, gravar os sons do sintetizador diretamente em áudio digital no disco rígido, usando o Gravador de Som.

No procedimento de gravação, deve-se tomar cuidado para que o sinal de áudio na entrada da placa de som não seja nem muito alto (o que causa distorção), nem muito baixo (o que torna suscetível a percepção de ruído).

O material de áudio gravado pelo software deverá ser salvo em formato WAV, mesmo que você vá utilizar um outro formato (MP3 ou RA), pois a conversão de formato será feita posteriormente. Alguns softwares de áudio (ex: Sound Forge, Cakewalk Pro Audio, Cool Edit Pro) podem salvar o áudio em diversos formatos diferentes, incluindo o RealAudio e MP3.

RealAudio

Para criar um arquivo de áudio em formato RealAudio, é necessário o software codificador ("encoder"), ou então utilizar algum gravador/editor de áudio que já suporte esse formato, como os citados no item anterior.

A codificação em RealAudio deve ser feita de acordo com as características em que o material vai ser transferido ("bit rate"). Uma boa idéia é disponibilizar várias versões, cada uma otimizada para um tipo de velocidade de modem (14400, 28800, 33600).

O software para codificação, RealAudio Encoder, permite compactar o áudio a partir de um arquivo (WAV, RealAudio, AU ou "PCM puro") ou então gravando o sinal diretamente pela entrada da placa de som (valem aqui os mesmos cuidados na gravação mencionados no item anterior). O resultado da compactação pode ser salvo num arquivo (extensão "RA") ou enviado diretamente para um servidor conectado à Internet (dotado do software RealAudio Server) que transmitirá ao vivo o material sonoro ("broadcasting"). Essa última opção é a utilizada pelas "rádios online".

Tanto o RealAudio Player quanto o RealAudio Encoder podem ser obtidos gratuitamente no site da Progressive Networks. Já o RealAudio Server (necessário para transmissão ao vivo), não é distribuído gratuitamente.

MPEG Layer 3

Assim como o RealAudio, o formato MPEG requer a codificação do áudio original. Existem inúmeros softwares codificadores, muitos deles gratuitos, outros shareware. Uma boa opção é o MP3 Compressor, um pequeníssimo software "freeware" extremamente eficiente e fácil de usar. Com a popularização do padrão MPEG, é bem provável que os

softwares gravadores/editores de áudio logo passem a suportar este formato.

Para compactar áudio em formato MP3 é necessário ter o material original num arquivo formato WAV (preferencialmente com qualidade de CD: 16 bits, 44.1 kHz, stereo). As características de qualidade do arquivo de destino podem ser definidas antes da compactação, sendo permitidas diversas opções de taxas de amostragem, que é quem vai determinar o grau de compactação final: usando uma taxa de 44.1 kHz, a compactação pode chegar a mais de 1:10, e com uma taxa de 8 kHz, pode chegar a mais de 1:80 (menos de 2% do tamanho original)!

IV. Como colocar a música na Internet

Agora vamos à última fase do nosso assunto, que mostra como implementar numa homepage os comandos HTML associados aos recursos de sonorização que foram abordados nos itens anteriores deste artigo.

É importante observar que o internauta só poderá ouvir o material musical se seu software de navegação ("browser") possuir os recursos adequados para a execução do respectivo formato de arquivo. Os arquivos MIDI e WAV geralmente são suportados automaticamente pelos browsers, não requerendo qualquer instalação ou configuração extra. Para reproduzir arquivos MP3 e RealAudio, no entanto, é necessário que o internauta possua um software específico ("player"), devidamente instalado em seu computador.

Além disso, é necessário que o servidor (computador onde está localizada a homepage) esteja devidamente configurado ("MIME Type") para aceitar arquivos do tipo desejado (WAV, MID, RAM, M3U, etc), para não abrir uma página HTML cheia de caracteres estranhos quando o usuário clicar nos links de acesso aos arquivos sonoros.

Standard MIDI File

Para que o internauta possa ouvir uma música MIDI a partir daquela página, basta incluir uma linha com o seguinte:

```
<A HREF="musica.mid">ACESSO</A>
```

Onde:

musica.mid - é o nome do arquivo MIDI da música, que deve estar no mesmo diretório onde está a página (caso esteja em outro local, este deve ser indicado junto com o nome do arquivo; ex: "main/sound/musica.mid"). Deve sempre estar entre aspas.

ACESSO - é qualquer frase que se queira escrever como referência para o link de acesso à música MIDI. Pode ser também uma figura (nesse caso, conterá o comando HTML necessário para apresentação da figura; ex: <IMG SRC="gif/figura.gif">).

Para que a música MIDI seja executada automaticamente ao se entrar na página, basta incluir a seguinte linha de comando:

```
<EMBED SRC="ftp/musicntr.mid" width=0 height=0 autostart=true>
```

Esse comando funciona tanto no Netscape Navigator quanto no MS Internet Explorer. Mas este último também reconhece o comando:

```
<BODY BGSOUND SRC="ftp/musicntr.mid">
```

Quando o internauta clica no link de acesso, o arquivo MIDI é transferido para o seu computador e carregado no software configurado como player, que então executa a seqüência MIDI no sintetizador disponível.

WAV

Para o internauta ouvir arquivos WAV, o comando é extamente igual ao usado para arquivos MIDI:

```
<A HREF="musica.wav">ACESSO</A>
```

Onde:

musica.wav - é o nome do arquivo WAV com a gravação da música, que deve estar no mesmo diretório onde está a página (caso esteja em outro local, este deve ser indicado junto com o nome do arquivo; ex: "main/sound/musica.wav"). Deve sempre estar entre aspas.

ACESSO - é qualquer frase que se queira escrever como referência para o link de acesso à gravação WAV. Pode ser também uma figura (nesse caso, conterá o comando HTML necessário para apresentação da figura; ex: <IMG SRC="gif/figura.gif">).

Quando o internauta clica no link de acesso, o arquivo WAV é transferido para o seu computador e carregado no software configurado como player, que então reproduz o som através da placa de áudio.

RealAudio

Para o internauta ouvir material de áudio em formato RealAudio, o comando também é exatamente igual ao usado para arquivos MIDI:

```
<a href="http://www.servidor.com.br/sound/musica.ram">ACESSO</a>
```

Onde:

http://www.servidor.com.br/sound/musica.ram - é o local e nome do "metafile" que é a indicação (diretório) do servidor de RealAudio. Deve sempre estar entre aspas.

ACESSO - é qualquer frase que se queira escrever como referência para o link de acesso ao material em formato RealAudio. Pode ser também uma figura (nesse caso, conterá o comando HTML necessário para apresentação da figura).

Para colocar o arquivo sonoro disponível para "streaming audio", deve-se fazer o seguinte:

- Copiar o arquivo formato RealAudio (extensão .RA) para o computador do servidor.
- Use um editor de textos (ex: Notepad do Windows) para criar o "metafile", que conterá a referência da localização (URL) do arquivo sonoro propriamente dito. Exemplo: Se o arquivo "4DIAS.RA" contém uma música em formato RealAudio, e está localizada no site "audio", então deve ser criado um "metafile" (arquivo-texto) designado como 4DIAS.RAM, contendo a seguinte linha:
- audio/4dias.ra
- Salve o arquivo metafile com o nome que será indicado no link de acesso da sua página (geralmente, o mesmo nome do arquivo sonoro), mas com a extensão ". RAM".
- Na sua página, então, inclua o link para o arquivo metafile (indicando a sua localização, se essa não for a mesma da homepage). Exemplo:

```
<A HREF="4dias.ram">
```

Quando o internauta clica no link de acesso, o servidor envia o metafile, que faz com que o software browser inicialize o player de RealAudio, que interpreta o metafile e busca o arquivo contendo o som. Daí então começa a reproduzi-lo em tempo-real ("streaming audio"), através da placa de áudio, sem ter fazer o download completo para poder começar a ouvir (se as condições da conexão não forem boas, poderá haver alguns "engasgos" na reprodução do som).

Para adequar a página às diferentes características (velocidades) dos modems dos internautas, geralmente estão disponíveis várias opções de gravações RealAudio, cada uma codificada para um tipo de velocidade de transferência. O servidor RealAudio se encarregará de detectar a velocidade e enviar o material adequado a cada internauta.

Para utilizar esse tipo de recurso, é necessário que o servidor esteja devidamente capacitado, não só equipado com o RealAudio Server, mas também dimensionado para o fluxo constante de dados que o material de áudio produzirá (caso haja muitos internautas "puxando" o áudio, ocorrerá congestionamento no link).

É possível também disponibilizar arquivos em formato RealAudio para serem apenas transferidos para o computador do internauta, sem reprodução em tempo-real, para que

ele ouça posteriormente no RealAudio Player. Como os arquivos RealAudio são bastante reduzidos, isso permite uma redução significativa do tempo de download, se comparado com arquivos do tipo WAV, por exemplo.

O comando HTML é o mesmo, como se fosse um arquivo comum disponível para download, mas o link é para o próprio arquivo RealAudio, e não seu "metafile":

```
<a href="musica.ra">ACESSO</a>
```

O internauta pode clicar no link de acesso, e então salvar normalmente o arquivo em seu computador, para depois carregá-lo e ouvi-lo no player de RealAudio.

MPEG Layer 3

Para o internauta ouvir ou transferir material de áudio em formato MPEG Layer 3, o comando também é igual ao usado para arquivos MIDI:

```
<a href="http://www.servidor.com.br/sound/musica.m3u">ACESSO</a>
```

Onde:

http://www.servidor.com.br/sound/musica.m3u - é o local e nome do arquivo com a indicação do servidor (URL) onde está o arquivo MP3. Deve sempre estar entre aspas.

ACESSO - é qualquer frase que se queira escrever como referência para o link de acesso ao material em formato MP3. Pode ser também uma figura (nesse caso, conterá o comando HTML necessário para apresentação da figura).

Para colocar o arquivo sonoro MP3 disponível para "streaming audio", deve-se fazer o seguinte:

- Copiar o arquivo formato MPEG (extensão .MP3) para o computador do servidor.
- Use um editor de textos (ex: Notepad do Windows) para criar um arquivo-texto, que conterá a referência da localização (URL) do arquivo sonoro propriamente dito. Exemplo: Se o arquivo "4DIAS.MP3" contém uma música em formato MPEG, e está localizada no site "audio", então deve ser criado um arquivo-texto designado como 4DIAS.M3U, contendo a seguinte linha:

  ```
  audio/4dias.mp3
  ```

- Salve o arquivo-texto com o nome que será indicado no link de acesso da sua página (geralmente, o mesmo nome do arquivo sonoro), mas com a extensão ". M3U".
- Na sua página, então, inclua o link para o arquivo-texto (indicando a sua localização, se essa não for a mesma da homepage). Exemplo:

```
<A HREF="4dias.m3u">
```

Quando o internauta clica no link de acesso, o servidor envia o arquivo-texto, que faz com que o software browser inicialize o player de MP3, que interpreta a informação do texto e busca o arquivo contendo o som. Daí então começa a reproduzi-lo em tempo-real ("streaming audio"), através da placa de áudio, sem ter fazer o download completo para poder começar a ouvir (se as condições da conexão não forem boas, poderá haver alguns "engasgos" na reprodução do som).

Para utilizar esse tipo de recurso, é necessário que o servidor esteja devidamente capacitado, dimensionado para o fluxo constante de dados que o material de áudio produzirá (caso haja muitos internautas "puxando" o áudio, ocorrerá congestionamento no link).

É possível também disponibilizar arquivos em formato MP3 para serem apenas transferidos para o computador do internauta, sem reprodução em tempo-real, para que ele ouça posteriormente no player de MP3.

O comando HTML é o mesmo, como se fosse um arquivo comum disponível para download, mas o link é para o próprio arquivo MP3, e não o arquivo-texto de referência:

```
<a href="musica.mp3">ACESSO</a>
```

O internauta pode clicar no link de acesso, e então salvar normalmente o arquivo em seu computador, para depois carregá-lo e ouvi-lo no player de MP3.

V. Para mais informações...

Aqui estão alguns sites que possuem material interessante para quem deseja se aprofundar no uso de música e áudio na Internet:

Áudio digital / MP3 / RealAudio

- AES - Audio Engineering Society
- CERL Sound Group
- MP3 Compressor
- MPEG Layer 3
- RealAudio

MIDI / Computer Music

- Informus Music Center
- Electronic Music Foundation
- MMA - MIDI Manufacturers Association

Áudio no PC

Nos últimos anos, tem havido lançamentos de muitos produtos de áudio digital para computadores PC, graças à demanda crescente nessa área. Isso se deve não só ao barateamento da tecnologia em geral, mas também por causa da evolução da capacidade de processamento e armazenamento dos computadores, que permitiu a transformação do computador comum em estúdio digital.

Embora a tecnologia de áudio digital não seja uma novidade, pois já existe há algumas décadas, seu uso prático - e comercial - só passou a ser possível à medida que os computadores e seus periféricos começaram a cair de preço.

Os recursos gráficos são essenciais para a gravação e edição de áudio nos computadores, e por isso os primeiras produtos comerciais bem-sucedidos foram desenvolvidos para Macintosh, que já dispunha de interface gráfica há mais tempo do que os PCs. É por causa dessa vantagem cronológica que os sistemas ProTools, da Digidesign, ainda mantêm uma vantagem em relação a seus potenciais concorrentes na plataforma PC/ Windows.

Entretanto, o mercado de hardware e software para PCs vem evoluindo de forma impressionante, sobretudo pela acirrada concorrência que existe. Isso obriga aos fabricantes um esforço imenso para obter um espaço no grande mercado emergente. Na verdade, existem dois mercados de áudio digital para computadores: o profissional, voltado principalmente para os estúdios de gravação, e o que chamamos de doméstico (semi-profissional e amador), onde podemos enquadrar os pequenos estúdios e os usuários amadores.

O mercado profissional exige produtos com qualidade e confiabilidade altas, pois para que os estúdios possam substituir seus sistemas de gravação convencionais (gravadores de fita analógicos e digitais), é preciso oferecer-lhes as mesmas condições de trabalho. A possibilidade de falhas de operação têm que ser muitos pequenas, e o nível de qualidade sonora deve ser igual ou superior ao que já se dispõe.

Já para o mercado doméstico o que importa mais é o preço, ainda que não se negligencie a qualidade, pois os usuários amadores em geral não têm como - ou não querem - investir muito dinheiro em equipamento. Nesse caso, o que pesa mesmo é a relação custo/benefício, isto é, o produto tem que ser "relativamente bom e suficientemente barato".

Em artigos futuros, teremos a oportunidade de analisar melhor os critérios de qualidade e confiabilidade, e veremos também diversos exemplos concretos de custos e benefícios.

Por que gravar sons no disco rígido ?

O uso do disco rígido ("hard disk") do computador como meio de armazenamento de som digitalizado passou a ser interessante quando as suas características técnicas começaram a atender às duas principais necessidades básicas do áudio digital: capacidade e velocidade.

Para se digitalizar um minuto de áudio em stereo, com qualidade de CD (16 bits a 44.1 kHz; veremos esses detalhes em outro artigo), são necessários cerca de 10 megabytes. Dessa forma, para se gravar uma música inteira de, digamos, uns três minutos, precisaremos de mais de 30 megabytes. O conteúdo inteiro de um CD possui mais de 600 megabytes de dados.

No caso de um gravador de estúdio, que precisa ter diversas "trilhas" de gravação (e não apenas os dois canais do stereo), cada trilha ocupa mais de 5 MB por minuto. É fácil perceber que para ser viável, num estúdio, o sistema de gravação em disco rígido deve ter alta capacidade de armazenamento (os discos atuais têm capacidade média de 2.5 gigabytes ou mais; um gigabyte equivale a mil megabytes).

A outra condição essencial, a velocidade, diz respeito à rapidez com que o software pode gravar ("escrever") os dados digitais do som no disco rígido. Um único canal de áudio precisa transferir os dados à uma taxa de cerca de 100 kylobytes por segundo. Assim, para se ouvir, simultaneamente, as várias trilhas de gravação que estão no disco rígido, é preciso haver uma velocidade de transferência de dados suficientemente alta. Essa velocidade depende do tempo que o disco leva para "encontrar" os dados e depois transferi-los à memória do computador. Os discos rígidos do tipo IDE-ATA chegam a ter tempos de acesso inferiores a 9 milisegundos (ms), e taxa de transferência acima de 2.5 MB/s.

Portanto, mesmo os computadores "comuns" têm hoje capacidade para operar razoavelmente com gravação de áudio digital. Para quem precisa de maior desempenho, existem discos mais rápidos (tipo SCSI), que têm velocidade superior aos IDE-ATA, a um custo também relativamente maior. As memórias RAM também vêm caindo muito de preço, o que permite maior bufferização dos dados (armazenamento temporário na memória, antes de salvar no disco), aumentando ainda mais o desempenho do sistema como um todo. Quanto à capacidade de processamento dos chips, qualquer um percebe o quanto vem crescendo (Pentium, Pentium MMX, Pentium II, etc).

Assim, os computadores tornaram-se uma ótima opção para a indústria de áudio, que passou a desenvolver os "acessórios" (placas de áudio e software) que podem transformar um PC comum em gravador de áudio.

Cabos e Conectores - informações práticas

Muitas pessoas pensam que montar um cabo é um bicho-de-sete-cabeças. Na verdade, os únicos requisitos essenciais para isso são uma boa habilidade manual e atenção. A primeira, embora seja uma característica peculiar de algumas pessoas (uma espécie de "dom"), pode ser desenvolvida e aprimorada desde que se conheçam algumas técnicas (e macetes). A segunda, não é necessária somente para se montar cabos, pois é essencial em qualquer atividade.

Mesmo que o músico não queira se dedicar à atividade de "montagem de cabo" (a maioria pensa que isso é coisa para técnicos de eletrônica), em algumas situações, saber soldar um cabo pode evitar muitos problemas (No meio da madrugada, para encerrar uma gravação, o músico precisa de mais um cabo, ele tem um, mas o plug está solto... e aí?).

Tipos de cabos mais usados

Para as aplicações musicais básicas - aqui incluídos os instrumentos musicais, microfones, portastudios e conexões com sequenciadores e computadores, e excluídos os sistemas sofisticados de estúdios e palcos - a diversificação de cabos e plugs não é muito grande. São dois os tipos de cabos mais empregados na maioria das ligações:

cabo blindado mono: é constituído por um condutor interno (feito com vários fios finos) encapado por isolante e envolto por uma blindagem (pode ser uma malha entrelaçada ou uma trança ao seu redor), tudo isso encapado por um outro isolante (Fig. 1.a);

cabo blindado stereo: é constituído por dois condutores internos (cada qual feito com vários fios finos) encapados separadamente por isolantes, e envoltos por uma blindagem (também pode ser uma malha entrelaçada ou uma trança), tudo encapado por outro isolante (Fig. 1.b);

A blindagem feita pelos fios do condutor entrelaçado oferece proteção às interferências eletromagnéticas externas, que podem introduzir ruído sobre o sinal que está sendo transmitido.

O cabo mono é usado para transmitir os sinais de áudio de guitarras, instrumentos eletrônicos e microfones (não balanceados) aos mixers e amplificadores, transmitir sinais de sync (FSK, SMPTE, Tape Sync) entre gravadores e sequenciadores, e até mesmo em pedais de sustain e de controle. O cabo stereo, por sua vez, é usado em linhas balanceadas de áudio (usadas quando o percurso é longo, para evitar que diferenças de potencial de terra, introduzam ruído), e em cabos MIDI. Cabe ressaltar que a maioria dos instrumentos que possuem saída de áudio em stereo usam duas saídas para cabos mono, e não uma única saída para cabo stereo (já a saída de fones, no entanto, usa cabo

stereo).

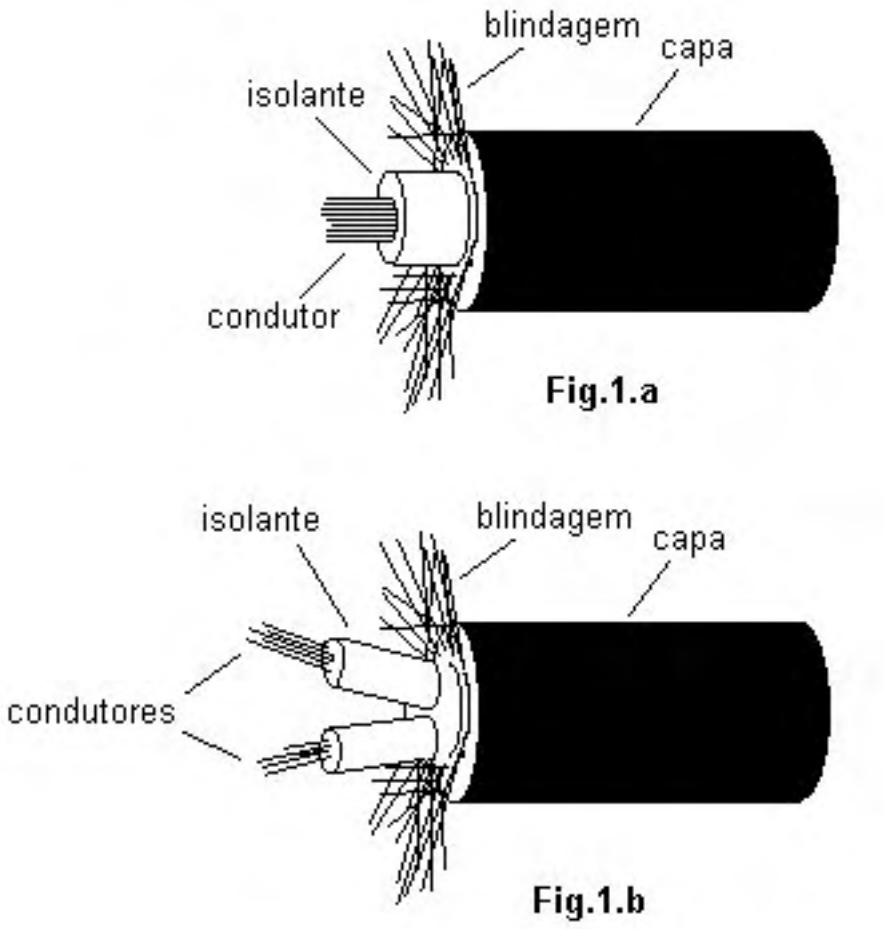


Figura 1 - Tipos de cabos mais usados

Os plugs têm uma variedade um pouco maior do que os cabos, sendo que felizmente há uma certa padronização para determinadas aplicações, o que ajuda bastante quando se adquire equipamentos novos, que têm de ser conectados ao que já existe no sistema:

- **jack mono:** também conhecido como "plug banana" ou "plug de guitarra" é o mais usado para conexões de áudio de instrumentos musicais, como guitarras, baixos, teclados, módulos, etc (Fig. 2.a);

- **jack stereo:** é usado em fones e tomadas de insert de mixers (Fig. 2.b);

- **plug MIDI:** também conhecido como "plug DIN de 5 pinos em 180º", como o nome sugere, é usado nas conexões de MIDI, e também (há mais tempo) em equipamentos doméstico de áudio da Philips (Fig. 2.c);

- **plug RCA:** muito usado para conexões entre equipamentos domésticos de áudio (CD, gravadores, etc), mas alguns portastudios e outros equipamentos musicais semi-profissionais também usam. Muitos dispositivos de sincronização (SMPTE,

FSK, TapeSync) de gravadores com sequenciadores usam também estes plugs (Fig. 2.d);

- **conector XLR:** também conhecido como "conector Canon", é usado basicamente em conexões de linhas balanceadas. Os cabos com conectores XLR usam macho em uma extremidade e fêmea na outra (Fig. 2.e);

Deve-se procurar usar sempre os materiais mais resistentes, principalmente quando se tratar de instalações sujeitas a mudanças frequentes, como o uso no palco. Os jacks, por exemplo, podem ter capa de plástico ou de metal, sendo esta última melhor (e mais cara). Alguns plugs possuem uma luva que protege o cabo ao entrar no plug, evitando que ele seja dobrado ou forçado (nos jacks de capa metálica, essa luva é feita com uma mola flexível).

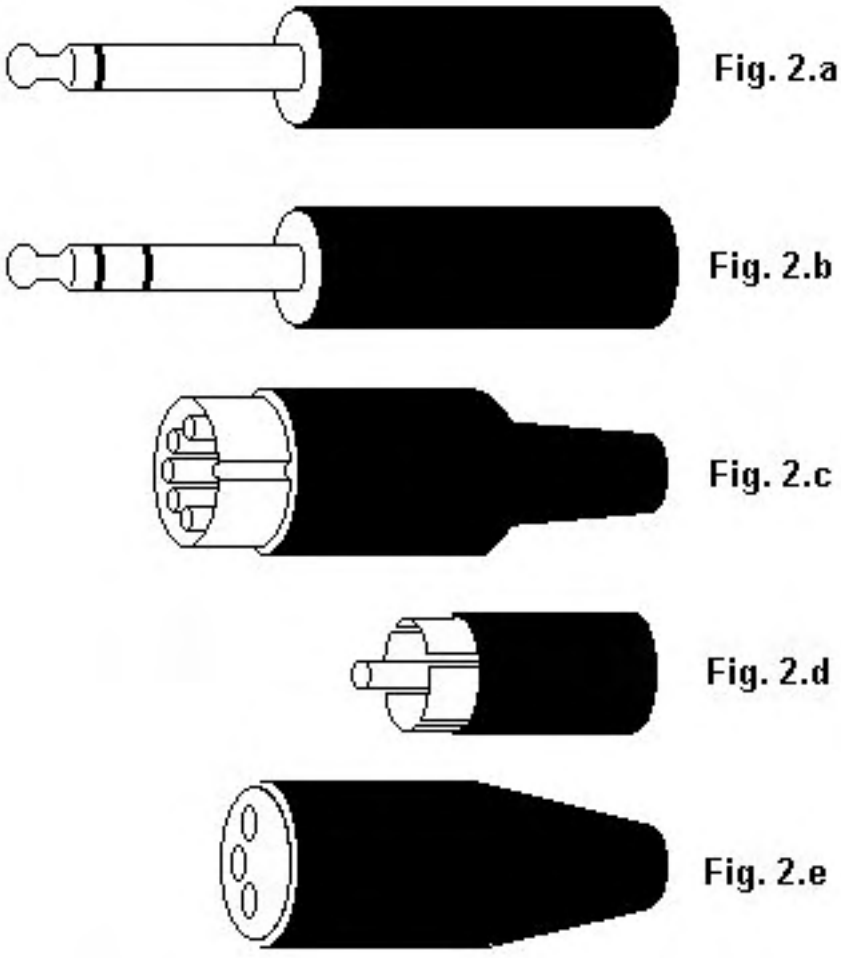


Figura 2 - Tipos de plugs

Cuidados e precauções

Use sempre o cabo adequado à cada aplicação. Improvisar soluções, ainda que em situações de emergência, acaba comprometendo o resultado final de todo o trabalho. Comparado com os demais componentes de um sistema musical, o cabo é uma peça extremamente barata, e por isso economizar nele não parece ser uma atitude racional. O

ideal é ter-se sempre um cabo reserva de cada espécie, para uma eventual necessidade.

O manuseio dos cabos também deve ser de forma adequada, para que a sua durabilidade seja maior. Nunca se deve retirar uma conexão de um equipamento puxando pelo cabo, mas sim pelo corpo do plug, que é feito para isso. O ato de puxar o cabo submete-o a um esforço para o qual não foi projetado, o que pode acarretar em rompimento dos condutores internos, ou então - o que é mais provável - rompimento da solda do cabo no plug.

Na ocasião do projeto das instalações dos equipamentos, é importante considerar alguns aspectos que podem ser úteis. O primeiro seria o dimensionamento correto de todos cabos, evitando usar cabos curtos demais (que vão ficar esticados, e se transformarão em fonte de problemas, como ruptura ou danificação dos plugs), ou longos demais (que "embolarão", dificultando sua movimentação futura). É de grande utilidade etiquetar as extremidades dos cabos, o que facilita sobremaneira na manipulação das conexões. Os cabos também devem sempre ficar livres (soltos) sem pesos em cima, ou qualquer outra coisa que possa dificultar seu movimento, quando necessário.

Uma outra prática que pode não só aumentar a vida útil, mas também facilitar o manuseio é enrolar-se sempre os cabos no mesmo sentido. Na maioria das vezes, os cabos vêm enrolados em forma circular, e por isso, seu material já está "acomodado" àquele formato. Usar um outro formato de enrolamento acaba forçando os condutores e respectivas camadas isolantes, fazendo o conjunto todo perder coesão, ou deformar-se. Deve-se sempre enrolar o cabo no formato e sentido de enrolamento "natural" que ele já tem. Isso, além das vantagens em relação à durabilidade, acaba também tornando o enrolamento mais fácil. Deve-se evitar também enrolar os cabos em círculos de raio muito pequenos, pois força mais o cabo.

Há um tipo de cabo, chamado de espiralado, que tem a aparência de um cabo de telefone. Este cabo é mais indicado para guitarristas e baixistas, que precisam de mobilidade e não desejam um "rabo" de cabo espalhado pelo chão, pois o cabo espiralado contrai-se e expande-se à medida que é aforuxado ou esticado com o movimento do músico. A desvantagem do cabo espiralado é o peso que ele provoca sobre o músico (que incide mais sobre o plug) pois, como o cabo não fica largado no chão, mas sim pendurado, a massa total acaba sendo carregada pelo músico. Esse tipo de cabo não é recomendável para uso em instalações fixas de estúdios e palcos, pois suas espiras acabam se prendendo nos outros cabos ou obstáculos, dificultando muito o manuseio nas instalações.

Faça você mesmo

Para quem quer aprender a consertar ou montar seus cabos, aqui vão algumas dicas e técnicas na "arte" de soldar cabos e plugs. Para isso, é necessário ter-se algumas ferramentas básicas, como um ferro-de-soldar (para eletrônica), um sugador de solda (não é essencial, mas ajuda bastante), um alicate de bico fino, um alicate de corte (ou

tesoura) e, obviamente, um rolo de solda. Todas essas ferramentas são facilmente encontradas nas boas lojas de material eletrônico, e os preços variam conforme a qualidade do produto.

Uma regra básica para qualquer montagem eletrônica - e isso inclui a montagem de cabos - é que um serviço mal feito acaba tendo que ser refeito. Deve-se sempre ter em mente que um trabalho "matado" hoje provavelmente vai ser um problema (ou um desastre) no futuro. Portanto, atenção e primor são essenciais para um resultado perfeito.

Quando for consertar um cabo, preste atenção no defeito que ele apresenta. As falhas mais frequentes são por causa de interrupção de condução, que pode ser causada por uma solda solta do condutor no plug ou mesmo pelo rompimento de um condutor. Se o problema é a solda, a solução é simples, e veremos como fazê-la, mais adiante. Se aparentemente não há qualquer solda solta, verifique se algum condutor está encostando no outro. Às vezes um dos pequenos fios de um dos condutores está tocando o outro, provocando um curto-circuito entre eles. Se for isso, ou corte devidamente o "fiozinho rebelde", ou refaça a solda do condutor, juntando bem todos os fios dele antes de soldar.

Se nenhuma das evidências citadas for detectada, então o problema pode ser a ruptura interna de condutor, em algum ponto ao longo do cabo. A solução para esse problema é ir cortando pedaços (digamos, de cerca de 3 cm) de cada extremidade do cabo, alternadamente, até voltar a haver condução. Calombos, dobras pronunciadas ou falhas sensíveis (ou visíveis) no encapamento externo são pontos suspeitos: flexione e entorte o cabo seguidamente, em diversos pontos ao longo do seu comprimento, verificando se a condução é restaurada quando se mexe em algum trecho. Se isso ocorrer, provavelmente a ruptura está naquela região.

Para se testar a condução no cabo, pode-se usar um multímetro eletrônico, usando-se a função de teste de resistência (ohms) e aplicando-se as pontas de teste em cada extremidade do condutor, que deverá acusar resistência igual zero. Há multímetros com funções específicas para testar condução, indicando com sinal sonoro. Um dispositivo rudimentar para se testar a integridade dos condutores de um cabo é sugerido na Figura 3. (Ao testar o cabo, deve-se prestar atenção se as extremidades testadas são do mesmo condutor !).

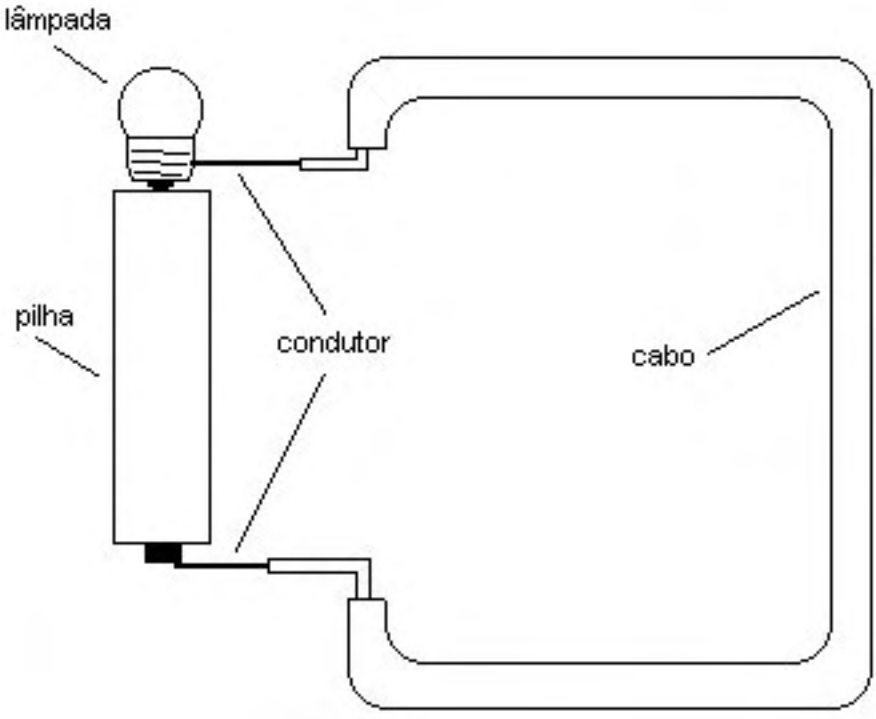


Figura 3 - Dispositivo rudimentar para se testar a integridade dos condutores em um cabo

Caso você decida consertar ou montar seus cabos, então aqui vão alguns lembretes e dicas importantes:

1. Inserir as capas dos plugs no cabo. Após cortar o cabo no tamanho desejado, insira logo as duas capas dos plugs (uma virada para cada extremidade). Esse é um lembrete importante, pois será grande sua frustração ao terminar a soldagem dos plugs e verificar que esqueceu de enfiar as capas no cabo.

2. Observar as posições de soldagem dos condutores. No cabo de áudio mono, o condutor deve ser soldado sempre no terminal interno (menor) existente no plug, enquanto a malha de blindagem deve ser soldada no terminal externo (maior). No cabo de áudio stereo, cada um dos condutores deve ser soldado nos terminais internos (menores), prestando atenção na cor de cada um (pois no outro plug, a posição de soldagem deve ser igual), e a malha de blindagem deve ser soldada no terminal externo (maior), da mesma forma como é no cabo mono. No cabo MIDI, a malha de blindagem deve ser soldada no terminal central, enquanto os condutores devem ser soldados, cada um, nos terminais adjacentes ao terminal central (os terminais extremos não são usados). Deve-se observar com atenção qual o terminal usado por cada condutor, para no outro plug adotar a mesma posição.

3. Não deixar "solda fria". Ao soldar, verificar se houve uma perfeita fusão da solda, unindo perfeitamente o condutor ao terminal. A solda bem feita tem aspecto arredondado e brilho homogêneo. Caso a solda não derreta bem, não haverá perfeita aderência com o metal - a chamada "solda fria" - apresentando um aspecto irregular e pouco brilho (opaco). Antes de fechar o plug com a sua capa,

verifique se os pontos de solda estão bem presos.

4. Firmar o cabo no plug com a braçadeira. Tanto no plug de áudio como no de MIDI há internamente duas abas internas que servem para "abraçar" o cabo, oferecendo maior resistência caso o plug venha a ser puxado pelo cabo, evitando assim que os pontos de solda sofram esforços. O plug MIDI também tem uma trava que mantém a capa plástica presa à capa metálica interna, e que deve ser ligeiramente puxada pelo orifício da capa plástica.

Técnicas básicas de soldagem

Para se obter uma soldagem bem feita, é importante observar alguns requisitos, que podem evitar futuras dores-de-cabeça.

1. Prenda as partes. Para facilitar o trabalho de soldagem, é conveniente fixar o plug numa mesa, usando alguma ferramenta adequada, como por exemplo um "grampo-sargento" (aquela peça usada pelos chaveiros para segurar a chave). Pode-se montar uma base de fixação para o plug usando uma tomada fêmea do próprio plug. Não é recomendável segurar com a mão o plug, pois ele pode aquecer durante a soldagem (o que o fará soltá-lo...).

2. Deixe o ferro aquecer. A maioria das pessoas realmente não sabe que o aquecimento é o mais importante numa soldagem. Deixe o ferro-de-soldar aquecer no mínimo uns cinco minutos antes de iniciar a soldagem.

3. Limpe as partes. É recomendável que as partes a serem soldadas sejam limpas, de forma a eliminar as impurezas (oxidações, etc) que podem prejudicar a soldagem. Raspe os terminais do plug com uma gilete ou faca. Verifique também se a ponta do ferro-de-soldar não está com acúmulo de solda. Deixe-o quecer e raspe a ponta com uma faca ou limpe-a com um pano ou esponja umidecida.

4. Prepare os fios antes de soldar. Antes de soldar os condutores nos terminais, enrole seus pequenos fios, formando uma trança espiralada, e depois derreta um pouco de solda sobre eles. Isso faz com que os fios não se separem e ao mesmo tempo torna-os rígidos, o que facilita o manuseio na soldagem.

5. Use o calor, não a força. O segredo da soldagem é o aquecimento da solda e das partes. Para soldar um fio no terminal de um plug, posicione o fio no ponto onde ele deve ser soldado no terminal e encoste a ponta do ferro-de-soldar em ambos (fio e terminal), de forma a aquecer os dois. Logo em seguida, aplique o filete de solda junto à ponta do ferro, na região onde ele toca as duas partes, e deixe-a derreter de forma a cobrir o fio e aderir no terminal. A solda quando bem feita adquire um aspecto esférico e brilhoso. Não use nem muita nem pouca solda: com pouca solda não será possível criar uma película envolvendo toda a região, o que não garante aderência adequada; com muita solda, corre-se o risco dela escorrer e

fazer contato com outras partes que devem estar isoladas. Quando a solda fica opaca, sem brilho, é sinal de que não houve uma boa fusão do material - a chamada "solda fria" - que certamente acabará soltando.

6. Ao terminar, desligue o ferro. Nunca se esqueça disso. Muitos acidentes já aconteceram por causa da pressa. Ao encerrar a soldagem, desligue o ferro-de-soldar da tomada, limpe sua ponta e guarde todo o material. Como em qualquer outra atividade, também na soldagem de um plug a organização e a atenção são ítens importantes.

Balanceado X Não-Balanceado

Informação técnica para usuários de produtos de áudio profissional da Yamaha

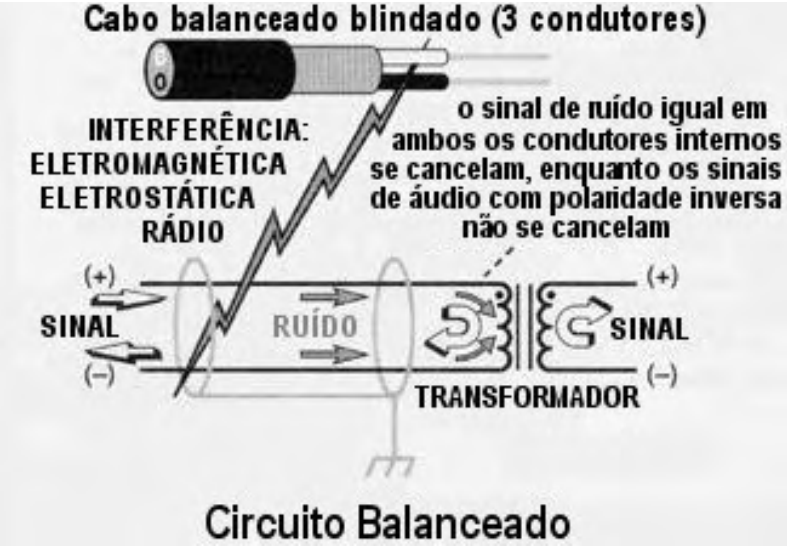
Conexões não-balanceadas empregam dois condutores: um no potencial do aterramento e o outro conduzindo o sinal. Os equipamentos que operam em nível de -10 dBV quase sempre usam conexões não-balanceadas.

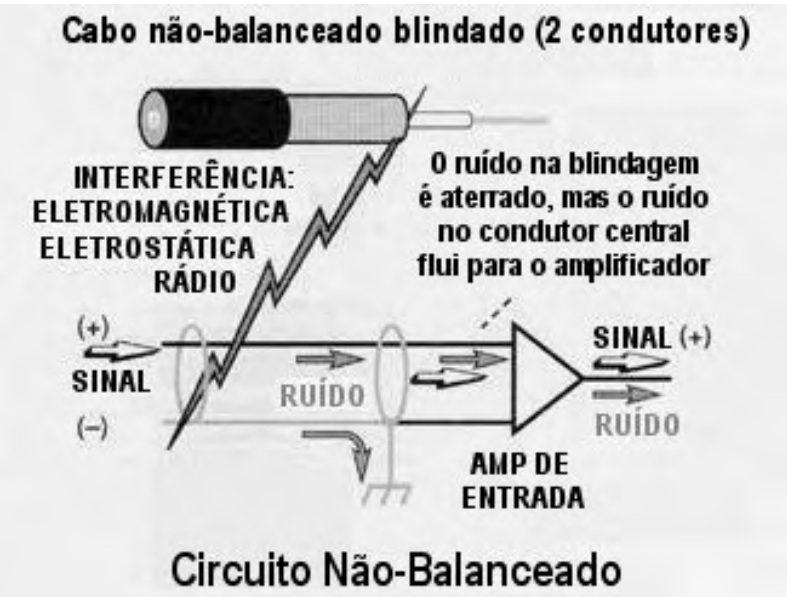
Conexões balanceadas empregam dois condutores, cada um conduzindo o mesmo potencial de sinal, mas com polaridade invertida em relação um ao outro. A conexão balanceada pode ter ou não uma referência de aterramento. Se não tiver, é chamada de conexão "flutuante". Uma conexão balanceada com referência de aterramento requer três condutores, sendo o terceiro o potencial de aterramento (uma conexão flutuante pode também ter um terceiro condutor, mas ele é usado como blindagem e não como potencial de aterramento).

OBS.: O termo "push-pull" também tem sido usado para descrever uma saída balanceada, mas é mais adequado para descrever o tipo de saída de amplificadores de potência, e não circuitos de sinal de linha.

Por que usar conexões balanceadas?

Particularmente em sistemas de sonorização, ou em sistemas complexos de gravação e radiodifusão, as conexões balanceadas são preferenciais porque elas são bem menos suscetíveis a captação de interferência. Os equipamentos profissionais que operam em +4 dBu usualmente (mas nem sempre) possuem entradas e saídas balanceadas. Conexões não-balanceadas podem operar muito bem em sistemas de áudio de pequeno porte, ou em sistemas fixos (permanentes), onde os problemas de loops de terra podem ser eliminados de uma vez, e esquecidos. Em sistemas de sonorização portáteis, é melhor evitar conexões não-balanceadas.





Entradas balanceadas com e sem transformadores

Muito freqüentemente. equipamentos profissionais modernos usam acoplamento direto (e não transformadores). A entrada balanceada com acoplamento direto muitas vezes é chamada de "entrada diferencial". Uma das desvantagens dos circuitos diferenciais é que eles podem não estar "flutuantes", e por isso às vezes é preciso adicionar transformadores auxiliares para eliminar o ruído induzido (devido aos loops de terra ou a níveis muito altos de sinais de ruído). As entradas (e saídas) balanceadas algumas vezes são implementadas usando um transformador, que pode ou não possuir um tap central. Quando presente, o tap central em geral não deve ser aterrado. A presença de um transformador não garante o balanceamento do circuito; uma conexão não-balanceada pode estar acoplada por transformador, e uma saída balanceada pode ser desbalanceada se conectada à uma entrada não balanceada.

Como interconectar vários tipos de circuitos

A natureza da saída ativa determina o tipo de cabo que deve ser usado quando aquela saída balanceada é conectada a uma entrada não balanceada. Usualmente deve ser empregado um cabo blindado com dois condutores, permitindo ao cabo permanecer razoavelmente balanceado até a entrada do equipamento não-balanceado. Isso realmente ajuda a cancelar o ruído porque a blindagem drena o ruído para o terra, e não é ela quem conduz o sinal. A resistência finita da blindagem faz com que seja diferente aterrar a blindagem e a parte baixa do cabo na entrada não-balanceada do que aterrá-los na saída do equipamento balanceado.

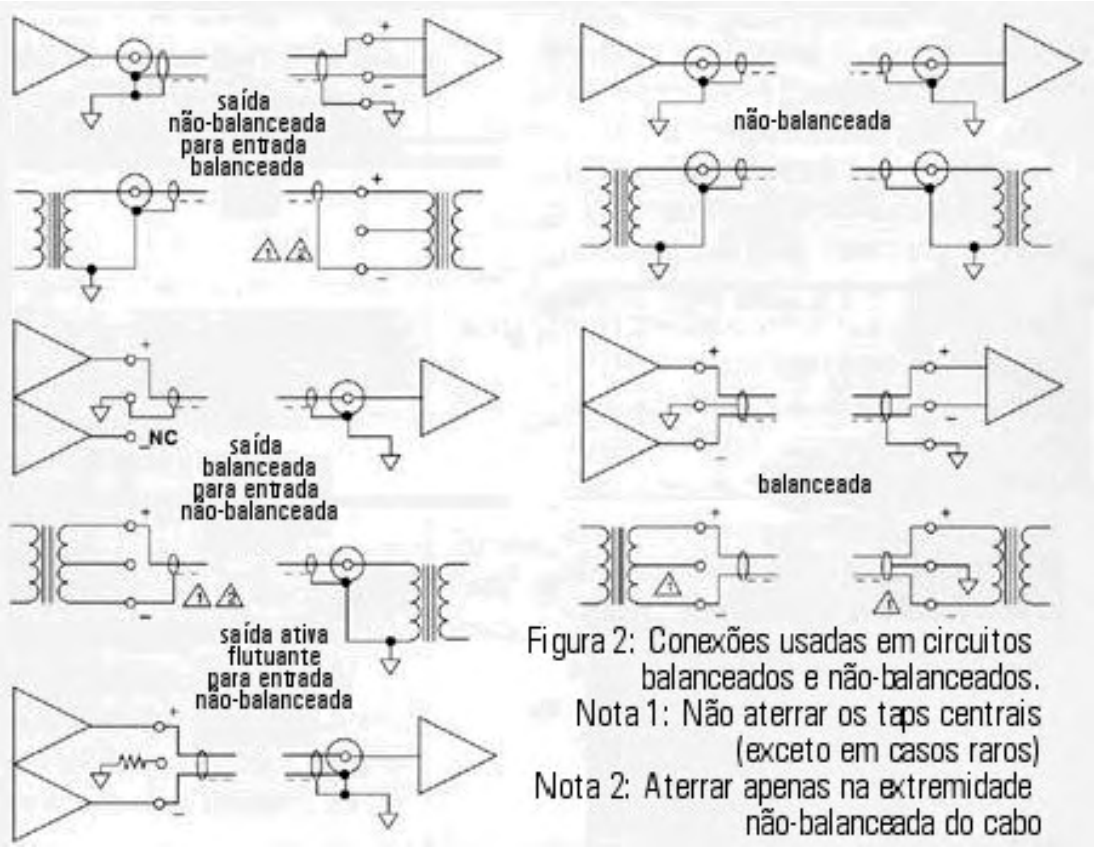


Figura 2: Conexões usadas em circuitos balanceados e não-balanceados.
Nota 1: Não aterrar os taps centrais (exceto em casos raros)
Nota 2: Aterrar apenas na extremidade não-balanceada do cabo

A Fig.2 ilustra as práticas recomendadas para se manipular conexões balanceadas e não-balanceadas em várias combinações. Há outras formas de fazer, mas estas representam um bom ponto de partida para quem ainda não está bem certo de como fazer.

Quais conectores usar?

A Fig.2 descreve quais circuitos de entrada se ligam a quais circuitos de saída, e se o cabo é de um ou dois condutores, com blindagem. Também é mostrado como a blindagem deve ser conectada (em uma ou outra extremidade do cabo, ou em ambas). Mas a ilustração não mostra os conectores.

Geralmente, não há a escolha quanto ao tipo de conector a usar, pois os equipamentos já determinam isso. Em alguns casos, pode-se ter alternativas, como com conectores de 1/4″, que podem estar disponíveis para dois ou três condutores. É preciso saber previamente, antes de efetuar as conexões. Veja na Fig.3 as sugestões de cabos e conectores para cada caso.

No mercado, há conectores bem feitos, com baixa resistência de contato (e pouca tendência em desenvolver uma resistência a longo prazo), e mal feitos. Eles podem estar bem firmes no cabo, com blindagem e condutores internos bem soldados, e o cabo bem preso à braçadeira do plug. E podem também ser construídos com pouca atenção a esses detalhes. Consulte o vendedor sobre as características construtivas do cabo, e você se certificará de que, no longo prazo, será mais econômico não comprar o cabo mais barato.

Além disso, é possível usar vários tipos de cabos com um determinado conector, e por isso você poderá encontrar cabos melhores ou cabos não tão bons para uma mesma aplicação. O que faz tudo isso complexo é que o "adequado" depende da natureza dos circuitos de entrada e de saída que estão sendo interconectados.

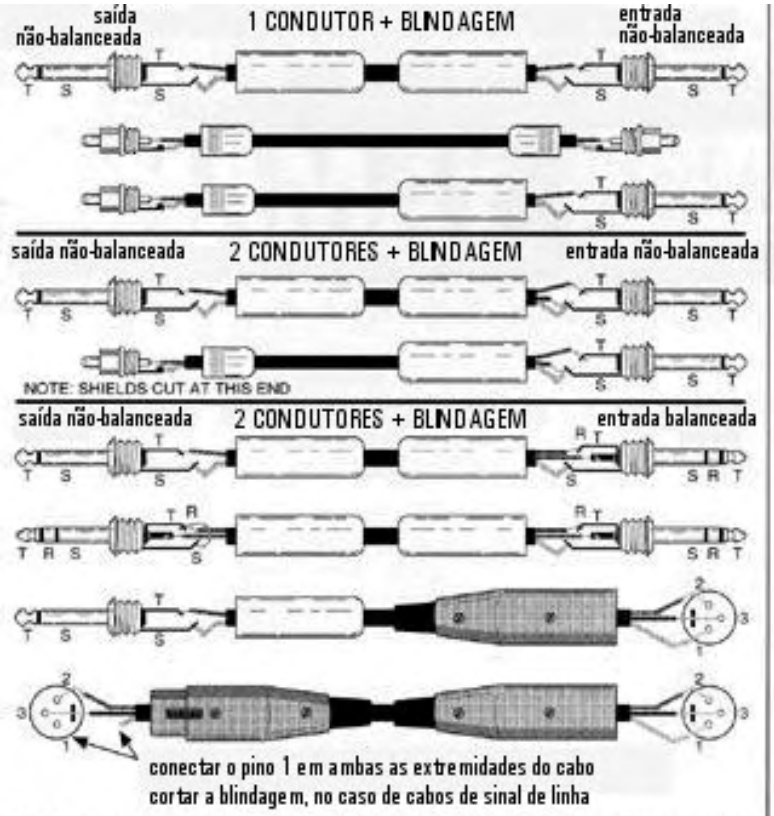


Fig. 3a: Cabos c/ 1 e 2 condutores para fontes não-balanceadas

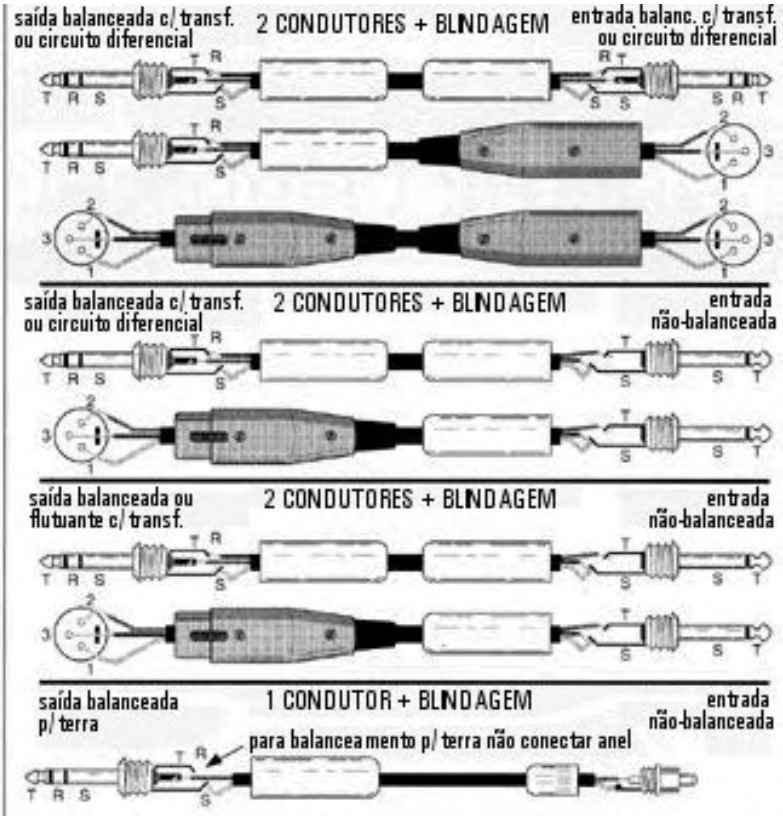


Fig. 3b: Cabos c/ 1 e 2 condutores para fontes balanceadas

A importância de um bom cabo

Um cabo possivelmente custa menos do que qualquer outro componente do sistema de sonorização (exceto os multi-cabos - "snakes" - que de fato são caros). Claro, pode-se ter dezenas de cabos num único sistema, e o custo até chegar a um valor razoável. Ruídos de "hum", perda de sinal, ou falhas nas saídas por causa de curto-circuito, tudo isso pode ser causado por um cabo. Nunca tente economizar dinheiro nos cabos.

Todo fio é diferente, assim como nem todos os conectores são feitos da mesma forma. Mesmo que o diâmetro final, calibre do cabo e a montagem em geral seja similar, dois cabos podem ter propriedades elétricas e físicas diferentes, tais como resistência, capacitância e indutância entre condutores, flexibilidade, densidade de blindagem, durabilidade, capacidade de suportar esmagamento, dobramentos, tração, fricção, etc.

Os cabos de microfone devem sempre ter braçadeiras amarrando-os aos plugs.

A melhor blindagem que se pode ter em instalações fixas (permanentes) ou dentro de racks é a blindagem por folha, mas esses cabos não são particularmente fortes e a blindagem se deteriorará caso eles sejam muito flexionados.

As blindagens trançada e enrolada são mais usadas em cabos de microfone e de instrumentos. A trançada é preferida porque a enrolada tende a se abrir quando o cabo é flexionado, o que não só degrada a densidade de blindagem, mas também causa ruído no microfone.

Se a capacitância do cabo se altera quando este é flexionado, isso pode modificar o nível de ruído induzido. Esse é o maior problema com a alimentação "phantom power" em cabos de microfone, embora isso possa ocorrer em qualquer cabo, e é algo que ninguém deseja num sistema de sonorização. Pode-se evitar esse problema usando-se cabos com material dielétrico (isolante)

estável, e com uma blindagem bem trançada que esteja bem presa ao plug, de forma que não ocorram aberturas na blindagem quando o cabo é flexionado. Os cabos de microfone e de instrumentos costumam ter plugs com uma capa de borracha, que dá uma boa pegada e é flexível numa faixa ampla de temperatura. Também se usa para isso vinil de boa qualidade.

Alguns cabos com um condutor e blindagem parecem similares aos cabos coaxiais usados para sinal de TV e rádio (ex: RG-58, RG-59), mas existe uma diferença maior. Os cabos coaxiais para uso com rádio-freqüência (RF) geralmente possuem condutor central rígido (ou condutor feito com poucos fios grossos), e sua capacitância é bem diferente da dos cabos de áudio O cabo coaxial também é menos flexível, por isso não use cabos de RF para aplicações de áudio.

Cabos sem blindagem e cabos para caixas acústicas

A blindagem adiciona capacitância, massa, peso e custo a um cabo, e por isso algumas pessoas tentam evitá-la. Isso é aceitável no caso de linhas telefônicas, mas jamais considere a possibilidade de usar cabos sem blindagem para microfones ou instrumentos.

Nas caixas acústicas, o nível de sinal é tão alto que o ruído eletromagnético é insignificante e por isso pode-se usar cabos sem blindagem. Na verdade, cabos blindados em caixas acústicas apresentam uma reatância maior e podem induzir a oscilações parasitas!

Leia também Sound Reinforcement Handbook, de Gary Davis e Ralph Jones, 2a. edição revisada, fev/1990, publicada por Hal Leonard Publishing Co.

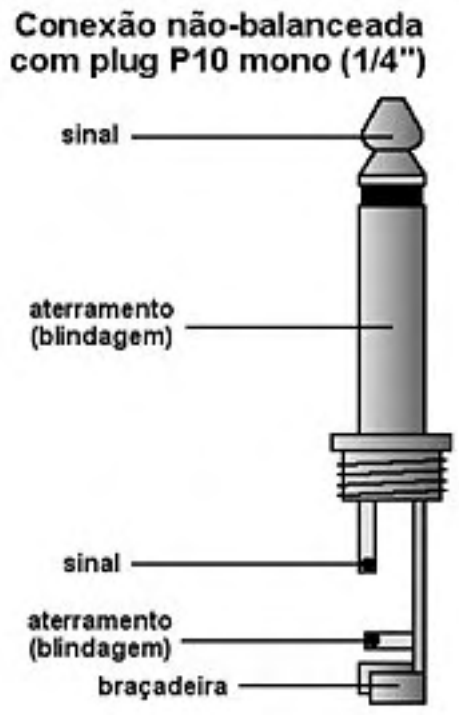
© 1992 Yamaha Corporation of America

Conexões de áudio

Apresentamos aqui os esquemas de ligação dos sinais nos plugs de áudio para as situações mais comuns.

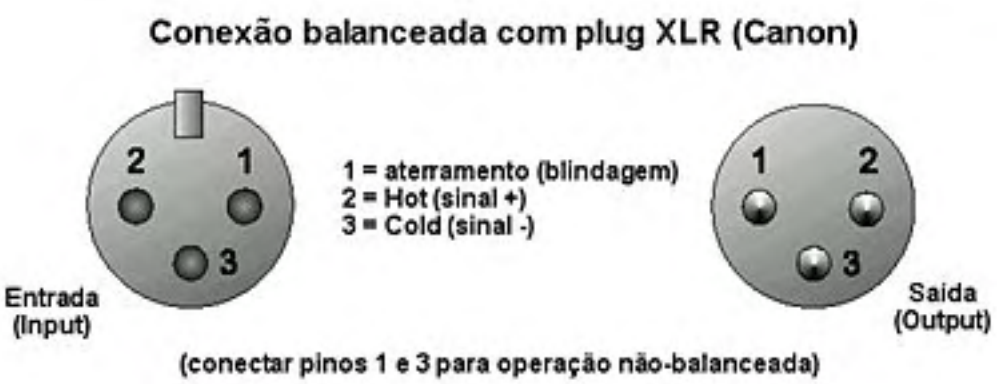
Conexão não-balanceada de áudio em mono

O plug mais usado é o P10 (1/4") mono, também chamado erroneamente de "banana" (que é um outro tipo de plug).

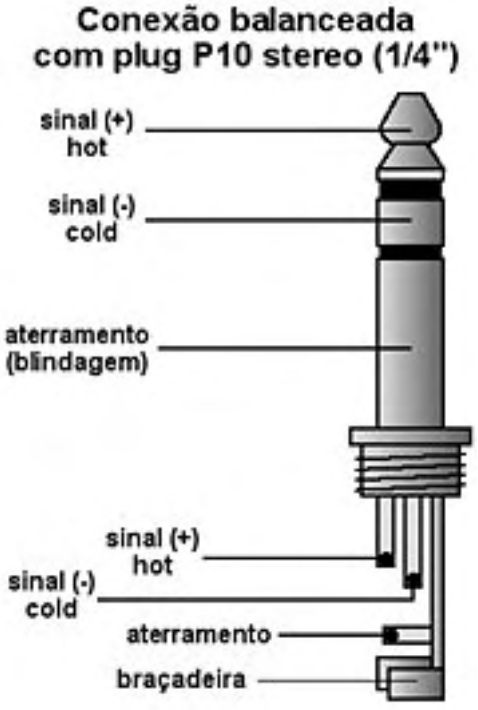


Conexão balanceada de áudio em mono

Para conexão de microfones e equipamentos profissionais, é mais usado o cabo balanceado com plugs XLR (também chamado como plug "Canon").

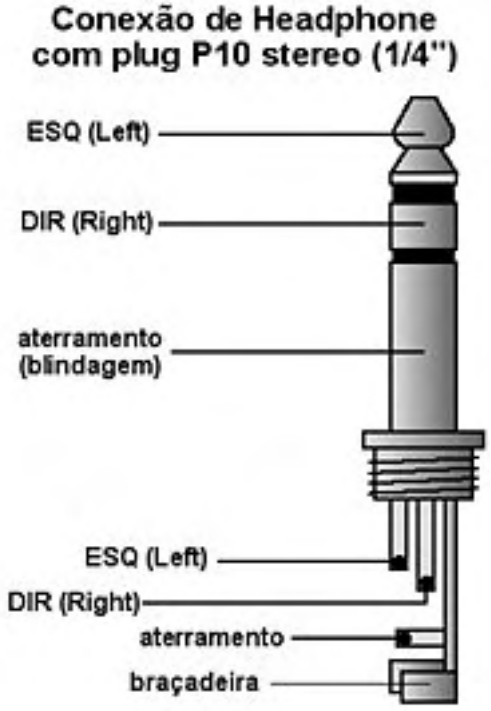


Muitos equipamentos oferecem conexão balanceada com plugs P10 (1/4") stereo. Este tipo de plug é também conhecido como "TRS", que são as iniciais das designações das partes do plug: Tip (ponta), que leva o sinal positivo ("hot"), Ring (anel), que leva o sinal negativo ("cold"), e Sleeve (capa), que é a conexão da blindagem.



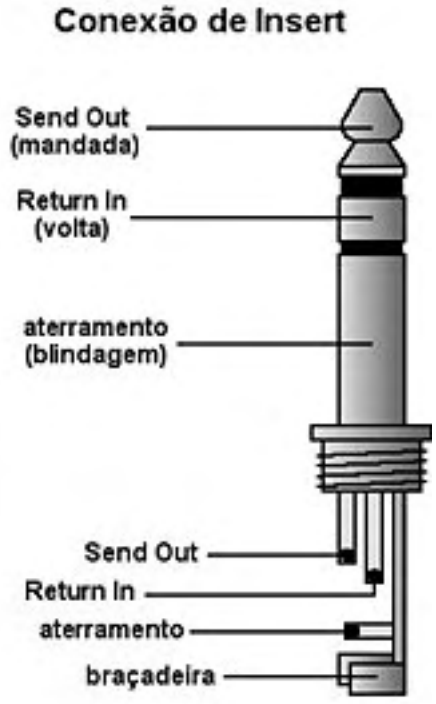
Conexão de headphone stereo

O plug mais usado em equipamentos profissionais é o P10 (1/4") stereo. Nessa conexão, a ponta do plug leva o sinal do canal esquerdo (Left), e o anel do plug leva o sinal do canal direito (Right).



Conexão de Insert

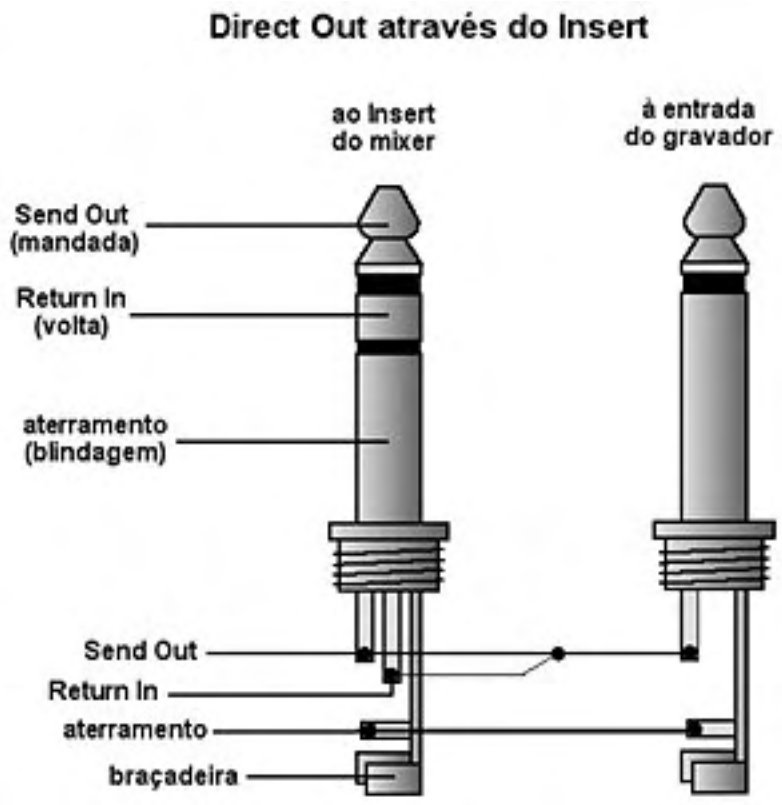
As mesas de mixagem (mixers) profissionais oferecem nos canais de entrada uma tomada de conexão chamada de "Insert", que permite acoplar exclusivamente àquele canal um processador de efeito (ou algum outro dispositivo apropriado). O plug usado nesse tipo de conexão é o P10 (1/4") stereo. Nessa conexão, a ponta do plug leva ao processador de efeito o sinal daquele canal de entrada do mixer, e o anel do plug traz para o canal o sinal que retorna do processador de efeito.



Conexão de Direct Out através do Insert

As mesas de mixagem profissionais oferecem nos canais de entrada uma tomada de conexão de saída chamada de "Direct Out", que permite acoplar exclusivamente àquele canal a uma entrada do gravador (ou placa de áudio).

Quando a mesa não possui Direct Out, mas possui Insert, pode-se fazer com que a tomada de Insert funcione como Direct Out, ligando os pinos do plug conforme mostra a figura abaixo. Nesse caso, o sinal sairá do canal do mixer sem interromper seu caminho, exatamente como no caso do Direct Out. O plug usado nesse tipo de conexão é o P10 (1/4") stereo na tomada de Insert da mesa, e o P10 mono na tomada de entrada do gravador. O pinos de Send e Return do plug stereo devem ser ligados.



Fonte de referência: Manual Behringer MX2004A

Por dentro do CD-R

Gravar seus próprios CDs no computador é algo que atualmente qualquer um pode fazer. Mas como funciona o processo de gravação de um CD-R? Para entender a tecnologia por trás do disco CD-R (Compact Disc-Recordable), é preciso primeiro entender a tecnologia do CD comum, e como ela evoluiu.

O áudio digitalizado requer uma grande capacidade de armazenamento, uma vez que 60 minutos de música, gravados em stereo na resolução de 16 bits e taxa de amostragem de 44.1 kHz, ocupam 15 bilhões de bits. Felizmente, os CDs foram projetados para atender a esse volume de dados mas, infelizmente, durante muitos anos essa tecnologia só esteve disponível para fabricantes de CDs por processo de moldagem por injeção. Dessa forma, até o final da década de 1980, para se fazer um CD era necessário enviar uma fita com o material musical para a empresa fabricante de CDs, o que era um processo caro e demorado, inviável a maioria das pessoas.

Em 1988, a Philips e a Sony criaram um padrão para o CD gravável (CD-R), o que viabilizou a um número imenso de pessoas gravar seus próprios trabalhos musicais, em estúdios comuns ou mesmo em casa.

Fundamentos da tecnologia do CD-ROM

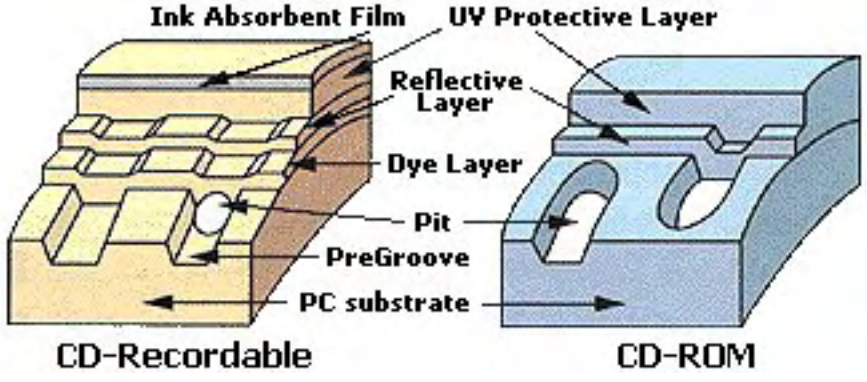
O CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory) é um disco com 4″ de diâmetro (aprox. 10 cm) e feito de uma camada de alumínio entre uma camada de resina e outra de plástico policarbonato. No processo de moldagem a base de policarbonato é estampada com minúsculos ressaltos. A camada de alumínio altamente reflexiva é então aplicada à base de policarbonato, e selada com uma camada de resina para proteger a superfície do disco contra arranhões e poeira.

As informações ficam registradas nos minúsculos ressaltos na base de policarbonato, chamados de "pits" separados da superfície de alumínio, chamada de "land". Esses pits são um dos menores objetos fabricados comercialmente pelo ser humano. Os pits e lands representam o "zero", e a transição de um para outro representa o "um", que são os dois únicos algarismos no sistema de numeração binário, utilizado pela tecnologia digital. Assim, quando um feixe de laser se move de um pit para uma land, ou vice-versa, a reflexão é modificada momentaneamente e interpretada como o dígito "um". As sucessões de pits e lands informam os valores numéricos que representam o sinal de áudio original.

Para ler os dados no CD, o toca-discos direciona o feixe de laser através da base de policarbonato até a camada de alumínio. Como o CD é lido por baixo, os pits são vistos como ressaltos. A luz do laser é refletida na superfície de alumínio e dispositivos foto-detectores reconhecem as diferentes intensidades da luz refletida, causadas por pits ou lands e interpretadas como "zeros" ou "uns". O toca-discos então processa esses dados digitais e os converte em som. Como nada além de luz chega aos pits, não há desgaste do material após repetidas leituras, e o conteúdo original nunca se deteriora.

Do CD-ROM ao CD-R

Enquanto nos CDs fabricados industrialmente existem pits que são moldados durante o processo de fabricação, nos CDs graváveis (CD-R) não há pits. Os CD-R possuem uma base de policarbonato, como nos CDs, mas em vez da camada de alumínio reflexivo eles são cobertos com uma camada de tinta orgânica. Existem dois tipos de tinta orgânica usada nos CD-Rs: cianina e fitalocianina. A cianina é considerada como padrão e pode ser percebida pela sua cor verde esmeralda brilhante. Já a fitalocianina, que é amarelo-esverdeada, é considerada mais durável por alguns, mas na maioria das vezes é de qualidade igual à cianina. Para proteger a tinta e servir de condutor reflexivo, é aplicada uma fina camada de ouro à tinta. A função da tinta orgânica no CD-R é mesma do alumínio no CD: é a mídia de gravação. Em vez de criar os pits fisicamente como no CD, o laser do gravador de CD-R queima a tinta orgânica e cria marcas ópticas na superfície do disco. Da mesma maneira que nos CDs gravados, essas marcas ópticas no CD-R alteram a reflexividade da camada metálica de ouro no CD-R (que corresponderia à camada de alumínio do CD).



Para o toca-discos, as marcas ópticas no CD-R têm a mesma aparência dos pits do CD gravado industrialmente, e por isso os discos CD-R podem ser lidos praticamente por qualquer equipamento de leitura (toca-discos de CD ou drives de CD-ROM).

Padrões de CD-R

Existem dois tipos de padrão governando os CDs: físico e lógico. O padrão físico define a "mídia" em que a informação é armazenada; o padrão lógico define qual o tipo de informação que pode ser colocada na mídia e a maneira como ela é registrada.

Esses padrões são definifidos em especificações chamadas de "Books", cada uma orientada a uma aplicação específica:

Red Book	CD-DA (CD de áudio)
Yellow Book	CD-ROM (CD-Read Only Memory)
Green Book	CD-I (CD-Interactive)
Orange Book	CD-R (CD Recordable)

O Red Book trata da especificação do CD comum de áudio, e define não só o tipo de informação contida no disco (áudio digitalizado a 44.1 kHz), mas também o disco propriamente dito (dimensões) e como o áudio digital é registrado nele. A partir do Red Book é que todas as outras especificações de CD foram criadas, o que possibilita aos CDs de áudio serem lidos em toca-discos de CD e também em unidades de CD-ROM.

A especificação do Red Book define que os dados de áudio digital podem ser colocados em trilhas (faixas) separadas no disco. Para permitir a gravação, a especificação do Orange Book separa o CD-R em duas áreas principais: "System Use Area" e "Information Area".

SYSTEM USE AREA: contém a área de calibração de potência (Power Calibration Area - PCA) e a área de memória de programa (Program Memory Area - PMA).

- POWER CALIBRATION AREA (PCA): Em todo CD-R existe uma PCA reservada especificamente para testar a potência do laser do gravador, e uma área de contagem (Count Area) que registra quanto espaço disponível há na área de calibração. Toda vez que o disco é inserido no gravador, é feita automaticamente uma calibração para determinar a potência ótima do laser para "queimar" o disco. A cada vez, é provável que o nível de potência do laser tenha que ser ajustado para responder adequadamente às mudanças de velocidade de gravação, temperatura, umidade e condições do disco. Toda vez que essa calibração é feita, é incrementado o valor na área de contagem, podendo chegar ao máximo de 99 calibrações.

- PROGRAM MEMORY AREA (PMA): Esta área é usada para gravar os números das trilhas (faixas) e seus respectivos tempos de início e fim. Essa área é atualizada toda vez que uma trilha é escrita no disco, até um máximo de 99 trilhas.

INFORMATION AREA: Dentro desta área existem três áreas principais: Lead-In, Program e Lead-Out.

- LEAD-IN AREA: Esta área contém aproximadamente os primeiros dois minutos de qualquer CD e geralmente não é usada para gravar qualquer dado de áudio. O objetivo principal dessa área é armazenar a tabela de conteúdo (Table of Contents - TOC), que mantém o registro da localização de cada trilha do disco. A TOC é escrita na área de Lead-In quando todas as informações tiverem sido gravadas no disco. Antes da TOC estar gravada, apenas o gravador pode acessar o disco. Depois de gravada a TOC, qualquer dispositivo leitor (toca-disco ou drive de CD) poderá ler e reproduzir o áudio do disco.

- PROGRAM AREA: Todos os dados de áudio geralmente são colocados dentro de trilhas, na área de programa (Program Area). Nessa área existem 74 minutos de espaço para dados, correspondendo ao máximo de 74 minutos de gravação de um CD comum de áudio. Pode-se ter até 99 trilhas na área de programa, cada trilha normalmente contendo uma música. Cada trilha do CD é sub-dividida em frames (quadros) com duração de 1/75 de segundo, e cada frame armazena 2.352 bytes contendo dados de áudio, bits de paridade, código de sincronização, e um campo de 8 bits, chamado de byte de controle. O byte de controle é dividido em sub-canais (P, Q, R, S, T, U, V, W), representados em cada bit. Somente os bits dos sub-canais P e Q são utilizados no formato de áudio; os outros seis bits (R a W) contêm informação do usuário.

  Subcode Channel P - (bit 1): Indica qual a parte do disco que está sendo lida (Lead-In, Program, ou Lead-Out). O canal P também indica os tempos de início e fim de cada trilha do disco.

  Subcode Channel Q - (bit 2): Os toca-discos de CD usam o canal Q para mostrar o tempo decorrido na música. O canal Q é dividido em três modos:

    Modo 1: Contém os tempos decorridos desde o início do disco (tempo total decorrido) e o início da trilha (tempo decorrido na faixa).

    Mode 2: Identifica o número da trilha, quem gravou a trilha, ond foi gravada e em que ano.

    Mode 3: Identifica o número de catálogo de mídia UPC do disco.

    Um modo especial de dados no canal Q é armazenado dentro da área de Lead-In. Esses dados contêm informações sobre formatos de dois e quatro canais, proibição de cópia e pré-ênfase.

    Os sub-canais R até W (últimos seis bits) não são usados na maioria dos CDs de áudio e cerca de 99,9% dos toca-discos de CD ignoram esses canais.

    O termo "PQ Editing" é muito usado na gravação de CD, e esse procedimento permite editar os canais P e Q do disco, pois possibilita que se aumente o tempo de pausa entre as trilhas. A pausa é a área que precede a trilha de áudio (entre os índice 0 e 1). Conforme estabelece a especificação do Red Book, a pausa entre trilhas no CD de áudio é tipicamente de dois segundos, mas com a edição PQ isso pode ser aumentado ou reduzido, dependendo da capacidade do gravador de CD-R.

- LEAD-OUT AREA: Esta área contém 90 segundos de silêncio (setores vazios) e serve como um buffer caso o leitor do CD ultrapasse a última trilha do disco. A finalidade desta área é somente mostrar ao ouvinte que o CD chegou ao fim. As áreas de Lead-Out e Lead-In são porções do disco mais suscetíveis a danos pelo manuseio (pois em geral os CDs são manuseados pelas bordas).

Eliminado os erros

O código de deteção e correção de erro (EDC/ECC) existente em cada frame é um recurso essencial para o CD funcionar, pois sem ele qualquer dano na gravação digital poderia fazer o trecho soar como um LP arranhado. Na verdade, sem a correção de erro o áudio digital não seria viável.

Felizmente, quando existe um risco na superfície do CD, os erros são eliminados, graças à natureza dos dados no disco e ao projeto do dispositivo de leitura. Ao codificar todos os dados no disco usando um código especial de correção de erro, o leitor do CD pode usar esse código para recuperar os dados adulterados e reproduzir o áudio original.

O dispositivo de leitura detecta um erro usando os "bits de paridade". Na gravação do CD, a cada 16 bits de dados é adicionado um bit de paridade, cujo valor (0 ou 1) faz com que a quantidade de zeros (ou uns) presentes nos 16 bits seja sempre par. Assim, se o leitor encontra um dado que não combina com seu respectivo bit de paridade, este dado é descartado. Mas se o erro no dado for grande (vários bits alterados - "burst errors"), o bit de paridade poderá não ser suficiente para detectá-lo. Por isso são usados vários bits de paridade, e junto com eles um esquema adicional de proteção, chamado de "interleaving".

O esquema de interleaving é similar ao ato de se embaralhar cartas. Os dados são intercalados antes de serem gravados, de forma que os dados de áudio (words de 16 bits) nunca são registrado fisicamente em posições consecutivas, mas sim de forma alternada. Assim, fica mais difícil um dano físico no disco afetar dados consecutivos, possibilitando então a correção dos mesmos.

No esquema usado no CD, chamado de "Cross Interleave Reed-Solomon Code" (CIRC), os dados são intercalados várias vezes, em intervalos curtos e longos, nos quais são efetuadas verificações de bits de paridade. Dessa forma, a maioria dos danos na gravação são recuperados e o áudio pode ser reproduzido sem qualquer diferença perceptível.

É importante salientar que o processo de correção de erro tem limitações. Dependendo da severidade e da natureza do erro, o dano pode ser tão ruim que nenhum processo de recuperação de dados consegue saná-lo. É nesses casos que se ouvem pulos ou engasgos no CD.

Gravando no CD-R

A velocidade de gravação dos gravadores de CD-R varia conforme o modelo e fabricante. A gravação em "single speed" (1X) ocorre em tempo-real, isto é, a gravação é feita na mesma velocidade de reprodução normal do CD. Assim, gravando-se em velocidade 6X pode-se reduzir o tempo de gravação de um disco de 74 minutos para cerca de 12

minutos.

A primeira preocupação que se deve ter quando se usa uma velocidade superior a 2X é assegurar-se de que o computador é capaz de transferir os dados corretamente durante o processo de escrita. Um dos maiores perigos ao se gravar discos em velocidade alta é haver uma falha no fluxo de dados durante a escrita. Se o computador não consegue manter o fluxo, ocorre um "buffer underrun" e o CD-R é perdido.

Pelo fato da especificação Orange Book só definir parcialmente as características dos drives de CD-R, existem muitas diferenças sutis entre os gravadores, que podem usar lasers de intensidades diferentes. Por isso pode haver diferenças nas marcas criadas no processo de "queima". Além disso, as definições sobre buffers, modos de escrita e tipos de interface também foram deixadas por conta dos fabricantes.

Embora se deva levar em consideração essas pequenas diferenças, tenha em mente que todos os drives devem estar operando dentro de uma determinada tolerância. Dessa forma, mesmo que os lasers tenham intesidades diferentes, todos devem estar dentro da faixa de 4 a 8 miliwatts. Portanto, é pouco provável que a qualidade da escrita seja afetada significativamente.

Por outro lado, a velocidade de escrita deve ser levada em consideração ao escolher o disco CD-R. Alguns discos também são fabricados para ótimo desempenho em drives de alta velocidade de escrita. A razão para isso é simples: o laser de determinada intensidade criará uma marca adequada dependendo da velocidade do disco. Portanto, ao gravar numa velocidade maior as características da marca óptica podem ser afetadas. Por causa dessa alteração, os fabricantes de discos reformularam seus padrões para operar de acordo com as velocidades de escrita mais altas dos drives mais modernos. É muito importante certificar-se de que o disco CD-R atende às recomendações do fabricante do gravador. Alguns gravadores verificam a marca do disco antes de gravar, e não continuam o processo se este não atender às suas especificações.

O áudio é gravado no CD-R basicamente em dois modos:

Track-At-Once (TAO): Este modo pode gravar uma ou várias trilhas, criando um disco parcialmente gravado. Como os dados na área de programa são escritos antes da área de Lead-In (incluindo a TOC), o CD-R não pode ser executado na maioria dos equipamentos antes que seja adicionada a última trilha e efetuada a finalização. A vantagem de usar o modo TAO é que você pode ir gravando as trilhas uma por uma, sem ter que esperar para gravar todas. A desvantagem é que pode haver perdas de espaço no disco nos setores de "run-out", que são criados quando o feixe de laser é desligado ao fim de cada sessão de escrita. Esses setores de run-out não só em perda de espaço de disco a cada escrita de trilha, mas eles também podem causar clics na música.

Disc-At-Once (Single Session): Este é o método mais usado para a reprodução de CDs em larga escala, sendo adotado por vários softwares profissionais, como o CD-Architect, por exemplo. O método "Disc-at-once" ("disco de uma vez") funciona exatamente como o nome sugere. Dispondo-se de uma lista ("cue sheet") com o material a ser gravado nas trilhas, é então escrita a TOC (Table of Contents) na área de Lead-In. Em seguida, os

dados de áudio são escritos no CD-R numa sessão de gravação. Depois que todo o material de áudio é escrito, é feita uma finalização automática, escrevendo-se o trecho de silêncio na área de Lead-Out. Este processo de escrita é o oposto do TAO, que escreve a TOC na área de Lead-In depois dos dados de áudio terem sido escritos.

Extraído do CD Architect User's Manual

Níveis de intensidade sonora em decibéis (dB_{SPL})

dB_{SPL}	EXEMPLOS
30	Biblioteca silenciosa, sussurro leve
40	Sala de estar, geladeira, quarto longe do trânsito
50	Trânsito leve, conversação normal, escritório silencioso
60	Ar condicionado com 6 m de distância, máquina de costura
70	Aspirador de pó, secador de cabelo, restaurante barulhento
80	Tráfego médio de cidade, coletor de lixo, despertador com 60 cm de distância
90	Metrô, motocicleta, tráfego de caminhão, máquina de cortar grama
100	Caminhão de lixo, serra elétrica , furadeira pneumática
120	Concerto de Rock em frente as caixas de som, trovão
140	Espingarda de caça, avião a jato
180	Lançamento de foguete

Observações:

1. O nível de intensidade sonora ("sound pressure level" - SPL) em dB_{SPL} é medido com referência à pressão de 0,0002 microbar, que é a pressão sonora no "limiar da audição".
2. Os níveis de 90 a 180 decibéis são extremamente perigosos no caso de exposição constante.

Masterização / Pós-produção

Muitas pessoas não entendem o que é o processo de *masterização* ou *pós-produção*, e o vêem como um gasto desnecessário. Após terem levado meses de trabalho num projeto, é comum terem dificuldade em entender como um estranho possa melhorar o produto final. Afinal de contas, se a mixagem não estava boa não deveria ter saído do estúdio!

Basicamente, a masterização acontece após a gravação ter sido mixada, e antes da fabricação do CD. Ou seja, é a última etapa criativa do projeto mas também é a primeira etapa no processo de fabricação. Todo lançamento de uma grande gravadora é masterizado para prepará-lo para a execução em rádio e venda ao público. A razão? Um bom engenheiro de masterização pode colocar todo o trabalho em perspectiva, equilibrando sutilmente a conexão entre as faixas, mantendo o foco no projeto como um todo.

No estúdio, o artista grava uma música de cada vez, o que pode resultar em níveis e equalizações diferentes para cada uma. O engenheiro de masterização procura uniformizar o projeto com o uso hábil da equalização, compressão e outros recursos, de forma a manter o som consistente de uma faixa para outra, e também garantir o resultado desejado num equipamento de áudio stereo comum. Esse processo de masterização também permite ao engenheiro aumentar o nível global do trabalho, de forma a deixá-lo tão bom quanto as gravações dos melhores selos.

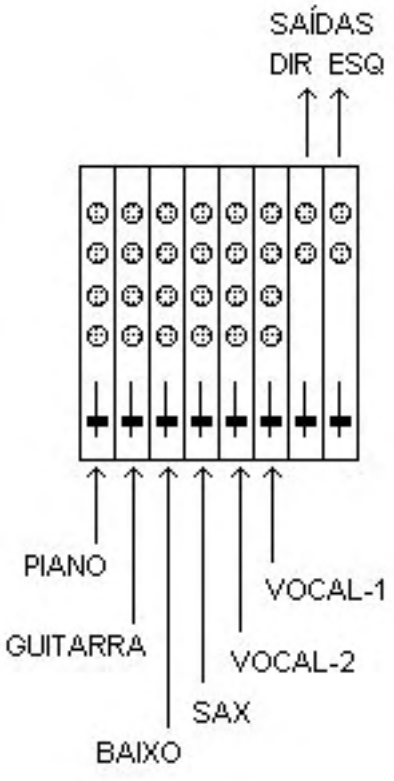
A masterização também pode ser útil para corrigir problemas como "pops", defasagens e ruído em geral, mas a principal vantagem da pós-produção é a avaliação imparcial de um profissional que pode assim determinar se a qualidade do trabalho está boa ou não.

Fonte: Disk Makers Guide do Master Preparation

Mesas de mixagem

Uma visão prática da estrutura básica e dos recursos mais importantes

A mesa de mixagem, ou simplesmente mixer, é um equipamento essencial no estúdio de áudio, permitindo misturar os diversos sinais eletrônicos de áudio vindos de cada instrumento ou fonte sonora (microfone, etc). É na mesa que se pode equilibrar os níveis sonoros e localizar no estéreo (eixo esquerdo-direito) os diversos instrumentos, além de se poder também dosar a intensidade de efeitos produzidos por equipamentos externos.

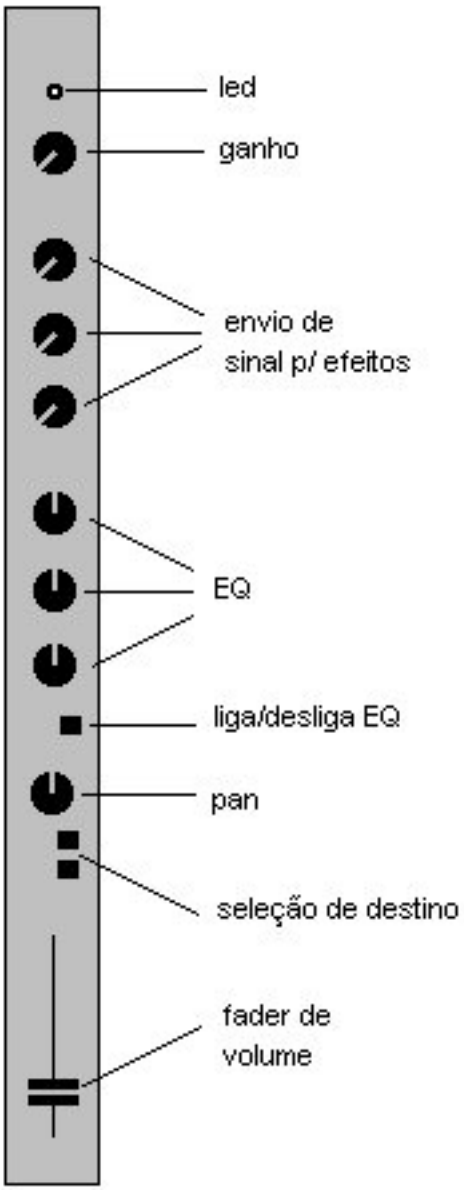


Na estrutura de uma mesa de mixagem, chamam-se de canais os caminhos percorridos pelos sinais de áudio. Os canais de entrada (input channel) são os acessos pelos quais pode-se inserir os sons de instrumentos e microfones na mixagem, enquanto os canais de saída (output channel) contêm o resultado final, isto é, os instrumentos já misturados. No exemplo da Fig. 1, temos uma mesa de seis canais de entrada e dois de saída. Pode-se direcionar o som de qualquer um dos canais de entrada para qualquer canal de saída (inclusive para ambos). Em cada canal de entrada, existe um controle de pan, normalmente sob a forma de um botão rotativo, e que permite ajustar o destino do som daquele canal. Quando na posição central, o pan destina o som do canal de entrada para ambos os canais de saída esquerdo e direito (left e right). Girando-o para um dos lados, faz com que o som também seja enviado mais para aquele lado do que para o outro, de forma que quando ele é girado todo para um dos lados, o som somente será enviado para aquele canal de saída.

As mesas de mixagem usadas em estúdios e sistemas de sonorização de show (P.A.) em geral possuem muitos canais de entrada (24, 48, etc) e saída (4, 8, 16, etc). Quando há mais do que dois canais de saída, o controle de pan não significa necessariamente

controle de destino para a esquerda ou direita, mas sim para um par de canais de saída (1-2, 3-4, 5-6, 7-8). Nesse caso, em cada canal de entrada, além do botão rotativo de pan, existem teclas de seleção de pares de canais de saída para onde se quer endereçar aquele canal de entrada.

Vejamos então os controles típicos existentes em uma mesa de mixagem comum. Na Fig. 2 temos o desenho de um canal de entrada, com seus respectivos botões e chaves.



Começando de baixo para cima, temos o fader, um controle deslizante que ajusta o volume do canal. Sua graduação em geral varia de infinito (atenuação total) até +10 dB, com o ponto de 0 dB localizado em aproximadamente 75% do curso do fader.

Acima do fader, existe o controle do destino (canal de saída) do som, que é o pan. No caso do exemplo, por ser um canal de uma mesa de mixagem com quatro canais de saída, há duas chaves de pressão, por meio das quais se escolhem os pares de canais de saída de destino. Pressionando-se a chave 1-2 faz com que o sinal daquele canal de entrada vá para os canais de saída 1 e 2, e pressionando-se a chave 3-4 faz com que o sinal daquele canal de entrada vá para os canais de saída 3 e 4.

O botão rotativo do pan ajusta então o quanto vai para cada canal: girando-o para a esquerda, tem-se mais sinal em 1 e 3, enquanto girando-o para a direita, tem-se mais sinal em 2 e 4 (veja ilustração da Fig. 3). Em algumas mesas de quatro canais de saída, existe apenas uma chave que só permite selecionar um dos pares de grupo de cada vez (1-2 ou 3-4).

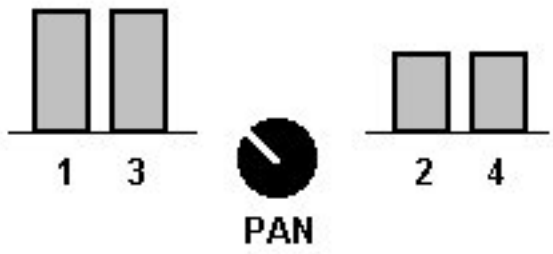


Figura 3 - Ajuste do Pan

A próxima seção do canal da mesa de mixagem é a equalização (EQ). No canal do exemplo, há três botões rotativos, para controle de graves, médios e agudos, cujas faixas de atuação estão ilustradas na Fig. 4. Quando posicionados no centro, esses botões não efetuam qualquer alteração; movendo-os para a esquerda, consegue-se reduzir a respectiva faixa de freqüências - graves (bass), médios (mid) e agudos (treble), enquanto movendo-os para a direita obtém-se uma acentuação da faixa. Uma chave de pressão permite ligar/desligar a equalização imediatamente. Em algumas mesas, a EQ é mais sofisticada, havendo dois botões para cada banda: um deles ajusta a freqüência central da banda e o outro ajusta o ganho/redução.

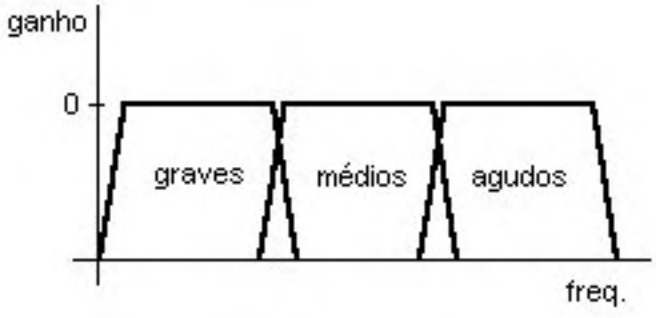


Figura 4 - Atuação dos controles de EQ

Depois da EQ, temos a seção de envio (send) para efeitos (chamada por muitos de mandadas). Esses botões dosam a quantidade de sinal de cada canal a ser processada pelo dispositivo de efeito (reverb, eco, etc), externo ao mixer. O sinal processado volta do dispositivo de efeito e entra na mesa de mixagem pela conexão de retorno (return), que direciona-o aos canais de saída da mesa, juntamente com o sinal original (sem efeito) de cada canal de entrada (veja Fig. 5).

É importante observar no caso da Fig. 5 que, como todos os canais enviam sinal para o mesmo processador de efeitos, todos os canais de entrada terão o mesmo efeito. O único

ajuste que se tem é da intensidade de efeito sobre cada um. Na mesa de mixagem cujo canal de entrada é representado na Fig. 2, entretanto, como há três envios separados, pode-se destinar cada um deles a um dispositivo de efeito diferente (obviamente, deverá haver três ou mais entradas de retorno). Na maioria das mesas, em cada entrada de retorno pode-se ajustar a intensidade (do sinal que retorna) e seu balanço (pan).

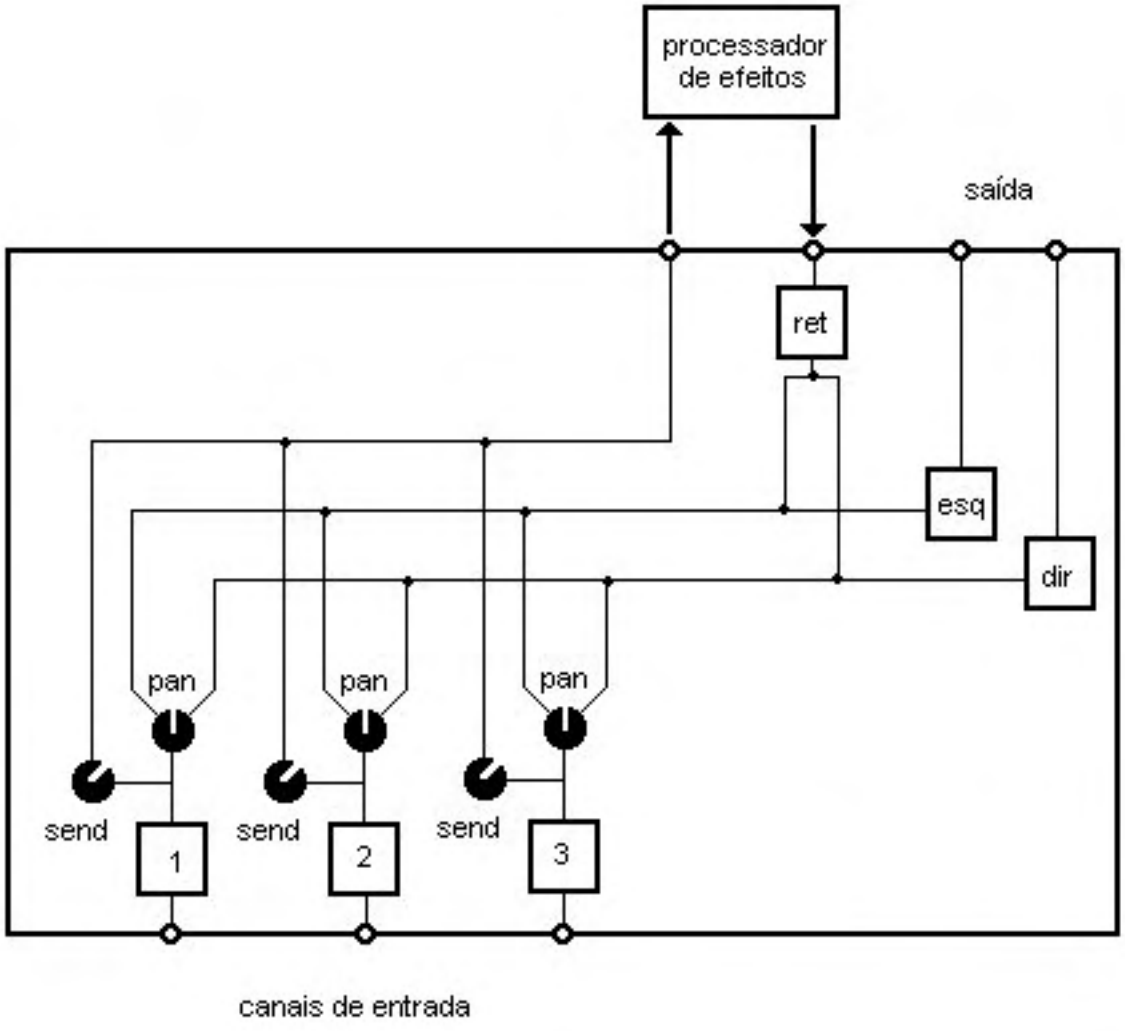


Figura 5 - Exemplo de processo de envio-retorno de efeito

Pode-se também usar o controle de envio para monitoração dos canais. Isso é muito comum tanto em sistemas de PA, onde os ajustes de nível do palco são diferentes dos ajustes do som para o público, como também em estúdios, onde muitas vezes é necessário reduzir ou aumentar o volume de determinado instrumento para melhorar a audição do cantor, por exemplo. Para isso, pode-se tirar os sinais dos canais por uma das saídas de envio, e conectá-la a um amplificador e caixas para monitoração. Assim, é possível mixar os volumes da monitoração independentemente dos volumes dos canais, que vão para as saídas da mesa. Por isso é que muitas mesas de mixagem já designam uma das saídas de envio com o nome de monitor.

O último controle do canal de entrada da mesa exemplificada aqui é o ajuste de ganho

(ou sensibilidade). Ele permite que o nível do sinal de áudio seja adequado às condições de trabalho da mesa. Sinais fracos, como os de microfones dinâmicos, por exemplo, precisam ser amplificados mais do que os sinais de instrumentos eletrônicos (line). Deve-se ajustar o ganho de forma que os níveis mais altos do sinal não ultrapassem o máximo desejado (ponto onde inicia a saturação), quando o fader de volume está posicionado em 0 dB. O led de overload (veja Fig. 2) ajuda a encontrar esse ponto ideal: posiciona-se o fader em 0 dB e vai-se ajustando o ganho até que os sinais mais altos não acendam o led.

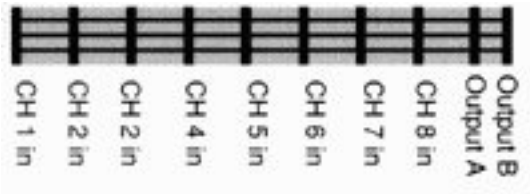
Neste artigo, procurou-se dar uma noção básica sobre a estrutura de uma mesa de mixagem. Os modelos mais sofisticados contêm não só um número maior de canais de entrada e saída, mas também alguns outros recursos adicionais (solo, insert, automação MIDI, etc), que serão abordados em outra oportunidade.

Mixing Bus - barramento de mixagem

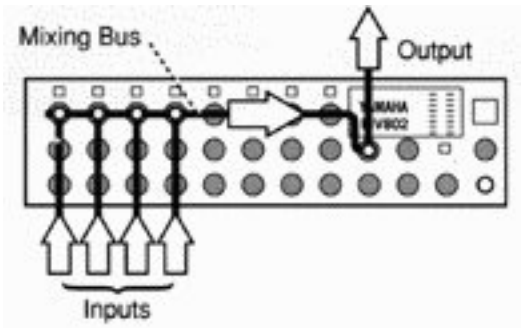
Informação técnica para usuários de produtos de áudio profissional da Yamaha

O que é um "bus"?

Seja um mixer de 8 canais de entrada e 2 saídas, como a Yamaha DMP7, ou uma enorme console com mais de 40 canais de entrada e 24 saídas, como as Yamaha PM3000 ou PM4000, a função primária é efetuada pelo barramento de mixagem, ou "mixing bus". Fisicamente, um barramento de mixagem não é nada mais do que um pedaço de fio. Internamente, ele corre de um lado para o outro do mixer, atravessando vários canais. O barramento pode ser um fio simples e desencapado (chamado de "bus wire"), ou então um multicabo plano ("flat cable") como ocorre em consoles de múltiplos barramentos.



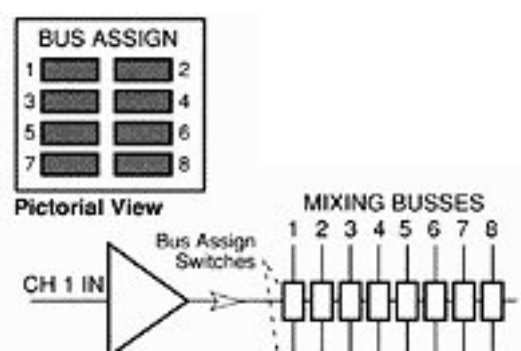
Você pode ainda não ter percebido, mas quando você usa um mixer para combinar os sinais vindos de duas ou mais fontes sonoras, como um par de microfones, você está fazendo uso do barramento de mixagem. A combinação dos sinais é chamada de "mistura" ou "mixagem", daí o termo "barramento de mixagem". Na figura ao lado, pode-se observar que cada canal aplica seu sinal no barramento, e este, por sua vez, está conectado a uma saída (ou a várias).



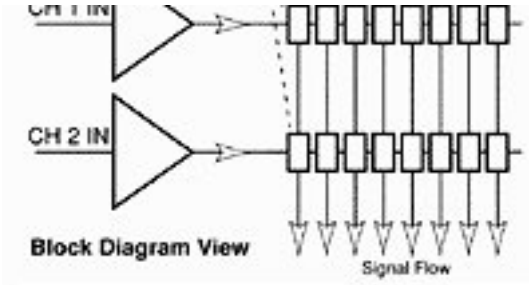
Como se controla os sinais num barramento?

Que tipo de controle você possui sobre os sinais que estão sendo combinados? Bem, isso depende do projeto do mixer, mas geralmente você possui bastante controle. Em primeiro lugar, você pode determinar o nível de cada sinal que é aplicado a determinado barramento, ajustando o ganho e/ou atenuação em cada canal que está endereçado àquele barramento. Você pode fazer isso com chaves de atenuação, botões de controle de ganho e/ou controles deslizantes ("faders"). Alterando o nível de um ou mais canais faz alterar o equilíbrio da mixagem.

Tirando os mixers bastante compactos, na maioria dos mixers em geral você pode ativar ou não o envio do sinal de um canal para determinado barramento. A chave de "Bus Assign" nas grandes consoles de mixagem permitem endereçar o sinal de um canal a um ou mais barramentos (veja figura). Mesmo não havendo chaves de endereçamento desse tipo, deve haver pelo menos uma chave de ativar/desativar a

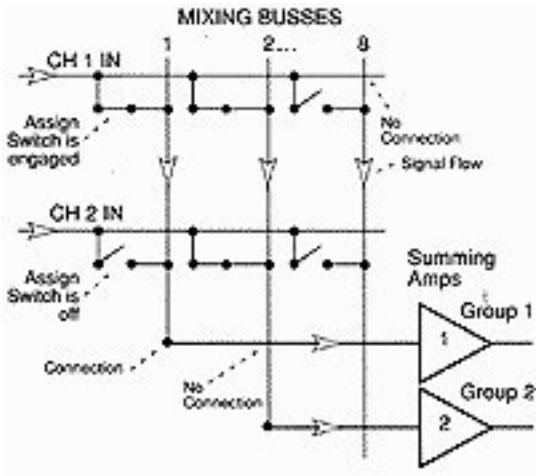


ida do sinal do canal para todos os barramentos. Em alguns mixers, você encontra controles de nível, rotativos ou deslizantes, que ajustam o quanto do sinal é aplicado a cada um dos vários barramentos; esse tipo de controle é mais comum em consoles de mixagem para monitoração de palco, embora estejam presentes nos barramentos de "Aux Send" e "Effect Send" de consoles comuns de sonorização e de estúdios de gravação.



O que acontece aos sinais após combinados no barramento?

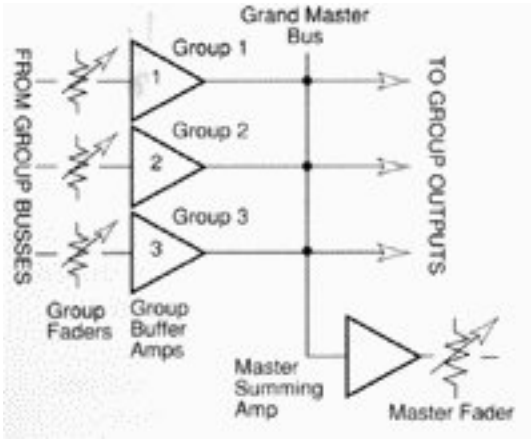
Os sinais misturados num barramento produzem um sinal único e combinado.Os sinais mixados não podem retornar para qualquer dos canais endereçados ao barramento, pois o circuito é projetado de forma a manter os sinais fluindo em um único sentido (das entradas para as saídas). O barramento também é conectado a pelo menos um canal de saída. A saída contém um amplificador somados que serve para ajustar o nível e isolar a saída das variações de impedância, à medida que mais ou menos entradas são acopladas ao barramento (veja figura). Depois do fader de saída, o sinal em geral passa por outro estágio amplificador que estabelece um nível adequado para o sinal e, em alguns casos, torna a saída balanceada (esse balanceamento não afeta o nível do sinal; dentro do mixer, os sinais geralmente são do tipo "single-ended", com apenas um condutor para o sinal - como o fio do barramento - e um retorno de aterramento "comum"; as saídas balanceadas são do tipo "double-ended", com dois condutores de sinal e mais um terra de blindagem.



Os barramentos de mixagem podem ser mixados?

Sim. O estágio amplificador somador é assim chamado porque é capaz de adicionar os sinais de mais de um barramento. A console pode possuir "submasters" ou "grupos". Cada submaster é um fader que controla o nível de todos os sinais combinados no respectivo barramento. Cada um desses submasters pode então ser destinado a um

canal de entrada de um gravador multitrack, ou eles podem ser endereçados como mixagens individuais para áreas diferentes num sistema de sonorização, por exemplo. Entretanto, os submasters também podem ser usados para oferecer controles individualizados para todos os teclados, todos os vocais, toda a percussão, etc. Nesse caso, pode haver uma saída mono que combine os sinais de um, dois, três ou todos os submasters (veja figura). De novo, um circuito especial mantém as saídas dos submasters individualizadas mesmo que esses sinais sejam combinados numa outra saída.



Faz diferença ajustar o volume no master ou na entrada?

Absolutamente, sim. Dependendo de como você ajusta os níveis, você pode obter um som excelente, uma mixagem ruidosa, ou muita distorção. Veja porque. Você pode ajustar o nível de cada canal de entrada corretamente onde o sinal está suficientemente acima do patamar de ruído e bem abaixo do ponto de saturação. Então você mixa os sinais, e suas amplitudes se combinam de tal forma que o sinal resultante (a soma de todos os sinais) faz saturar o estágio amplificador somador, produzindo muita distorção. O sinal sai muito forte e o ponteiro do VU vai para cima, e então você reduz o volume no fader daquele barramento. Isso reduz o nível e o VU passa a indicar que tudo está bem, mas como o amplificador somador está antes do fader, a distorção continua a ocorrer.

Se você faz o contrário, mantendo todos os canais de entrada bem abaixo do nível máximo de maneira que o amplificador somandor não possa saturar, então não haverá distorção na saída, mas cada canal de entrada estará contribuindo com mais ruído do que o necessário.

Ao invés disso, inicialmente ajuste cada canal de entrada para a melhor relação sinal/ruído possível, e faça a mixagem. Caso o nível resultante de todos os sinais fique muito alto, então reduza um pouco os níveis de todas as entradas... só o suficiente para eliminar a distorção. Você pode então fazer os ajustes finais com o fader do barramento.

Qual a razão para as opções de PRE e POST no barramento Aux?

As chaves (ou jumpers internos) de Pre e Post geralmente estão associadas aos barramentos auxiliares (Aux). Um barramento auxiliar é um barramento de uso geral, e, em muitos casos, funciona quase da mesma forma que o barramento principal (Main Bus), combinando os sinais de várias entradas e endereçando o sinal resultante para uma determinada saída. A diferença prática é como ele é usado.

O barramento auxiliar pode ser usado para enviar sinais dos canais para um processador de efeitos, ou para enviar os sinais para um amplificador de potência que alimenta as caixas de retorno do palco, ou mesmo para um sistema de monitoração por headphones.

Pode ainda ser usado para mandar os sinais para um gravador. Cada aplicação possui requisitos diferentes.

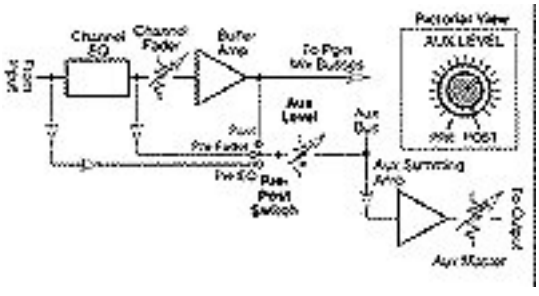
Se o barramento auxiliar for usado para monitoração de palco ou monitoração por headphones, você vai querer que essa mixagem seja independente da mixagem principal - a que vai para os amplificadores e caixas da sonorização para o público, ou que vai para um gravador). Nesse caso, os sinais dos canais que vão para o barramento auxiliar devem ser apanhados **antes** de passar pelos faders dos canais - Pre Fader - de forma que ao se ajustar a mixagem principal nos faders não altere a mixagem auxiliar.

Se o barramento auxiliar for usado para mandada de efeito, então a opção Pre Fader poderá ou não ser um desastre. No caso de um processador de reverb ou eco, se nele for injetado o sinal vindo de uma mixagem auxiliar Pre Fader, se você reduz até zero os volumes nos faders dos canais, o sinal que vai para o reverb não se altera, e assim não haverá mais o sinal direto ("limpo"), mas haverá sinais do barramento auxiliar indo para o processador de reverb, que retornará o efeito para o barramento principal do mixer, de maneira que você ouvirá um reverb "fantasma", que soará horrível. Para evitar esse problema, o sinal injetado no processador de reverb deverá estar vindo de uma mixagem auxiliar tomada após os faders (Post Fader), de maneira que ao reduzir o volume nos faders, o sinal que vai para o processador é afetado na mesma proporção. A exceção se faz para quando se usa algum tipo de efeito especial, tipicamente numa produção de video ou cinema, onde se queira reduzir mais o volume do som direto do que do som reverberante, para se criar uma percepção de movimento, como quando alguém está se movendo para longe da câmera, por exemplo.

Alguns mixers não permitem a seleção de operação do barramento como Pre ou Post Fader, mas possuem um barramento auxiliar fixado como Pre e outro fixado como Post. O melhor seria você ter um mixer cujos barramentos possam ser chaveados para Pre ou Post. Em alguns mixers, essa chave pode estar localizada dentro do equipamento, e não no painel, e podem ser jumpers, e não chaves.

Todas as funções Pre/Post funcionam da mesma forma?

Não. A opção Post geralmente significa que o sinal injetado no barramento é apanhado depois do fader do canal e da equalização. A opção Pre pode significar que o sinal injetado no barramento é apanhado ou antes do fader e da equalização, ou antes do fader mas após a equalização. O ideal em termos de flexibilidade seria ter uma chave de três posições, ou um jumper extra, que permitisse ambas as opções de Pre e a opção de Post.



Você pode, por exemplo, querer equalizar o sinal de um canal e então enviá-lo para o monitor. Se o barramento auxiliar é Pre-EQ e Pre-Fader, então você não poderá equalizar a menos que chaveie para o modo Post, e então a mixagem de monitoração estará "amarrada" à mixagem principal, que não é o que você deseja.

Adaptado de "Sound Reinforcement Handbook", de Gary Davis & Ralph Jones, 2a. edição, publicada por Hal Leonard Publishing. © 1992 Yamaha Corporation of America

Microfones - características

O microfone é, sem dúvida, uma das peças essenciais de um estúdio ou de um sistema de sonorização. Escolher um microfone não é uma tarefa fácil, pois além das características técnicas, há uma enorme variedade de fabricantes e modelos, com preços diferentes. Este texto tem por objetivo dar informações elementares. Para mais detalhes sobre o assunto, recomendamos as publicações citadas comoe referência.

No que se refere à transdução do sinal sonoro acústico para sinal elétrico, os microfones podem ser classificados, basicamente, em dois tipos: *dinâmico* e *capacitivo*.

O **microfone dinâmico** consiste de um diafragma fino acoplado a uma bobina móvel dentro de um campo magnético. Quando o som atinge o diafragma, este move-se para dentro e para fora, e este movimento da bobina dentro de um campo magnético produz uma variação de corrente na bobina (e conseqüentemente uma variação de tensão em seus terminais) análoga à variação da pressão atuando no diafragma.

Os microfones dinâmicos em geral possuem pouca sensibilidade, mas são fáceis de usar, pois não requerem alimentação elétrica, e por isso são preferidos para uso ao vivo.

São exemplos de microfones dinâmicos: Shure SM57, Shure SM58, AKG D880, AKG D3700, Samson Q2, etc.

O **microfone capacitivo**, também conhecido como microfone "condenser", usa o princípio de um capacitor variável, consistindo de um diafragma montado bem próximo a uma placa fixa. Uma carga elétrica polarizada fixa é mantida entre a placa e o diafragma e, conforme este se move com a pressão sonora, a voltagem entre a placa e o diafragma varia analogamente. Atualmente, a carga polarizada usada na maioria dos microfones condenser é implementada com um "eletreto" pré-polarizado, uma camada carregada permanentemente na placa ou na parte posterior do próprio diafragma. A polarização por meios externos normalmente é usada somente nos microfones de estúdio de mais alta qualidade.

Os microfones capacitivos possuem alta sensibilidade e menor saturação do sinal. Sua utilização, entretanto, requer alimentação elétrica, através de bateria interna ou "phantom power".

São exemplos de microfones capacitivos: Shure PG81, AKG C1000S, AKG C3000B, Samson Q1, etc.

Quanto à forma de captação, os microfones podem ser *omnidirecionais*, ou *direcionais*.

Os microfones **omnidirecionais** podem captar o som vindo de todas as direções. A maioria dos microfones "de lapela", usados por locutores, são omnidirecionais.

Os microfones **direcionais** do tipo "cardióide" podem captar com mais intensidade o som vindo pela frente, e com menos intensidade o som vindo dos lados, rejeitando o som vindo por trás. Assim, seu diagrama de captação se assemelha a um coração, e por isso o nome "cardióide". Eles são muito usados em aplicações ao vivo, onde se deseja captar a voz do cantor mas não o som do monitor que está à sua frente, por exemplo.

Os microfones **direcionais** do tipo "hiper-cardióide" podem captar com muita intensidade o som vindo pela frente, e com muito menos intensidade o som vindo dos lados, mas podem captar um pouco o som vindo por trás. Eles são mais usados em aplicações ao vivo, onde os monitores estão nas laterais à frente do cantor, por exemplo.

Referências:
- Microphone Basics & Fundamentals Of Usage (AKG)
- Microfones - Tecnologia e Aplicação, de Sólon do Valle (Ed.)

em 2002

Microfones - Noções e Aplicações

A concepção deste manual é simples. Primeiro, apresentaremos uma visão geral das características técnicas dos microfones: como eles operam, como são seus padrões de captação acústica, e também suas características elétricas. Depois então passaremos à discussão sobre como usá-los, isto é, a interação de múltiplos microfones, as distâncias adequadas, e como os microfones se comportam em diversos tipos de aplicações. Nosso objetivo é fazer uma abordagem simples e fácil de ser compreendida. No final, apresentaremos uma série de aplicações básicas e mostraremos como escolher o microfone AKG mais adequado. Quase todas as aplicações apresentadas aqui referem-se à captação de voz, uma vez que isso cobre tipicamente 80% a 90% dos casos.

Nossa prioridade para este estudo são os auditórios e igrejas, uma vez que tais aplicações são variadas o suficiente e, por analogia, podem ser estendidas a outras situações de captação de voz. Os requisitos específicos para estúdios de gravação e para sonorização não serão abordados aqui. Se você um dia tentou imaginar porque existem tantos modelos na linha de microfones AKG, certamente não terá mais dúvidas ao concluir a leitura deste manual, pois existe uma aplicação para cada um deles.

- Como funcionam os microfones
- Princípios básicos de uso
- Estudos de casos
- Microfones AKG - especificações básicas e aplicações

Agradecimentos especiais a John Eargle pelo uso de seus gráficos e por sua colaboração no projeto.
John Eargle é consultor da AKG, Harman International e diretor de gravação da Delos Records.

©2001 AKG, Harman International

Monitores amplificados

Os monitores amplificados são essencialmente equipamentos "plug-and-play": basta plugar o cabo de alimentação à rede elétrica e conectar o cabo de áudio à entrada de sinal do monitor - e está tudo pronto!

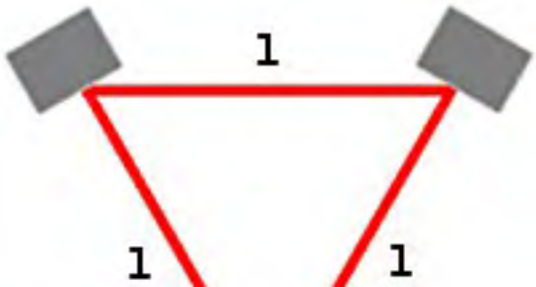
Alguns monitores amplificados possuem um único amplificador que manda o sinal para o woofer e o tweeter. Outros, chamados de *bi-amplificados*, possuem dois amplificadores separados, um para o woofer e outro para o tweeter. Já um sistema com três vias com amplificador para cada uma, seria um monitor "tri-amplificado".

Mas os monitores "ativos" são mais do que apenas caixas acústicas com amplificadores embutidos. Além dos alto-falantes, amplificadores e fonte de alimentação, os monitores amplificados também contêm, entre outras coisas, *crossovers* que determinam a separação das faixas de graves e de agudos, para encaminhá-las ao woofer e tweeter. As vantagens de se ter todas essas coisas integradas são: melhor resposta a transientes, maior faixa dinâmica e melhor coerência de fase.

Os monitores amplificados também resolvem outros problemas para o engenheiro de mixagem. Em primeiro lugar, eles oferecem um sistema de monitoração completo e otimizado. Não há necessidade de se preocupar com a compatibilidade entre as caixas e o amplificador, uma vez que todos os componentes do sistema já foram cuidadosamente adequados para o melhor desepenho. Além disso, como o monitor amplificado contém tudo dentro dele, fica mais fácil de ser transportado de um local para outro.

O posicionamento dos monitores no estúdio tem uma grande influência no resultado final. Se as caixas estiverem muito próximas, o campo stereo fica reduzido e as reflexões vindas das superfícies podem enfatizar ou cancelar porções do espectro de freqüências.

Alguns monitores ativos possuem controles de tonalidade que permitem ajustar a sua resposta de freqüências de acordo com o ambiente e o posicionamento dos monitores. Além disso, se o sistema possui também um subwoofer (recomendado, quando se usa monitores pequenos), talvez seja preciso compensar o aumento da resposta de baixas freqüências atenuando os graves nos monitores. Por outro lado, alguns sistemas (como os da Event) permitem até ajustar o crossover do subwoofer para adequar à resposta dos monitores amplificados.



Independentemente da posição dos monitores no estúdio, para uma ótima monitoração é melhor colocá-los de forma que formem um triângulo equilátero com a cabeça do engenheiro de mixagem. Para uma monitoração mais próxima ("close-field") - o método

usual em pequenos estúdios - isso significa uma distância de cerca de um metro entre os monitores e entre cada um deles e a cabeça do ouvinte. Obviamente, não deve haver qualquer obstáculo entre os monitores e o ouvinte; as superfícies reflexivas (mixer, etc) no caminho direto do monitor podem deteriorar o som.

Fonte de referência: revista Electronic Musician

em 2002

Nesta série de artigos apresentamos uma visão geral sobre o processamento de áudio e nos efeitos que podem ser obtidos artificialmente por equipamentos digitais.

1. Conceitos básicos sobre o som
2. Processamento de efeitos

em 2002

Processamento de efeitos

32 bits ponto-flutuante x 24 bits ponto-fixo

por Paul Titchener, Ph.D.

> *Os plug-ins DSP-FX Virtual Pack devem sua incrível fidelidade e precisão sonora não apenas aos algoritmos que criam o efeito, mas também ao processo matemático usado para executar os algoritmos. O texto a seguir é um tratado técnico sobre as vantagens da arquitetura de 32 bits com ponto-flutuante, usada pelos efeitos do Virtual Pack, em comparação aos tradicionais 24 bits fixos. Temos certeza de que você achará esta discussão esclarecedora. E quando você ouvir pessoalmente a diferença entre os efeitos do Virtual Pack e os efeitos convencionais que não usam ponto-flutuante, sabemos que você jamais irá olhar para trás.*
>
> *- Michael Marans, editor do informativo "Current Event"*

Desde o final da década de 1970 (uma história antiga, falando tecnologicamente), o processamento digital de sinais (DSP) tem sido uma parte integrante do processo de se fazer música. E por todos os anos, desde o início, quase todos os equipamentos de efeitos em hardware, a maioria das workstations digitais e a maioria dos softwares plug-ins de efeitos têm usado o tipo de processamento conhecido como "ponto-fixo" para efetuar as complexas operações numéricas requeridas para implementar os algoritmos de efeitos. Nos dias de hoje, o processamento com ponto-fixo geralmente é executado com precisão de 24 bits, na maioria das vezes usando os chips de DSP da série 56000, da Motorola, ou, no caso de softwares plug-ins, usando a CPU (unidade de processamento central) do computador.

Embora a maioria de nós pense que a resolução de 24 bits seja o estado-da-arte no que diz respeito a áudio digital, isso só é verdade quando se executa apenas a gravação e reprodução de um arquivo de áudio. À medida que você começa a manipular seus arquivos com DSP - reverb, EQ, chorus, etc - os requisitos matemáticos para manter a qualidade aumentam dramaticamente. Como você vai ver no decorrer do texto, os processadores de 24 bits com ponto-fixo nem sempre são adequados à essa tarefa. Felizmente, dispomos da tecnologia de 32 bits com ponto-flutuante para manter intacta a integridade sonora.

Valor fixo

A aritmética de ponto-fixo é assim chamada porque a faixa de números que pode representar um determinado valor é "fixa". Dessa forma, você pode logo ter problemas quando precisa usar números que são maiores do que os que estão dentro da faixa fixa. Por exemplo, as primeiras calculadoras digitais tinham um ponto decimal fixo em seu display. Se você fizesse um cálculo cujo resultado fosse um valor muito grande, o display mostraria um "E", de erro. Um exemplo primitivo da saturação ("clipping") digital. Se o

resultado fosse muito pequeno, você teria erros significativos, devido ao "arredondamento" do número. Um exemplo primitivo do ruído de quantização ("quantization noise").

Um sinal de áudio que é processado usando um formato de 24 bits com ponto-fixo pode ter uma faixa dinâmica de 144 dB - a diferença entre o nível de sinal mais fraco e o mais forte (cada bit fornece 6,01 dB de volume; 24 x 6,01 = 144,24 dB). Como 144 dB ultrapassa a faixa dinâmica da audição humana, à primeira vista você poderia pensar que os 24 bits teriam precisão suficiente para o processamento de efeitos de áudio. Mas na realidade, algoritmos complexos, como o reverb, irão exibir o que os ouvintes freqüentemente descrevem como aspereza digital ("digital harshness"), quando são implementados usando processamento usando 24 bits com ponto-fixo. Vejamos porque isso ocorre.

Perdendo bit a bit

Num ambiente real, é criado um campo de som reverberante em seus ouvidos a partir da suma de literalmente milhares de ondas sonoras individuais. Tipicamente, cada uma dessas ondas começou na fonte original do som e depois então bateu nas várias superfícies do recinto, até atingir seu ouvido. Mas não termina aí: cada onda individual continua a bater nas superfícies e então reaparecer no seu ouvido, com uma intensidade menor a cada vez que é refletida. Embora cada onda individual possa ser muito fraca em nível, quando múltiplas ondas são somadas juntas no seu ouvido elas criam uma onda que você percebe como reverberação.

Os sistemas de reverb digital, implementados tanto por hardware quanto por software, simulam a reverberação criando e depois somando milhares de ecos individuais do sinal sonoro original. Da mesma maneira que num ambiente real, cada um desses ecos do sinal aparece em seu "ouvido" (a saída do reverb) várias vezes, com cada interação sucessiva a um nível mais baixo.

Num sistema processado com ponto-fixo, à medida que esses ecos atingem níveis baixos eles começam a perder "precisão de bit", isto é, no final os ecos já são representados por seis bits, depois quatro bits, depois dois bits, e assim por diante, até caírem ao nível de silêncio. Ouvidos com atenção, esses ecos soam "ásperos" e "rudes" devido à baixa precisão de bit com que eles estão sendo representados. O componente áspero do som é o resultado dos erros de quantização que ocorrem quando tão poucos bits são usados para representar o sinal. O componente rude do som é devido ao fato dos níveis de sinal sendo representados estão muito próximos do nível de ruído do sistema. O fato é que muitos desses fracos ecos ásperos e rudes são somados juntos para criar o sinal final na saída, resultando na criação de um sinal maior áspero e rude.

Além dessa perda de precisão de bit, o formato com ponto-fixo tem uma outra limitação chamada de saturação interna. Se a amplitude de um determinado sinal excede a faixa dinâmica máxima do sistema (144 dB, num sistema de 24 bits), ele sofrerá uma saturação ("clipping"), sendo os picos da onda aquadratados de forma não natural. Essa forma de distorção digital soa excepcionalmente desagradável; no reverb, mesmo pequenas saturações podem fazer todo o som parecer muito áspero. Vamos usar o

exemplo do reverb novamente para ver como e porque essa aspereza ocorre em algoritmos de efeitos que usam arquitetura de ponto-fixo.

Entrando na saturação

Como foi descrito acima, os efeitos de reverb digital são criados pela soma de muitos ecos individuais juntos. Quando o sinal de entrada é um transiente forte, como uma batida da caixa da bateria, os níveis iniciais desses ecos individuais serão razoavelmente altos. Entretanto, as fases relativas desses ecos são impossíveis de serem predeterminadas. Assim, quando alguns dos ecos são somados, a combinação de suas amplitudes pode exceder o nível interno máximo do sistema, e a onda resultante estará saturada.

Para minimizar a probabilidade da ocorrência da saturação, os engenheiros geralmente fazem um "escalonamento" da amplitude dos sinais internos. Essa operação de escalonamento literalmente desloca os bits de sinal inserindo zeros, o que resulta a redução das amplitudes dos sinais. Como já foi citado antes, sinais com baixa amplitude são representados por menos bits, e portanto com menos precisão, o que resulta na introdução de elementos sonoros desagradáveis. Assim, embora o escalonamento de amplitude ajude a minimizar a distorção por saturação, isso é feito às custas da precisão de bits.

Tecnologia de 32 bits vem socorrer

Em processamento de efeitos de áudio, o formato de 32 bits com ponto-flutuante tem algumas vantagens significativas em comparação com o formato de 24 bits com ponto-fixo. Além da maior precisão de bit, ele oferece um método diferente e muito mais poderoso no uso dos bits para representar o sinal de áudio. O formato de 32 bits com ponto-flutuante dedica 24 bits (a mantissa) para representar os valores do sinal, enquanto usa os oito bits adicionais (o expoente) para representar a faixa de sinal ou "nível".

Quando os níveis de sinal caem, como no nosso exemplo do reverb, ao invés de usar menos do que 24 bits para representar o valor do sinal, o sistema de ponto-flutuante simplesmente muda o ajuste de nível do sinal, ajustando o valor do expoente. Isso significa que o nível da cauda do reverb pode cair cerca de 1.500 dB e ainda poder ser representado com toda a precisão dos 24 bits (de fato, a faixa dinâmica interna de um sistema de 32 bits com ponto flutuante é de 1.535 dB). Dessa forma, quando a cauda de um reverb decai até o silêncio num sistema de 32 bits com ponto-flutuante, ela não sofre com a presença dos elementos sonoros desagradáveis que estariam associados com o mesmo sinal num sistema de ponto-fixo.

Quando as amplitudes do sinal aumentam, como no nosso exemplo do reverb num transiente forte, o sistema de 32 bits com ponto-flutuante simplesmente ajusta o expoente, ao invés de saturar o sinal. E por causa da enorme faixa dinâmica disponível, não é preciso adotar operações artificiais de escalonamento; toda precisão de bit do sinal original é preservada.

O valor dos últimos (30)-dois bits

O formato de 32 bits com ponto-flutuante supera completamente dois dos problemas principais associados com o processamento com ponto-fixo: a perda de precisão de bits em baixas amplitudes e a saturação interna. Mesmo algoritmos relativamente simples, como os de EQ, quando implementados em formato de 32 bits com ponto-flutuante, podem obter um som claro e transparente que até então só era associado a equalizadores analógicos de alta qualidade. Quando adequadamente implementados, algoritmos complexos como os de chorus, flange, pitch-shift e, obviamente, reverb, também são beneficiados dramaticamente com as vantagens da arquitetura com ponto-flutuante.

O uso da arquitetura com ponto-flutuante é relativamente novo no processamento de áudio. Mas não há dúvida de que suas fortes vantagens sonoras irão torná-la um padrão no processamento de áudio profissional. E, com isso, sistemas baseados somente em processamento de 24 bits com ponto-fixo estarão fadados à obsolescência.

As entradas e saídas (e os meios) da resolução de bits

Quando você lê as especificações de um sistema de áudio digital, é essencial que você observe todo o caminho de entrada/processamento/saída de áudio de forma a determinar a verdadeira capacidade de performance do sistema. A mais baixa resolução de bit que você encontrar em qualquer ponto da cadeia será a máxima resolução para o sistema inteiro. Por exemplo, se você tem conversores A/D de 16 bits, um processador de 24 bits e conversores D/A de 20 bits, você tem um sistema de 16 bits. Se você tem conversores A/D de 24 bits, um processador de 24 bits e conversores D/A de 20 bits, você tem um sistema de 20 bits. As interfaces de áudio com conversores A/Ds de 20 bits, processamento interno de 24 bits e D/As de 20 bits, são sistemas de 20 bits - pelo menos no que diz respeito às entradas e saídas analógicas.

No domínio digital, a capacidade total das placas com conversores de 20 bits com DSP de 24 bits terá resolução de 24 bits, se houver entrada e saída digitais S/PDIF suportando 24 bits. Se você possui uma fonte/destino de sinal digital, como um dispositivo de efeitos, que tem capacidade de 24 bits, esse tipo de placa irá aceitar o sinal de 24 bits do dispositivo, gravar o sinal no disco (desde que o software também suporte 24 bits) e reproduzir o sinal para o dispositivo - tudo em 24 bits.

Os Bits do Meio. O DSP Motorola 56301 que é o coração das prtimeiras placas Layla, Gina e Darla de 20 bits é um chip de 24 bits; todos os dados que passam para dentro e para fora do chip, e todas as computações matemáticas dentro do chip, são efetuados com resolução de 24 bits. No que se refere ao processamento de áudio de 20 bits, um processador de 24 bits oferece uma faixa mais larga (isto é, espaço para escrever números maiores), de forma que ele possa processar com precisão o áudio de 20 bits. Se você mixa trilhas digitalmente, por exemplo, pode estar seguro de que o arquivo resultante será verdadeiramente de 20 bits, livre de qualquer erro de saturação que possa ocorrer como resultado do processo matemático.

Processamento x Reprodução. Adicionar efeitos de DSP, como reverb ou EQ, à uma trilha,

geralmente requer precisão ainda maior do que 24 bits para que seja mantida a integridade sonora de uma trilha, como explicado neste artigo de Paul Titchener. É importante compreender que o processamento de 32 bits com ponto-flutuante em questão é efetuado pela CPU Pentium, e não pelo chip Motorola 56301 das primeiras Layla, Gina e Darla. E pelo fato de que o processamento de efeitos requer resolução de 32 bits, o arquivo de áudio permanece na resolução original de 16, 20 ou 24 bits em que foi gravado.

- *Michael Marans*

Paul Titchener é fundador e presidente da DSP/FX Inc (USA), que desenvolveu os plug-ins DSP-FX Virtual Pack. Ele tem feito um grande trabalho na implementação de algoritmos complexos para processamento digital de sinais (DSP) e para aplicações musicais de filtragem adaptiva (uma forma avançada de DSP na qual o algoritmo automaticamente se modifica em tempo-real, para melhor se adaptar ao resultado desejado). Junto com Mark Kaplan, ele continua a aprimorar a excelência sonora no processamento de efeitos em tempo-real em PCs. Em resumo, ele é um sujeito em formato de "32 bits com ponto-flutuante".

Processadores de Efeitos

A adição de efeitos em gravações musicais não é uma novidade dos dias atuais. Nos estúdios mais antigos, podia-se criar alguns efeitos naturalmente, como a reverberação, usando-se recintos especiais com paredes revestidas de material acusticamente reflexivo e que proporcionavam a ambiência desejada à gravação. Posteriormente, com o desenvolvimento da tecnologia eletrônica, esses efeitos passaram a ser criados por dispositivos cujos circuitos eletrônicos efetuavam certas alterações - ou processamentos - sobre o sinal de áudio captado dos instrumentos e vozes. Com esses recursos, surgiu uma nova era onde podem ser criados tanto efeitos acústicos naturais, como o eco e a reverberação, quanto artificiais, como o vocoder.

Atualmente, na grande maioria dos casos, os efeitos de áudio são processados digitalmente, usando-se equipamentos dotados de circuitos DSP (digital signal processor), que digitalizam o som original, manipulam-no por meio de recursos computacionais e convertem o resultado novamente em som.

Os processadores digitais de sinais podem ser encontrados em equipamentos específicos (ex: Alesis Quadraverb, Yamaha SPX-900, Roland SE-70), que são acoplados a microfones, mesas de mixagem e instrumentos musicais eletrônicos, ou então embutidos e incorporados nos próprios instrumentos musicais.

A maioria dos instrumentos atuais possui um ou mais módulos internos para a criação de efeitos adicionais sobre o som gerado pelo instrumento. A quantidade (e a qualidade) desses efeitos varia muito de um equipamento para outro, bem como os recursos e métodos para ajustá-los.

A seguir é feita uma breve descrição técnica dos tipos de efeitos mais usados em aplicações musicais.

Reverberação

A reverberação (reverb) é o resultado de múltiplas reflexões do som em diversas direções, com diversos tempos de atraso. Em ambientes acústicos naturais, a reverberação se dá graças à reflexão do som em diversos pontos das diversas superfícies (paredes, teto, chão, etc), e como as distâncias percorridas pelo som entre as superfícies são diferentes, a percepção do sinal refletido é difusa, não inteligível como no caso do eco, por exemplo.

A reverberação é aquela ambiência sonora encontrada em um banheiro de paredes revestidas de azulejos (sem toalhas ou cortinas que possam absorver o som). A reverberação natural tem como característica a atenuação gradual das reflexões no

decorrer do tempo (chamado de reverberation time). As reflexões mais próximas (rápidas) são chamadas de early reflections. Os processadores de efeitos criam reverberação somando ao sinal de áudio original (seco) diversas cópias dele com atrasos e amplitudes diferentes (veja figura 1). A qualidade tonal da reverberação em um ambiente depende do tipo de material usado em suas superfícies, e em muitos processadores é possível ajustar esta qualidade ou coloração, filtrando freqüências na reverberação.

A reverberação é usada com o objetivo de criar ambiência ou profundidade ao som, produzindo uma sensação mais natural.

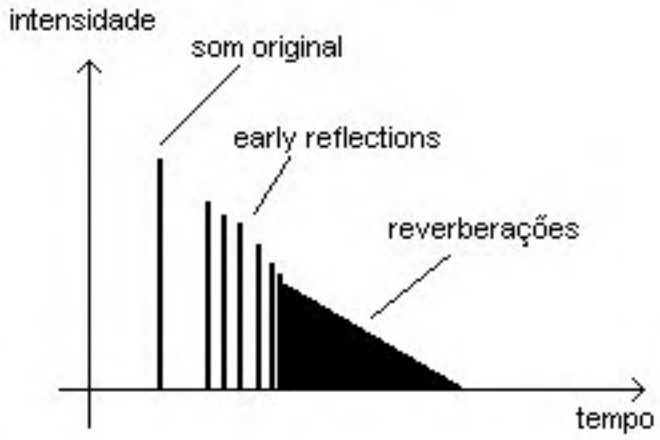


Figura 1 - Reverberação

Eco

O eco (delay) é um efeito obtido também pela soma do sinal de áudio original com uma cópia sua, atrasada, mas enquanto a reverberação é o resultado de diversas cópias, com diversos atrasos diferentes (que simulam as inúmeras reflexões), o eco caracteriza-se por uma ou mais reflexões, que ocorrem com atrasos determinados, que permitem ao ouvinte distinguir o som atrasado e percebê-lo claramente como um eco.

O tempo entre a ocorrência do som original (seco) e a primeira repetição é chamado de delay time e, assim como a reverberação, a repetição ou repetições do sinal ocorrem com amplitudes (intensidade) reduzindo-se gradualmente. Para criar as várias repetições ou ecos, os processadores usam um recurso em que o próprio eco é realimentado à entrada do processador, produzindo ecos do eco. Dessa forma, o número de repetições pode ser controlada pela quantidade de realimentação (feedback). Os processadores atuais permitem que sejam criados ecos especiais, onde as repetições se alternam nos lados do estéreo, produzindo o chamado ping-pong delay.

O eco em geral também é usado para dar profundidade, mas muitas vezes é aplicado

mesmo como um efeito.

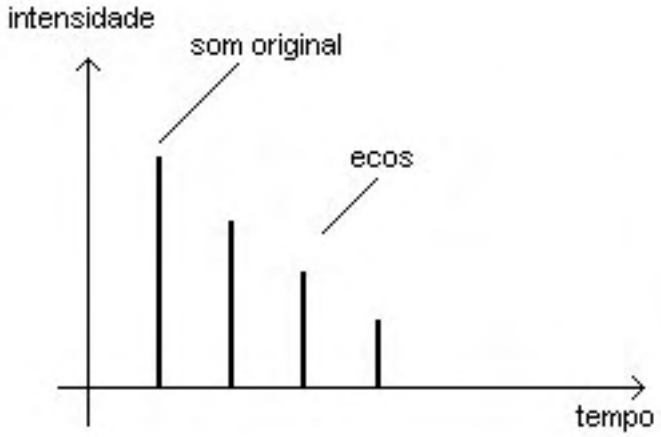


Figura 2 - Eco

Chorus

O chorus começou a ser muito usado pelos guitarristas nos anos 80 e caracteriza-se pelo efeito de dobra do som. Ele é obtido somando ao som original uma cópia sua ligeiramente defasada, sendo que essa defasagem varia ciclicamente no tempo. Na maioria dos processadores, pode-se controlar a velocidade da variação cíclica da defasagem, por meio do parâmetro modulation speed, e também a magnitude da defasagem, por meio do parâmetro modulation depth.

O chorus é muito usado em guitarras, pianos (para encorpar o som) e em órgãos e timbres de camas (pads).

Flanger

O flanger é um efeito produzido por características similares às do chorus, usando, no entanto, defasagens menores. Por isso, ao invés de dar uma impressão de dobra, o flanger produz na realidade uma alteração cíclica de composição harmônica (coloração), que às vezes dá ao ouvinte a sensação de semelhança ao som de um avião a jato passando.

Assim como no chorus, no flanger também muitas vezes é possível ajustar a velocidade da variação de defasagem e sua intensidade, e o flanger em geral é aplicado em instrumentos com uma coloração rica em harmônicos, onde ele sobressai mais, como guitarras, cordas e pratos de bateria.

Distorções

São usadas basicamente por guitarristas. Há diversos tipos de distorções, que vão desde

as saturações mais leves como o overdrive (obtido naturalmente em amplificadores valvulados) até o fuzz e distorções mais sujas. As distorções são conseguidas pela saturação do sinal de áudio, que introduz e realça harmônicos antes pouco perceptíveis, alterando assim substancialmente a coloração do som.

A maneira de se usar efeitos sobre o som é uma questão um pouco subjetiva, pois para algumas pessoas o processamento pode piorar o material original. Há regras básicas, porém, como a aplicação de reverberação à voz e a outros instrumentos, para torná-la mais natural e eliminando a característica morta ou seca. A quantidade de efeito também é uma questão de gosto mas, como sugestão, não se deve usar um efeito carregadamente, pois ele irá sobressair e portanto mascarar o som original. A não ser que este seja o objetivo...

S/PDIF

O padrão S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface Format) é um formato de interfaceamento de equipamentos de áudio digital, baseado no padrão profissional AES/EBU. O padrão S/PDIF é utilizado para se transferir informações (dados) de áudio digital de um equipamento para outro (ex: de um computador para um gravador DAT).

O formato S/PDIF suporta dois canais (stereo) e pode ser implementado por conexão elétrica ou óptica. Na conexão elétrica são usados plugs do tipo RCA, não-balanceados, e cabos de impedância de 75 ohms (ex: cabos de video de boa qualidade). Na conexão óptica são usados plugs do tipo TosLink (ou miniplug óptico) e cabos de fibra óptica. Em ambos os casos, um mesmo cabo transfere os dois canais do stereo.

Montando seu sistema de 64 bits

Se você quiser montar seu computador ou simplesmente quiser se informar para poder escolher um computador de loja, as sugestões a seguir certamente irão ajudá-lo. Estas recomendações foram feitas por engenheiros de teste, pessoal de suporte e desenvolvedores da Cakewalk Music, que trabalham com diversos tipos diferentes de software de multimídia.

Placa-mãe

Em primeiro lugar, você precisa de uma placa-mãe que seja compatível com o processador de 64 bits que você irá usar. Isto não significa que você precisará necessariamente de uma nova placa-mãe. Alguns processadores Intel Pentium 4 de 64 bits, por exemplo, funcionam em placas-mãe compatíveis com Pentium 4 de de 32 bits. No entanto, pode ser preciso atualizar o BIOS da placa-mãe (verifique com o respectivo fabricante). Com o lançamento do Windows XP x64, espera-se que a maioria, se não todos, dos fabricantes de placas-mãe passem a oferecer placas-mãe compatíveis com 64 bits. Verifique com os fabricantes os modelos apropriados.

Processadores

Em segundo lugar, você precisará de um processador x64. Tanto a Intel quanto a AMD oferecem modelos de 64 bits.

Sistema Operacional

O próximo passo será instalar o sistema operacional Windows XP Professional x64 edition, lançado em abril de 2005 (você pode baixar uma versão de testes diretamente da Microsoft. É possível que nem todos os seus dispositivos de hardware não possuam ainda um driver de 64 bits (verifique com os respectivos fabricantes). Por esta razão, é recomendável que você configure seu sistema para operar com duas opções de "boot", tanto para o Windows XP "antigo" (32 bits) como para o Windows XP Professional x64 edition. Esta dupla opção lhe permitirá usar qualquer hardware que não possa operar no ambiente de 64 bits.

É importante observar que para usar o sistema operacional de 64 bits, todos os drivers do sistema deverão suportar 64 bits. Verifique com a Microsoft quais os dispositivos que

já têm suporte nativo no Windows XP Professional x64 edition.

Fonte: Cakewalk

Para mais informações, consulte o site da Cakewalk.

Adaptador MIDI para Sound Blaster

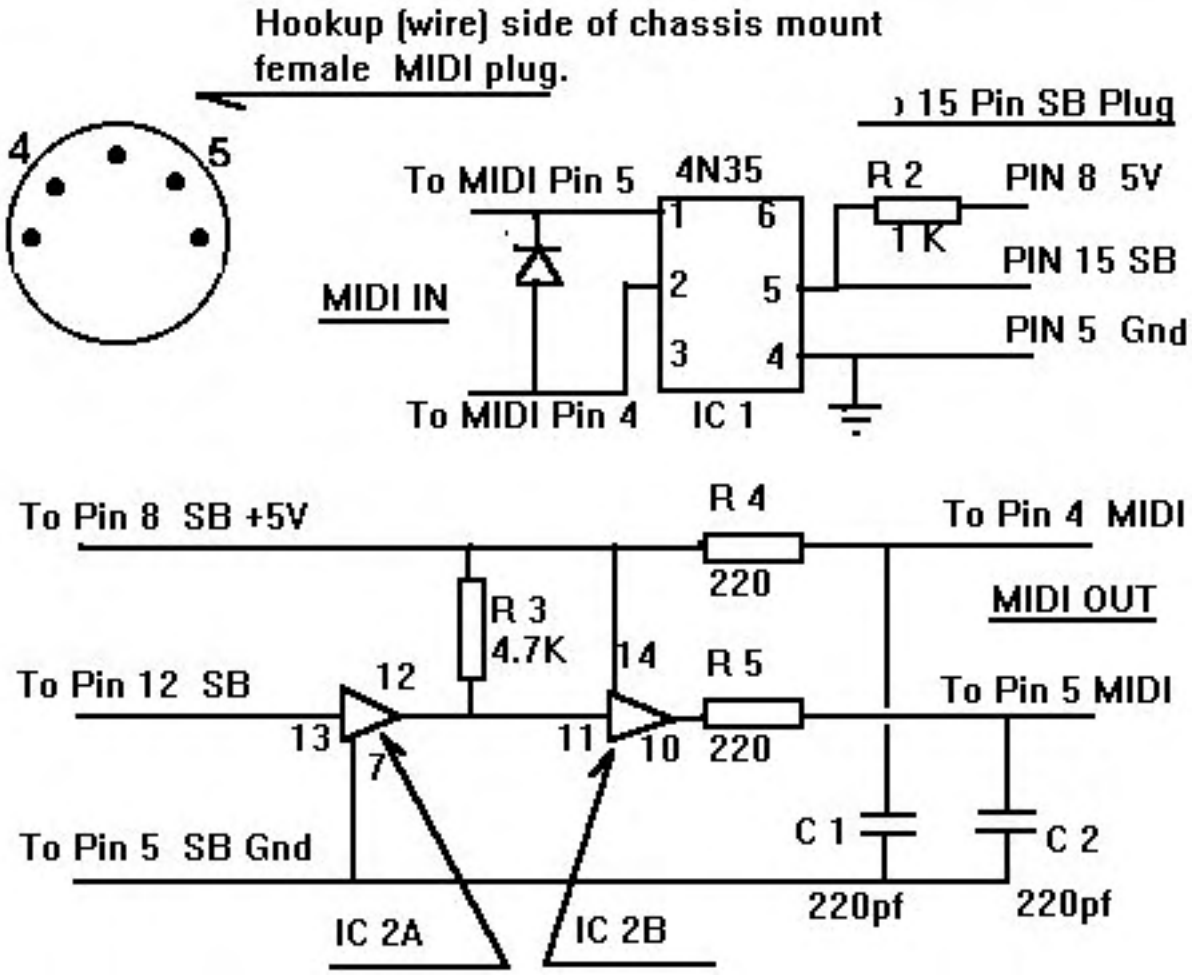
Este artigo apresenta uma alternativa de montagem de um adaptador MIDI para placas Sound Blaster e similares. Além de ser uma placa de áudio, a Sound Blaster também pode funcionar como interface de MIDI, mas para isso é necessário acoplar um dispositivo adaptador, com um circuito eletrônico complementar. A maioria das pessoas pensa que o adaptador é apenas um cabo, pois os adaptadores encontrados no mercado parecem ser somente um par de cabos e um conector, porém, dentro do conector há um circuito eletrônico.

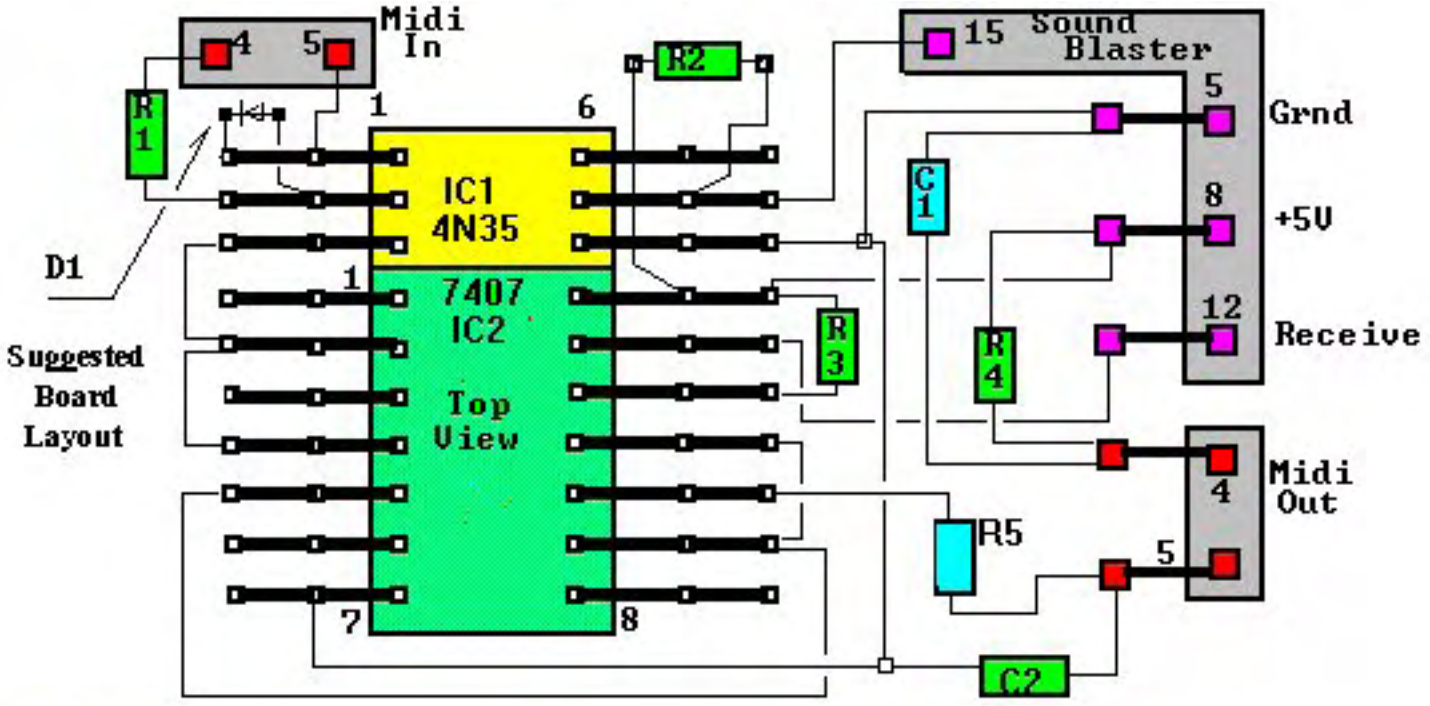
A conexão de MIDI na Sound Blaster é efetuada através da porta de joystick, um conector do tipo DB15. Os sinais que entram e saem neste conector operam em nível lógico TTL (5v). Como o MIDI opera com loop de corrente, é preciso fazer um circuito para converter o sinal lógico de nível TTL no sinal de corrente do MIDI. Para poder usar o joystick e o MIDI ao mesmo tempo, basta acoplar uma extensão duplicando o conector DB15, para uso simultâneo.

Para simplificar o diagrama, são mostrados dois esquemas (MIDI IN e MIDI OUT), mas ambos compartilham a mesma alimentação +5V (pino 8) e o mesmo terra (pino 5) no conector da porta de joystick.

A entrada MIDI IN só pode ser conectada a um instrumento (teclado) mas a saída MIDI OUT pode ser replicada para até 5 conectores de saída MIDI OUT, desde que seja instalado, para cada saída, um resistor de 220 Ohm de +5V ao pino 4 (MIDI OUT), e um resistor de 220 Ohm da saída do buffer (pino 10 em IC2 B) para o pino 5 (MIDI OUT) . Deve ser adicionado também um capacitor de 220 pF entre cada linha adicional de MIDI e o terra.

Você pode projetar uma placa de circuito impresso específica para essa montagem, mas existem placas genéricas nas lojas de eletrônica em que você pode montar o circuito, ligando pistas com fios. Os circuitos integrados possuem 14 e 6 pinos, respectivamente, de maneira que uma placa pequena para 20 pinos seria adequada para a montagem.


Hookup (wire) side of chassis mount
female MIDI plug.
4
5
15 Pin SB Plug
To MIDI Pin 5
4N35
R 2
1K
PIN 8 5V
PIN 15 SB
PIN 5 Gnd
MIDI IN
1
6
2
5
3
4
To MIDI Pin 4
IC 1
To Pin 8 SB +5V
R 4
220
To Pin 4 MIDI
MIDI OUT
R 3
4.7K
To Pin 12 SB
12
14
R 5
To Pin 5 MIDI
13
11
10
220
7
C 1
C 2
To Pin 5 SB Gnd
220pf
220pf
IC 2A
IC 2B



Resistors 1/4W Metal film
R1=270 Ohm
R2=1K Ohm
R3=4.7K Ohm
R4,R5=220 Ohm

Capacitors 25V or Greater
C1,C2=220 pF

Diode D1=1N914

IC Sockets
1Socket 8 Pin
1Socket 14 Pin
or 1 Socket 20 Pin

Use shielded Cable from
Sound Blaster to Interface

Other components
Universal PC board Radio Shack #278-159
15 pin Male D connector to fit Soundblaster
3 5 pin Midi plugs (Female) Chassis mount(Optional
Aluminum Project Box +/- 1.5" X 4" X 6"

Uma interface de MIDI precisa de um software para ser testada. Você pode usar para isso qualquer software MIDI disponível.

COMPONENTES:

Resistores (1/4 Watt preferencialmente metal film):
R4, R5 - 220 Ohm
R1 - 270 Ohm
R2 - 1 K Ohm
R3 - 4.7K Ohm

Capacitores (25V ou mais):
C1, C2 - 220 pF ceramico

Diodos: D1 - 1N914 ou 1N4148

Circuitos integrados:
IC1 - 7407 Hex Buffer (14 pinos)

IC2 - 4N35 Opto-acoplador (6 pinos)

Soquetes p/ CI:
IC1 - 8 pinos
IC2 - 14 pinos
(ou somente um de 20 pinos para ambos os CIs)

Outros componentes:
conector DB15 macho
placa de circuito impresso universal (Radio Shack #276-159)
3 conectores DIN 5 pinos 180º para montagem em placa
Caixa de alumínio ou plástico nas dimensões adequadas
cabo blindado c/ 4 condutores aprox. 1m

Notas:

Colaboração de Bill Blits

ASIO

ASIO (Audio Stream Input/Output) é uma tecnologia desenvolvida pela Steinberg para a manipulação de dados de áudio digital em seus softwares de gravação, para superar as limitações das tecnologias originais oferecidas pelos sistemas operacionais (Windows, MacOS, etc) mais orientadas para as situações de "multimídia" (áudio stereo). onde não são usadas várias trilhas simultâneas e nem é requerida uma sincronização precisa e estável.

A tecnologia ASIO, além do suporte à gravação e reprodução multitrack sincronizada (áudio/áudio e áudio/MIDI), também oferece flexibilidade em termos de resolução de bits e taxas de amostragem. O resultado é uma arquitetura com baixa "latência" (atraso de operação), alto desempenho e configuração simplificada.

Os dispositivos (hardware) que suportam ASIO podem operar com melhor desempenho em multitrack, mesmo com vários dispositivos instalados.

CobraNet - interligando equipamentos de áudio em rede

A indústria do áudio sempre se utilizou dos novos recursos tecnológicos da eletrônica. Foi assim com a válvula eletrônica, o transistor, e a tecnologia digital. A nova "onda" que surge agora é a interligação dos equipamentos de áudio em rede (leia artigo "Conectividade do áudio"), que possibilita mais controlabilidade, mais flexibilidade e, conseqüentemente, maior produtividade e menor custo.

Por que usar redes de áudio?

O fato de termos equipamentos interligados digitalmente através de conexões S/PDIF, AES/EBU e ADAT não significa que os mesmos estejam acoplados na forma de uma rede propriamente dita. Uma rede digital subentende a possibilidade de determinação de rotas dos fluxos de dados sem a necessidade de alterar as conexões físicas. No caso de sistemas de áudio, uma rede deveria possibilitar também a centralização do controle e da monitoração dos equipamentos.

Um exemplo típico é um sistema de sonorização de espetáculos ao vivo (P.A.), onde os sinais dos microfones e instrumentos do palco entram em preamps e/ou interfaces que digitalizam o áudio e colocam esses dados na rede, fazendo-os chegar até a console princial (longe do palco), onde podem ser processados e mixados, e então direcionados - na mesma rede - para os amplificadores e caixas de som, também no palco.

Um primeiro detalhe nesse exemplo é o fato dos dados de áudio digital trafegarem do palco até a console (e de lá para os amps no palco) através de um cabo de rede, e não por meio de multicabo analógico.

Já poderíamos então destacar as vantagens desse sistema:

1. Menor custo − Usando cabos de rede no lugar de multicabos tem-se uma redução significativa do custo. Um cabo de rede transferindo 32 canais de áudio custa menos de R$ 1 o metro, enquanto um multicabo com a mesma capacidade custa cerca de 30 vezes mais.

2. Melhor qualidade − As conexões convencionais por multicabos analógicos estão sujeitas à interferências eletromagnéticas, ruídos e problemas de aterramento. Uma conexão por meio de cabo digital está imune a esses problemas.

3. Maior Flexibilidade − Sendo as conexões do sistema efetivamente "virtuais", isto é, podem ser reconfiguradas por software, pode-se ter então uma flexibilidade muito maior de configuração do sistema, optando por usar ou não determinados módulos, processando um sinal em qualquer ponto da rede, etc.

4. Controlabilidade − Com todos os compontentes do sistema interligados em rede, pode-se ter um gerenciamento total e centralizado, possibilitando a monitoração dos equipamentos e a atuação específica e individual.

5. Produtividade − A conseqüência dos itens acima certamente é um ganho de produtividade, com menos tempo para executar o trabalho e maior facilidade para se disponibilizar o sistema, com maior previsibilidade. Tudo isso acarreta menor custo e, portanto, maior ganho.

Requisitos para uma rede de áudio

Vejamos então quais os requisitos de uma rede digital para que possa ser usada com equipamentos de áudio.

Em primeiro lugar, é preciso que a rede seja capaz de transferir os dados de áudio de um ponto a outro. Só para se ter uma idéia, um canal de áudio de 24 bits a 44.1 kHz requer uma taxa de transferência de pelo menos 1 Mb/s (megabit por segundo).

A latência é outro parâmetro importante. Ela é o atraso que o fluxo de áudio sofre ao longo do processo de conversão/transferência/conversão na rede. Atrasos abaixo de 8 ms são considerados aceitáveis.

Um outro requisitio numa rede de áudio é a garantia de que os dados cheguem ao destino em tempo hábil, isto é, o "ritmo" da transferência tem que ser apropriado para que os sinais trafeguem de fato em tempo real na rede.

Por fim, é preciso que o sistema seja confiável e seguro, e ofereça estabilidade de operação.

Soluções Yamaha para redes de áudio

A Yamaha possui suporte para algumas das tecnologias de rede já disponíveis. São elas:

- CobraNet (Peak Audio)
- A-Net (Aviom)
- EtherSound (Digigram)
- mLAN (Yamaha)

As três primeiras utilizam como suporte físico os mesmos cabos (CAT5) adotados nas redes Ethernet convencionais, embora adotem protocolos diferentes. Já a tecnologia mLAN foi desenvolvida pela Yamaha em cima do padrão FireWire.

CobraNet

A tecnologia de rede CobraNet foi desenvolvida pela Peak Audio (subsidiária da Cirrus Logic) em cima do padrão Ethernet (IEEE 802.3), aproveitando a camada física (cabos, conectores, switches) e parte do protocolo.

A distância máxima entre dois equipamentos em uma rede CobraNet pode ser de até 100 m, usando-se cabos convencionais CAT5 (com cabos ópticos pode-se trabalhar com distâncias da até 2 km).

Embora as implementações atuais suportem até 16 canais de áudio, a capacidade atual da tecnologia CobraNet é de 64 canais de áudio simultâneos trafegando nos dois sentidos.

A latência máxima total no sistema é de 5,3 ms, e a transferência do áudio ocorre de forma isócrona, em tempo-real. Além dos dados de áudio, também podem ser transferidos pela mesma rede dados de MIDI, controle, e outras informações.

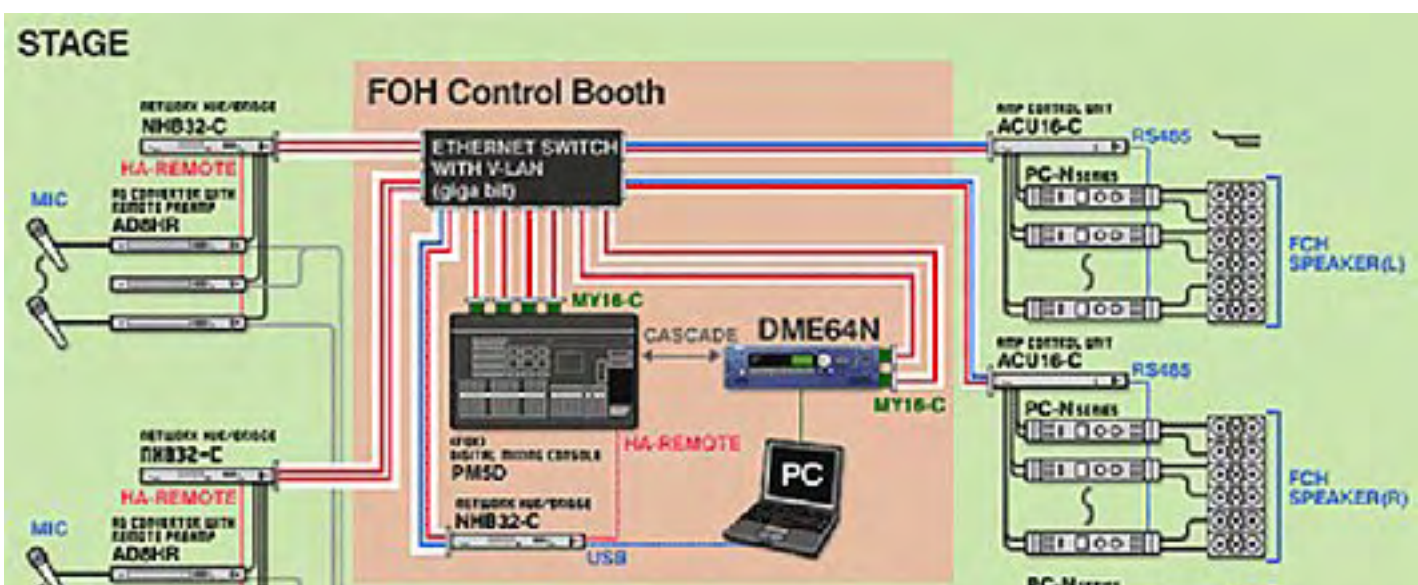
Para aumentar a confiabilidade, a conexão CobraNet pode usar cabos duplicados (Primary e Secondary), permitindo que a operação não seja interrompida caso o cabo principal fique inoperante.

A Yamaha oferece soluções CobraNet incorporadas de fábrica em alguns seus equipamentos (DME8i-C, DME8o-C, DME4io-C) ou por meio de uma interface opcional (MY16-C) que pode ser instalada em qualquer das mesas digitais (01V96, DM1000/ DM2000, M7CL, PM1D, PM5D) e outros equipamentos processadores (DME24, DME64).

A tecnologia CobraNet é indicada para sistemas de sonorização com grandes distâncias entre os equipamentos, como em espetáculos ao vivo (P.A. e palco), igrejas, teatros, estádios e ginásios.

Com um sistema baseado em CobraNet, pode-se monitorar, controlar e configurar os equipamentos distantes a partir de um ponto central, assim como transferir o áudio digitalmente entre os equipamentos.

Na



ilustração, temos um exemplo de um sistema de sonorização de espetáculos implementado com tecnologia CobraNet. Os microfones do palco são conectados em preamps ligados a interfaces CobraNet, que por usa vez colocam na rede (cabos CAT5) os sinais digitalizados dos microfones; esse cabo está conectado a um switch Ethernet, localizado na house mix, que centraliza todas as conexões da rede. No mesmo switch estão conectados os cabos de rede da console de mixagem e do processador DME64, que também localizados na house mix, e os cabos das interfaces CobraNet ligadas aos amplificadores de potência (localizados no palco).

Este esquema, além de eliminar totalmente os multicabos, possibilita controlar e configurar os preamps e os amps de potência que estão no palco.

Para mais informações, consulte o site da Cirrus Logic.

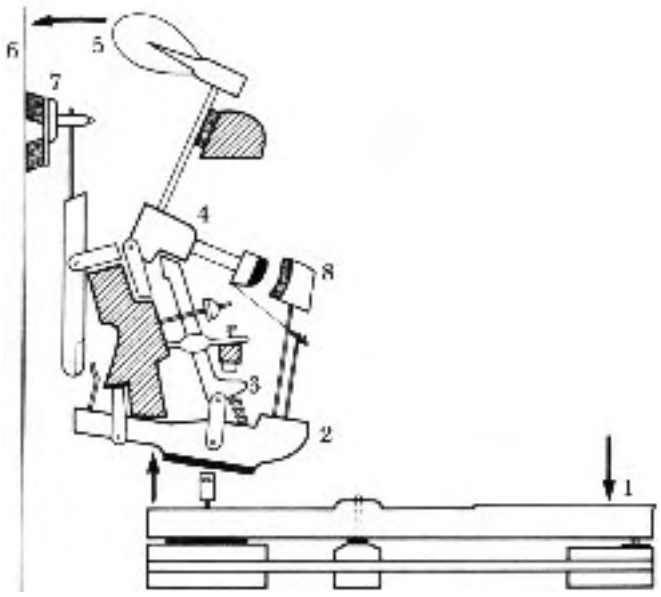
O que é "computer music"?

Com este artigo, estamos dando início a uma nova coluna periódica, que vai abordar os "segredos e mistérios" do uso do computador na música. Na verdade, nosso objetivo é trazer as informações práticas que lhes permitam escolher, instalar e usar - de forma "indolor" - os recursos modernos da informática. Para isso, não iremos nos preocupar muito com detalhes estritamente técnicos ou científicos, mas apresentaremos, sempre que preciso, os conceitos fundamentais. A idéia é que essa seção seja prática e objetiva, nos níveis da necessidade do usuário. Viajaremos por temas que vão desde a interligação de instrumentos MIDI até os softwares sequenciadores, passando pelas interfaces MIDI e placas de som, arquivos de música e outros assuntos interessantes, sempre procurando dar dicas úteis para você aplicar na prática.

O termo computer music poderia ser traduzido como "música de computador", mas acho que isso poderia dar uma idéia errônea sobre o que realmente significa. Em geral, quando as pessoas ouvem falar de coisas "feitas por computador", acabam pensando em robôs, vozes estranhas, e outras coisas que ficaram marcadas pelos filmes de ficção científica dos anos 60, quando muita gente achava que os "cérexbros eletrônicos" eram perfeitos o suficiente para dominar o mundo, mas um tanto imbecis para fazer música ou pintar quadros.

Prefiro definir computer music como "informática musical", isto é, não é a música que é computadorizada, mas na realidade são os recursos do computador (e da informática como um todo) que são aplicados para a criação, manipulação, execução e reprodução da música (esses quatro estágios são importantes, e em nossos encontros eles serão abordados muitas vezes). O uso do computador não significa que é ele quem faz (cria) a música (embora possa fazê-lo, a partir de dados pré-definidos). A aplicação da informática na música está muito além disso, pois coloca à disposição do artista (músico, compositor, arranjador, projetista de sons) um arsenal de ferramentas cujo potencial é enorme. Em nenhum momento o artista será prescindível; sua atuação é essencial no processo, e quanto mais competente e talentoso, melhor será o resultado obtido.

E se alguém ainda faz alguma objeção quanto ao uso de máquinas na música, então eu pergunto: e o que são os instrumentos acústicos? São instrumentos, ferramentas, máquinas de fazer som, construídos com a tecnologia disponível. E é dessa forma que eu vejo o computador na música, e creio que todos os artistas que usam computadores vêem da mesma forma: um novo instrumento à disposição do artista. Com a grande diferença do enorme potencial (muita coisa sequer foi implementada ainda), que pode ajudar muito se você dominar a técnica de como usar (assim como se aprende a tocar um instrumento), e souber conviver com os limites que existem (nada é perfeito!).



PARA QUEM ACHA QUE TECNOLOGIA MUSICAL
É COISA RECENTE, VALE A PENA OBSERVAR
O MECANISMO DE UM PIANO VERTICAL
(DESENVOLVIDO NO INÍCIO DO SÉCULO XIX)

Portanto, computer music, para nós, é todo o universo tecnológico vinculado ao computador (e à informática em geral) que dispomos para fazer nossa arte, a música. E assim é preciso que saibamos como usar tudo isso da melhor forma, para produzirmos o melhor resultado, em todos os aspectos, mas principalmente em termos artísticos.

MIDI: o princípio de tudo

Embora o uso de computador para fins musicais exista praticamente desde que o computador existe, seu uso só se tornou verdadeiramente intensivo a partir da década de 80, por duas razões: o barateamento e consequente popularização dos microcomputadores, e o advento do MIDI.

O MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) é um padrão de transmissão digital de informações ("comunicação de dados") desenvolvido especificamente para fins musicais. Assim como um terminal bancário pode transferir informações de e para uma central de processamento, os instrumentos musicais dotados de MIDI também podem "falar" entre si. Da mesma forma que os sistemas bancários, o sistema MIDI usa também códigos digitais (bits e bytes), só que os códigos não carregam informações de saldo, saques, depósitos, etc, mas sim informações que dizem respeito a execução musical, como notas musicais, volume, acionamento de pedais, troca de timbres, etc (na verdade, há também algumas outras informações não-musicais, como configurações de equipamentos de estúdio, por exemplo).

Definido em 1983, como resultado de um acordo tecnológico entre os principais fabricantes de sintetizadores norte-americanos e japoneses, o MIDI foi introduzido no mesmo ano, equipando o sintetizador *Prophet-600*, fabricado pela Sequential Circuits (empresa que apresentou a proposta original do MIDI, que foi revisada e aprovada por todos). A partir daí, a indústria eletrônica musical passou a ter um padrão de comunicação, que viabilizou o surgimento de inúmeros instrumentos e equipamentos compatíveis entre si.

A importância de um padrão como o MIDI é enorme. Antes disso, vários fabricantes tentaram comercializar sistemas semelhantes, mas que só eram compatíveis com eles mesmos. Além disso, como o MIDI não tem "dono" (a especificação é de domínio público), qualquer empresa pode usá-lo em seus produtos, não tendo que pagar absolutamente nada por isso. Padrões são muito importantes nos dias de hoje (imagine se os fabricantes de lâmpadas usassem roscas diferentes!), e a gratuidade do uso do MIDI foi um fator essencial para a sua disseminação.

Com os computadores cada vez mais baratos, e um sistema padronizado para a transferência de informações entre eles e os instrumentos musicais, criaram-se as condições básicas para uma revolução global - e irreversível - na música, em todos os níveis.

No próximo artigo, são apresentadas algumas coisas práticas sobre a conexão de equipamentos MIDI. Até lá!

Dicas para os micreiros musicais

Embora a tecnologia possa parecer tão complicada, na verdade ninguém precisa ser engenheiro nem programador para poder usá-la e obter os resultados que deseja, como usuário. Muitas vezes, é apenas uma questão de organização e metodologia de trabalho. Neste artigo, trazemos algumas informações importantes para que o trabalho musical no computador seja mais eficiente.

1. A importância da documentação

Nos dias de hoje, informação é vital. Principalmente para quem usa o computador, e é obrigado a saber uma série de coisas que extrapolam a sua atividade-fim (no nosso caso: a música). O micreiro musical muitas vezes depende de certas informações técnicas para poder prosseguir seu trabalho: manipular um arquivo, configurar uma impressora, ajustar os canais de MIDI corretamente, etc. Por isso, é muito importante que as informações lhe estejam disponíveis, a qualquer momento.

Os bons softwares e equipamentos modernos em geral vêm acompanhados de farta documentação, mas a linguagem técnica quase sempre desanima o usuário a lê-la. Por outro lado, é muito comum encontrarmos num pequeno parágrafo do texto de um manual a solução exata de um determinado problema.

Então, aqui vão algumas regras fundamentais em relação à documentação:

- Ao adquirir um equipamento, um software ou uma placa de computador, leia primeiramente, e com atenção, a documentação referente a instalação e "colocação em funcionamento". Isso, além de deixá-lo familiarizado com o novo produto adquirido, evitará que você cometa algum engano no processo de instalação e configuração. Em seguida, antes de começar a usar efetivamente o novo produto, "dê uma olhada" em todo o manual, para saber o que lá existe documentado. Isso lhe dará uma visão geral, e você certamente se lembrará onde procurar quando precisar saber sobre determinado assunto.
- Tenha a documentação sempre à mão. Guarde num local de fácil acesso todos os manuais e outros textos relativos aos seus equipamentos e softwares. Assim, quando você precisar de alguma informação, saberá onde estão as referências.
- Ao ler um manual, se você tiver alguma idéia ou conclusão específica sobre determinado tópico, anote (à lápis) na própria página. Isso garantirá que essa observação será encontrada no local certo.

2. Cuidados ao instalar e desinstalar softwares

A facilidade de se obter softwares hoje em dia, é um convite ao usuário para instalar um monte de coisas em seu computador. Muitas revistas vêm com CDs cheios de programinhas (a maioria inútil para você), e pela Internet também temos acesso à uma infinidade de versões de demonstração de softwares.

No entanto, antes de instalar qualquer coisa em seu computador, esteja ciente do seguinte:

- Antes de instalar, tente saber o que exatamente faz o software, e se ele será útil para você. Não ocupe desnecessariamente espaço em seu disco rígido que poderia ser usado para outras finalidades mais importantes. Deixe sempre espaço livre em seu disco, para quando você precisar guardar algo importante.
- A menos que a fonte onde você obteve o software seja realmente confiável, não instale-o sem antes passar um anti-vírus (veja detalhes no tópico seguinte).
- Cuidado com softwares que alteram configurações do computador. Muitos softwares avisam que vão alterar alguma coisa; acompanhe atentamente todo o processo de instalação, e leia com calma todas as mensagens que são apresentadas na tela (principalmente aquelas que têm botões de resposta - "Yes" ou "No").
- Cuidado com softwares que possuem vídeos. Muitos deles instalam o recurso do Video for Windows sem antes verificar se este já está instalado (e normalmente já está). Pode acontecer dele instalar uma versão mais antiga do que a que estava instalada (isso acontece muito quando aplicativos multimídia feitos para Windows 3.1 são instalados no Windows95).
- Quando quiser remover algum programa, verifique antes se ele possui um ícone de "desinstalação". Caso afirmativo, efetue a desinstalação, ao invés de sair apagando você mesmo os arquivos e diretórios. Os softwares criados para Windows95 podem ser desinstalados através do Painel de Controle.

3. Vírus

Embora essa palavra deixe muito micreiro com medo, há muita gente que nem se importa com isso (às vezes, até por desconhecimento).

Embora os computadores sejam máquinas, eles estão sujeitos a certos males, que podem afetar seu funcionamento. O vírus de computador é um pequeno software que tem a propriedade de só funcionar em determinadas condições. Enquanto essas condições não ocorrem, o vírus fica alojado dentro de outro arquivo (em geral, um software executável). Normalmente, o vírus vem dentro de algum software, algum aplicativo que você instala em seu computador e, durante a instalação, ele se aloja em algum arquivo do sistema operacional, tornando-se então um enorme perigo, pois poderá atuar a qualquer momento.

Cabe ressaltar que o vírus não é criado pelo desenvolvedor do software em que ele veio alojado. Ele se instala em disquetes formatados em um computador "infectado", ou se transfere para arquivos executáveis no computador "infectado", que quando são copiados para um disquete, acabam levando a "doença" para outras pessoas.

Por isso, é importante que você tenha cuidado com disquetes trazidos por amigos, principalmente amigos de seus filhos! A garotada adora joguinhos, que copiam descontroladamente entre eles. Se uma máquina está "infectada", poderá passar para todas as demais.

Você deverá estar pensando: Mas quem cria os vírus? Bem, em geral, pessoas que querem mostrar (talvez para si mesmas) sua capacidade de interferir na vida de milhares ou milhões de usuários. Infelizmente, elas não se importam com os prejuízos que podem causar. Alguns vírus vão apagando aos poucos o conteúdo do disco rígido, ou simplesmente deteriorando os arquivos (o que dá no mesmo!). Outros, menos malignos, apenas mostram mensagens na tela. Há uma enorme variedade deles, cada um com sua própria maneira de perturbar.

As recomendações acima servem para diminuir bastante o risco de ter o computador infectado por um vírus. O procedimento, portanto, é idêntico ao de qualquer doença humana: evitar antes.

Mas se você tiver o dissabor de ter seu computador infectado (o que em geral você só vai saber tarde demais), o jeito é usar um "antídoto", ou seja, um anti-vírus. Existem várias empresas que produzem aplicativos cuja função é procurar os vírus e, ao encontrar algum, proceder a "limpeza". Milhares de vírus são conhecidos e podem ser eliminados, mas nem sempre se pode descobrir os vírus novos. Alguns dos softwares anti-vírus monitoram permanentemente a memória e o disco rígido do computador, e são capazes de detectar alguma anormalidade (mesmo se o vírus não é conhecido), informando o arquivo suspeito, que você deverá eliminar. Dentre os anti-vírus, os mais populares são: Norton, McAffee Viruscan, Thunderbyte, e outros. Os anti-vírus não são caros, e a maioria oferece atualizações periódicas (para cobrir os novos vírus).

4. A importância do "backup"

Certamente, você guarda cópias de seus documentos pessoais (carteira de identidade, título de eleitor, etc), pois sabe que, se perder os originais, fica mais fácil conseguir outra via se tiver uma cópia. No computador, também é importante você ter cópias dos arquivos mais essenciais para o seu trabalho.

Imagine que você está fazendo um arranjo MIDI para as músicas de um cantor, e esse trabalho já lhe consumiu três semanas. Um belo (ou melhor, triste) dia, você tenta abrir os arquivos com as músicas e recebe uma mensagem do tipo "Unable to open file." ("incapaz de abrir o arquivo"). Você tenta de novo, e recebe sempre a mesma mensagem. Um friozinho corre pela sua espinha, e uma terrível sensação de mal-estar lhe vem quando você se lembra de que tem mais dois dias para entregar o trabalho pronto!

Não quero deixar ninguém apavorado, mas isso pode ocorrer com qualquer um. É como seguro de automóvel: pode custar um pouco caro, mas se acontecer do seu carro ser roubado, você estará garantido. É uma questão de probabilidade, que as estatísticas comprovam. Eu já passei pelas duas experiências (já perdi arquivos importantes, e já tive meu carro roubado), mas felizmente sou precavido, e recuperei os arquivos e o carro.

O procedimento de fazer "cópias de segurança" dos dados importantes de seu computador é o que, em computês, nós chamamos de "fazer backup". A cópia backup é nada mais do que uma réplica do arquivo original, e a forma mais simples de fazer backup é salvar o arquivo em dois lugares diferentes: se um deles se estragar, usa-se o outro. Você pode salvar o arquivo em dois lugares, no mesmo disco rígido, mas isso não resolverá seu problema no caso de um defeito no disco (também já tive essa experiência!).

O melhor mesmo é você ter cópias backup de seus arquivos importantes em outro dispositivo de armazenamento como disquete ou CD-R. Nesse caso, se o disco de seu computador "pifar" (o que é raro, mas não impossível), você compra outro disco, reinstala os softwares, e copia seus trabalhos do backup. É uma solução rápida, e barata (um CD-R custa cerca de R$ 1). Se você trabalha principalmente com arquivos de MIDI e de textos, o disquete resolve fácil. No entanto, se o seu trabalho musical no computador também envolve gravação de áudio digital, então o disquete não poderá armazenar todos os dados. A solução então é gravar os dados em um CD-R.

Para fazer as cópias backup, uma opção simples é copiar os arquivos (usando o Windows Explorer, ou então salvar sempre o trabalho em duplicata também no disco de backup. Se você tem muitos arquivos que precisam ser copiados em backup, existem softwares específicos para gerenciar o processo, onde você indica todos os arquivos que deseja copiar, e o software efetua as cópias, inclusive compactando os dados, para caber mais arquivos no disco de backup.

O Windows 95/98 vem com um aplicativo para backup, que não só efetua a cópia backup dos arquivos que você indicar, mas também facilita muito o processo de recuperação de qualquer desses arquivos, no caso de você perder o original. Existem também outros softwares no mercado que fazem backup.

A frequência para você fazer backup depende do volume de trabalho que você realiza. Se você trabalhou muito num arquivo num mesmo dia, seria interessante fazer um backup desse trabalho.

5. Internet

A Internet é, sem sombra de dúvida, a mídia mais interessante da atualidade. Através dela, podemos transferir e apresentar para outras pessoas textos, imagens, sons, etc. A maioria das empresas já está presente na Internet, inclusive as empresas da área de música.

"Estar presente", nesse caso, vai muito além do que simplesmente possuir um endereço

para correspondência via correio eletrônico (*e-mail*). Uma empresa pode disponibilizar uma coletânea imensa de informações sobre seus produtos ou serviços, o que certamente facilita a divulgação da sua imagem, mas também é uma forma de assistência extremamente barata.

A maioria das empresas de música possui *sites* na Internet, onde mantêm inúmeras páginas com textos informativos e ilustrações sobre seus produtos. Visitando um desses sites, você normalmente encontra novidades sobre a empresa, novas versões de softwares, novos produtos, dicas de instalação e operação, e uma infinidade de outras facilidades. Muitos sites contêm bancos de informações com as dúvidas mais frequentes dos usuários ("FAQ - Frequently Asked Questions"), que você pode consultar, e em geral encontra a resposta para o seu problema também.

Fabricantes de software costumam disponibilizar em seus sites as versões de demonstração de seus produtos, que você pode transferir diretamente para seu computador, e experimentar antes de comprar. Existem também os grupos de discussão, onde você pode deixar mensagens e outras pessoas irão ler e responder. Normalmente, isso é uma boa forma de encontrar ajuda, e até de fazer amizade com usuários do mesmo software que você usa.

A vantagem disso tudo é que as informações na Internet são de graça! Exceto em poucos sites que só permitem o acesso de clientes cadastrados previamente (mediante pagamento), o restante está lá, esperando por você. Além das empresas, muitas pessoas criam sites para apresentar informações para outras que tenham os mesmos interesses.

Um bom exemplo disso é o nosso site **www.music-center.com.br**, que oferece uma infinidade de informações sobre tecnologia musical, com um acervo imenso de textos, análises e outras coisas interessantes para os aficionados da computer music. Tudo de graça!

No próximo artigo, vamos falar sobre os sequenciadores.

Discos rígidos - taxas de transferências

Para quem trabalha com sistemas de gravação de áudio digital em disco rígido ("hard disk"), um dos fatores mais importantes é a velocidade de transferência dos dados de áudio de e para o disco. Quanto maior for essa velocidade, mais trilhas de áudio digital poderão ser gravadas e reproduzidas simultaneamente. A velocidade de leitura/escrita dos dados no disco, portanto, é o principal "gargalo" nos sistemas de áudio digital implementados em computador.

Atualmente (1998), existem dois protocolos de transferência de dados de discos rígidos, o **IDE/ATA** (Integrated Drive Electronics/AT Enhancement) e o **SCSI** (Small Computer Systems Interface). Em ambos os protocolos os bits dos dados são transferidos em paralelo. Como a transferência em paralelo em alta velocidade torna-se problemática, surgiu recentemente um novo protocolo, chamado de **Firewire** (também conhecido como "serial SCSI"), que transfere apenas um bit de cada vez (serialmente), mas à uma taxa muito mais rápida (ultrapassando 1 GHz).

Os tipos de protocolos de transferência são apresentados na tabela abaixo:

FORMATO	BITS	TAXA MÁXIMA
SCSI	8	5 MB/seg
Fast SCSI	8	10 MB/seg
Fast Wide SCSI	16	20 MB/seg
Ultra SCSI	8	20 MB/seg
Ultra2 SCSI	8	40 MB/seg
Ultra Wide SCSI	16	40 MB/seg
Wide Ultra2 SCSI	16	80 MB/seg
Firewire (serial SCSI)	1	12.5 a 50 MB/seg*
IDE/ATA	16	2.1 a 8.3 MB/seg**
EIDE (Enhanced IDE)	16	11.1 a 16.6 MB/seg**
Ultra ATA	16	33.3 MB/seg
Serial ATA	16	+50 MB/seg

(*) depende da velocidade do barramento
(**) depende do modo PIO ou DMA que está sendo usado

Drivers

Seu computador possui vários dispositivos instalados dentro dele: placa de áudio, interface MIDI, placa de vídeo, controladora de disco rígido, modem, etc. Cada um desses dispositivos é "acionado" através de uma pequena rotina de software chamada de "driver", sem o qual essas placas não servem para nada. O driver faz a comunicação entre o dispositivo de hardware e o sistema operacional, permitindo que o software trabalhe com aquele dispositivo. Se por algum motivo o driver não estiver funcionando direito, a comunicação entre o software e o dispositivo pode sofrer erros, ou mesmo falhar completamente.

Como o Cakewalk opera com os drivers

O Cakewalk depende dos drivers da placa de áudio e da interface MIDI para podr funcionar adequadamente sempre que tiver que gravar ou reproduzir áudio e/ou transferir dados MIDI. Quando um driver está corrompido ou possui falhas, o Cakewalk não pode mais se comunicar corretamente com a placa de áudio ou com a interface MIDI, e portanto o trabalho que está no software não pode ser executado adequadamente.

Sintomas de problemas de driver

Algumas vezes os indícios de problemas no driver não são tão óbvios como a incapacidade de gravar ou reproduzir áudio ou MIDI. Mesmo que os sintomas sejam menos "darmáticos", ainda assim podem ter um efeito negativo no funcionamento do software. Aqui vai uma lista de sintomas de prováveis problemas:

- Atraso na execução de notas MIDI, notas presas ou executadas aleatoriamente
- Defasagem entre a execução de MIDI e de áudio
- Interrupção da gravação
- Interrupção da execução de MIDI ou da reprodução de áudio

O que se pode fazer?

Em alguns casos, é possível resolver o problema simplesmente reinstalando-se os drivers dos dispositivos que estão em uso. No entanto, para garantir que o Cakewalk funcione da melhor maneira possível, é recomendável atualizar os drivers para as versões mais recentes, sobretudo no caso de placas de áudio e interfaces MIDI. A maioria dos fabricantes disponibiliza regularmente novas versões de seus drivers, que podem ser obtidos gratuitamente em seus sites na Internet. Essas atualizações geralmente contêm correções de problemas anteriores e/ou novos recursos que podem melhorar o desempenho do dispositivo.

Depois de reinstalar ou atualizar os drivers, você precisa fazer com que o Cakewalk

analise-os de maneira a se configurar adequadamente. Veja como:

- No Cakewalk, entre no menu **Options | Audio | General**
- Clique no botão **Wave Profiler**
- Confirme a operação
- Concluída a análise do hardware pelo Wave Profiler, então você pode voltar a trabalhar com o Cakewalk

Importante: Os fabricantes de placas freqüentemente disponibilizam versões "beta" de seus drivers. Lembre-se de que essas versões Beta não são versões definitivas, pois ainda estão em teste. Por isso, se você instalar uma versão Beta pode eventualmente ter algum tipo de problema.

Texto original produzido pela Cakewalk Music

DXi - sintetizadores virtuais

Os *sintetizadores virtuais* são softwares que atuam como sintetizadores "reais", mas usam o hardware do computador. Eles podem ser controlados por MIDI, usando-se um teclado externo ao computador, ou por um software seqüenciador, que envia ao sintetizador virtual as notas a serem tocadas. Existem sintetizadores virtuais de todos os tipos, desde sample-players (ex: Roland Virtual SoundCanvas), até samplers de verdade (ex: Gigasampler), bem como os que simulam sintetizadores analógicos (ex: Dreamstation).

O que é DXi?

O padrão DXi (DX Instruments) foi desenvolvido pela Cakewalk e é baseado na tecnologia DirectX, da Microsoft. Ele é um padrão "aberto" (pode ser usado por outros desenvolvedores) e permite a criação de plug-ins (softwares que podem ser adicionados a outros) ou softwares autônomos, com desempenho otimizado para a plataforma Windows.

Os plug-ins DXi são sintetizadores virtuais completos, cujos benfícios nas aplicações de áudio em tempo-real superam os similares disponíveis até agora. Os benefícios principais do sintetizador virtual incluem a possibilidade de se tocar, gravar e mixar os seus timbres dentro do domínio digital, preservando a qualidade original do som gerado. Usando o sintetizador virtual dentro de um software de gravação de áudio (ex: Cakewalk Sonar), ele fica totalmente integrado ao projeto, permitindo, por exemplo, salvar todo o status do instrumento DXi como parte do arquivo do projeto, o que não pode ser feito com um sintetizador "real", externo ao computador.

O software Cakewalk Sonar já vem com quatro sintetizadores virtuais DXi:

- DreamStation DXi (completo)
- Virtual Sound Canvas DXi (completo)
- Tassman SE DXi (completo)
- LiveSynth Pro DXi (demo)

Fonte: Cakewalk Music Software

FireWire

O padrão FireWire, também conhecido pela sigla técnica IEEE-1394, é uma tecnologia de transmissão serial de alta velocidade (até 800 Mbps) para a conexão de dispositivos periféricos a um computador. Dentro de uma conexão usando FireWire, pode-se ter até 63 equipamentos dentro de um mesmo barramento.

Uma das características mais importantes do FireWire é que os equipamentos (computadores e periféricos) podem se comunicar independentemente entre si, sem a necessidade de um servidor específico. A conexão ou desconexão de um equipamento pode ser feita com o equipamento ligado ("hot swap"), sem necessidade de se inicializar o sistema. Dependendo do equipamento, a alimentação elétrica pode ser fornecida pelo próprio barramento FireWire. Existem atualmente cabos de conexão FireWire de 4 e de 6 pinos, e o novo FireWire 800 utiliza cabo de 9 pinos.

Por ser um padrão de alta velocidade, o FireWire permitiu o surgimento de uma nova geração de equipamentos, como câmeras de vídeo digitais, unidades externas de disco, reprodutores de MP3, etc, que não seriam viáveis sem o FireWire. O mercado profissional também aproveitou as vantagens do novo padrão, principalmente nos sistemas de produção de áudio e vídeo.

Gravação de áudio no computador PC

Uma primeira análise dos sistemas de baixo custo que possibilitam usar o computador para gravar áudio com qualidade de CD

Neste artigo mostraremos, de uma forma resumida e objetiva, o estágio atual dos recursos para gravação de áudio em computadores PC-compatíveis com Windows, abordando os sistemas mais simples (e mais baratos), mas que nem por isso ofereçam uma qualidade ruim, sendo que sua limitação maior está relacionada ao número de canais de áudio. Os sistemas mais sofisticados, chamados de Digital Audio Workstations (DAW), operam com muitas pistas de áudio, mas utilizam equipamentos adicionais ao computador e custam alguns milhares de dólares (poderemos falar sobre eles em outra oportunidade).

Para se montar um sistema básico para trabalhar com áudio digitalizado no computador, a primeira providência é adquirir uma placa de som, que atua como conversor, transformando os sinais analógicos de um microfone em sinais digitais (bits e bytes), de forma que possam ser manipulados pelo computador. Atualmente, há placas de som de 8 e de 16 bits (o número de bits está intimamente relacionado com a qualidade do som, reveja esse conceito no artigo sobre princípios de Áudio Digital), sendo que as placas de 16 bits, mais modernas, também podem operar em 8 bits. Evidentemente, essa qualidade tem preço: uma placa de 8 bits pode ser adquirida hoje, no Brasil, por cerca de US$ 80, enquanto as de 16 bits variam desde US$ 150 até US$ 500. Praticamente todas as placas de áudio operam em estéreo (dois canais de áudio) e também podem ser ajustadas para trabalhar com diferentes freqüências de amostragem (veja também no informus nº2). Sua instalação no computador é igual à de qualquer placa, requerendo configurar endereço, interrupção (IRQ) e a instalação de um arquivo de driver para o Windows. Adicionalmente, é necessário configurar um canal de DMA (acesso direto à memória) para que a placa possa transferir os dados de áudio diretamente para a memória do computador. Nas placas de 8 bits, costuma-se configurar o canal 1, mas nas placas de 16 bits é recomendável usar um dos canais de DMA acima de 5 (que operam em 16 bits).

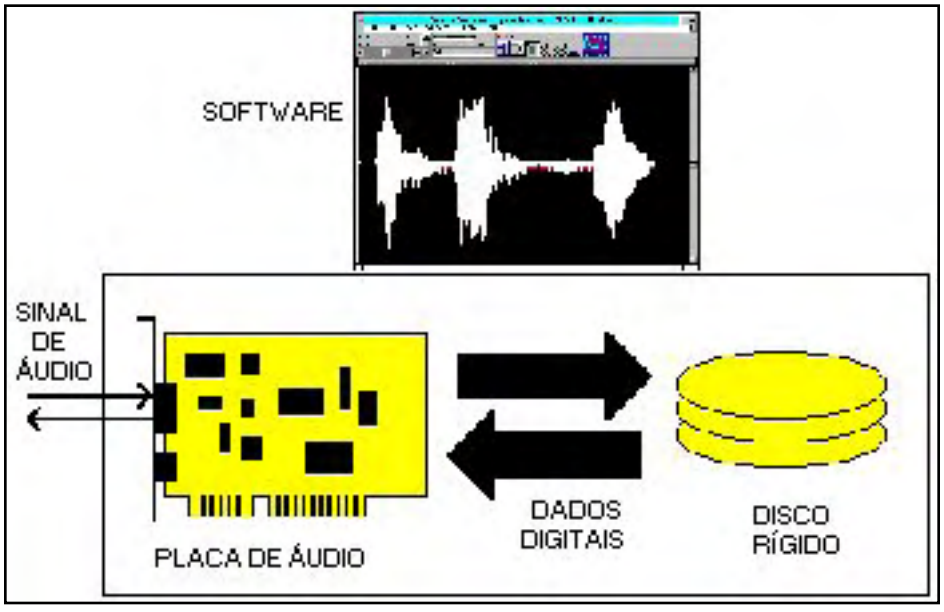


Figura 1: Processo de gravação digital de áudio no computador

A placa de som, como dissemos, efetua a conversão A/D e D/A do áudio, mas só pode operar se houver algum software para controlá-la. No ambiente Windows, existe um padrão para se armazenar áudio digitalizado em disco, sob a forma de arquivo. Esse padrão é o formato WAV, e é usado pela maioria dos softwares que manipulam áudio digital, de forma que, semelhantemente ao padrão MIDI, uma gravação digital feita por um determinado software pode ser usada em outro, sem problemas de compatibilidade. A maioria das placas existentes hoje oferecem outros recursos, além da possibilidade de gravação/reprodução de áudio digital. A maioria delas contém um sintetizador incorporado (sob a forma de um chip), que pode tocar música MIDI executada por um seqüenciador, embora quase todas usem sintetizadores FM, que têm qualidade sonora muito aquém do que os instrumentos mais baratos. Outras também oferecem interface MIDI, o que possibilita usar a placa de som também para transmitir e receber comandos MIDI externos ao computador. Quanto à qualidade da gravação/reprodução do áudio digital - que nos interessa nessa abordagem - é necessário fazer uma comparação entre os dados fornecidos pelos fabricantes, nos parâmetros referentes a resposta de freqüências (fidelidade da placa na gravação/reprodução de graves e agudos), distorção harmônica total, faixa dinâmica e separação de canais [continua].

Tive a oportunidade de experimentar as placas Multisound (Turtle Beach) e RAP-10 (Roland), que aos meus ouvidos (e de algumas outras pessoas) apresentaram qualidade bastante satisfatória. Não pude efetuar testes de laboratório, de forma que não tenho números para cada uma.

O funcionamento de um sistema simples de gravação de áudio digital no computador é descrito a seguir (veja também a figura 1).

Durante a gravação, o sinal de áudio produzido por um microfone ou um instrumento musical conectado à placa de som é digitalizado por esta e transferido, sob a forma

digital (bytes), para o disco rígido do computador. Para armazenar estes dados no disco, se for usada qualidade comparável à dos CDs (resolução de 16 bits e taxa de amostragem de 44.1 kHz), serão gastos cerca de 10 MB para cada minuto de áudio (estéreo). Para reproduzir o som gravado, é efetuado o processo inverso, com os dados digitais sendo enviados à placa de som, que os converte novamente em sinal de áudio, que será ouvido pelos alto-falantes. O software controla a placa de som, determinando as características de conversão do sinal de áudio, bem como gerencia o armazenamento no disco.

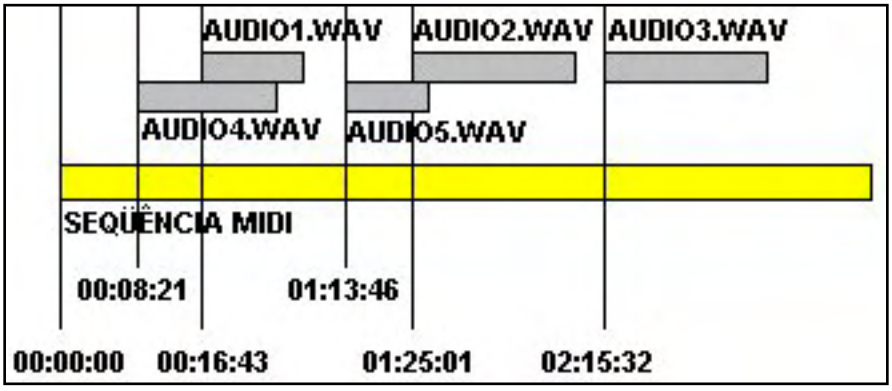


Figura 2: Os trechos de áudio (arquivos WAV) são disparados pelo seqüenciador por meio de comandos MCI.

Uma vez armazenado sob a forma de dados digitais, o som pode ser manipulado pelo software, que pode ser usado para editar as características originais. Dentre os recursos de edição estão o cut-and-paste (cortar-e-colar) e inversão de trechos, processamento de efeitos (reverb, eco, chorus, flanger, etc), compressão de tempo (encurtar o trecho sem alterar a afinação), transposição de tom, robotização de voz, mixagem de arquivos de áudio, etc. Há uma variedade de softwares para placas de som, e devido a características próprias de cada um, o procedimento operacional para a produção dos trechos de áudio pode variar.

Nos softwares mais simples, como o Wave for Windows 2.0 (Turtle Beach), é necessário rodar simultaneamente tanto o software de áudio quanto o seqüenciador e, enquanto este último executa a seqüência MIDI (que serve de guia) o cantor (ouvindo a guia) grava a voz no editor de áudio. Para economizar espaço no disco, os trechos em silêncio não são gravados, ficando a parte vocal registrada em forma de fatias de gravações. Depois de gravados todos os trechos, é necessário usar um seqüenciador que seja capaz de reproduzir os arquivos WAV na placa de som, por meio de comandos MCI (Multimedia Command Interface) do Windows (o Cakewalk e o Master Tracks Pro 4 oferecem esse recurso), de forma que as fatias de áudio são reproduzidas (em estéreo) graças a comandos MCI incluídos manualmente na seqüência, que fazem os arquivos WAV serem executados pela placa de som nos instantes corretos (veja Figura 2). Nesses softwares, é muito difícil - quase impossível - fazer-se overdub (superposição de gravações de áudio), de forma que praticamente só servem para gravar um canal (voz) além da música MIDI.

Figura 3 - Os arquivos de áudio são executados conjuntamente com a seqüência.

Softwares mais sofisticados, como o Audio Toolworks da Roland e o SAW - Software Audio Workstation, da Innovative, já são capazes de operar simultaneamente com mais pistas de áudio e funcionam de forma bem mais eficiente, trabalhando conjuntamente com seqüenciadores MIDI (Figura 3). Neles há recursos para se posicionar graficamente e com precisão os trechos de áudio no decorrer da música. O Audio Toolworks possui um seqüenciador integrado, que serve de guia para a criação e edição dos trechos de áudio, enquanto o SAW pode enviar sincronismo SMPTE para um seqüenciador (externo), que executa a música MIDI como guia. O recém-lançado QUAD (Turtle Beach) consegue manipular 4 pistas independentes de áudio, mas só opera com as placas de 16 bits da própria Turtle Beach (Multisound, Monterrey e Tahiti).

Uma das vantagens de se usar áudio digitalizado é a possibilidade de se aproveitar um mesmo arquivo WAV para duas ou mais passagens, como, por exemplo, de um refrão. Isso não só economiza espaço no disco, como tempo de gravação (grava-se apenas uma vez aquele trecho).

Hyper Threading

A tecnologia de Hyper-Threading possibilita que os softwares que operam com multi-processamento executem suas tarefas em paralelo. Este tipo de recurso não era encontrado anteriormente em processadores para uso genérico. No passado, para se melhorar o desempenho as instruções do software eram divididas em vários fluxos de processamento de forma que vários processadores pudessem atuar sobre elas. Hoje, com a tecnologia Hyper-Threading, podem-se separar os processos a nível de processador de maneira a oferecer um uso mais eficiente dos seus recursos melhorar o desempenho dos softwares que usam multi-processos.

A tecnolgia Hyper-Threading permite o processamento paralelo em cada processador, ampliando os recursos de execução. O resultado é o aumento de desempenho. Esta tecnologia possibilita que vários processos do software sejam executados simultaneamente em um microprocessador. Isto é possível graças à duplicação da arquitetura de cada processador, mas compartilhando um só conjunto de recursos do mesmo. A tecnologia Hyper-Threading também permite tempos de resposta mais rápidos em condições de alta demanda, como é o caso do processamento de áudio digital. Ao permitir que o microprocessador efetivamente use recursos que de outra forma estariam livres, é então obtido um enorme ganho nas operações de multi-processos e multi-tarefas.

Esta tecnologia é transparente para a plataforma. Na verdade, muitos softwares já são do tipo multi-processos, e automaticamente serão beneficiados pela nova tecnologia. No entanto, estes aplicativos tiram proveito do aumento de desempenho que a tecnologia Hyper-Threading oferece, o que permite ao usuário perceber imediatamente os ganhos de desempenho.

Para aproveitar a tecnologia Hyper-Threading é necessário um computador com Pentium 4 HT e placa-mãe com chipset, BIOS que suportem a tecnologia HT. Obviamente, o sistema operacional também deve ter suporte a esta tecnologia (ex: Windows XP).

Alguns softwares de áudio já utilizam multi-processamento, como é o caso do Cakewalk SONAR (desde a versão 3). Para aproveitar essa vantagem, é necessário habilitar a opção "Use Multiprocessor Engine" na configuração das opções de áudio.

Interfaces MIDI: as portas de entrada e saída (I)

Como já mencionamos, para se transferir os comandos MIDI de um sintetizador para o computador, e vice-e-versa, é necessário haver uma dispositivo específico para esse interfaceamento, instalado no computador.

Existem interfaces MIDI para todos os tipos de necessidades. As mais simples possuem apenas uma entrada MIDI In e uma saída MIDI Out. Se no seu computador existe uma placa de som comum (compatível com a popular Sound Blaster), então você já tem uma interface MIDI, bastando apenas conectar um cabo adaptador no conector grande da placa (o do joystick). Esse cabo adaptador vem com um circuito embutido e as tomadas de MIDI In e MIDI Out.

Por cada conector de MIDI podem ser transferidos comandos em até 16 canais de MIDI. Para aqueles que precisam controlar mais do que 16 canais de MIDI (estúdios que possuam diversos sintetizadores e outros equipamentos MIDI) existem interfaces com várias entradas e saídas.

Há diversas interfaces MIDI no mercado, que diferem entre si pelo número de entradas e saídas, recursos adicionais de sincronização, e tipo de instalação (internas ou externas).

O lado bom do MIDI é que não existe a possibilidade de uma interface MIDI "ter melhor qualidade de sinal do que outra". Diferentemente do que ocorre com placas de áudio digital, que podem ter qualidade melhor ou pior, na interface MIDI, ou o sinal de MIDI passa direito ou não passa. E na grande maioria delas, felizmente, passa!

Um padrão com mais de dez anos

Você provavelmente já deve ter lido ou ouvido falar em "MPU-401". A sigla MPU significa "MIDI Processing Unit" (unidade processadora de MIDI), e é o nome dado à primeira interface MIDI desenvolvida pela Roland, nos primórdios do MIDI (1984). Era uma interface "inteligente", pois podia processar ela própria os dados de até oito trilhas de MIDI, aliviando o trabalho do computador (na época, o PC-XT). A MPU-401 obteve tanto sucesso que outros fabricantes (Voyetra, Music Quest, CMS, etc) passaram a fabricar clones dela, e daí estabeleceu-se o "padrão MPU". Naquela época não havia Windows, e os softwares eram desenvolvidos para operar com interfaces específicas, e não com qualquer interface, pois não havia drivers (um dos poucos softwares para DOS que tinham drivers para outras interfaces MIDI além da MPU era o Cakewalk).

Desde então, o padrão MPU-401 se consolidou, e até hoje as interfaces MIDI (mesmo as embutidas em placas de som) são compatíveis com ela (embora não operem mais no modo "inteligente", mas sim no modo "UART", pois os computadores de hoje podem processar muito mais rapidamente).

As interfaces MIDI podem ser instaladas interna ou externamente ao computador. As interfaces internas são placas que se encaixam nos conectores ("slots") da placa-mãe do computador, e as tomadas MIDI estão acopladas a um conector no pequeno painel externo da placa, que aparece na traseira do gabinete do computador. A instalação de uma interface MIDI interna requer os mesmos cuidados e procedimentos de uma placa comum, como uma placa de som ou uma fax/modem, por exemplo. Deve-se configurar a interface de forma que seus parâmetros de interrupção (IRQ) e endereço não fiquem conflitantes com os das outras placas.

A interface Opcode MQX-32M possui duas entradas MIDI In, duas saídas MIDI Out, e entrada/saída de sinal de sync SMPTE.

Dentre as interfaces MIDI internas (placas), podemos citar:

- Midiman Winman 1x1 (1 MIDI In / 1 MIDI Out)
- Midiman Winman 2x2 (2 MIDI In / 2 MIDI Out)
- Midiman Winman 4x4s (4 MIDI In / 4 MIDI Out / SMPTE In/Out)
- Opcode MQX-32M (2 MIDI In / 2 MIDI Out / SMPTE In/Out)
- Opcode PC MIDI Card (1 MIDI In / 1 MIDI Out)
- Roland MPU-401 (1 MIDI In / 1 MIDI Out)
- Roland S-MPU (2 MIDI In / 2 MIDI Out / SMPTE In/Out)

Já as interfaces MIDI externas são conectadas à porta paralela ou à porta serial do computador, e são mais indicadas para computadores portáteis (notebooks), que não podem receber placas extras internamente, ou então quando são interfaces sofisticadas, que não cabem dentro do computador. A porta paralela ("printer port") geralmente é usada pela impressora, e quando se encaixa uma interface MIDI nela, a impressora tem que ser desconectada (algumas interfaces MIDI que se conectam à porta paralela possuem um conector de bypass, onde a impressora pode ser ligada, para operar simultaneamente). Embora os computadores PC disponham de quatro portas seriais (COM1 a COM4), geralmente apenas duas delas são usadas, para se evitar conflitos (veremos isso também no próximo artigo). Como a COM1 já é usada pelo mouse na maioria dos PCs (exceto os notebooks que possuem mouse "embutido"), utiliza-se então a COM2 para conectar a interface MIDI.

Dentre as interfaces MIDI externas, podemos citar:

- Midiman Portman 2x4 (2 MIDI In / 4 MIDI Out; conexão pela porta paralela)
- Midiman Portman PC/P (1 MIDI In / 1 MIDI Out; conexão pela porta paralela)
- Midiman Portman PC/S (1 MIDI In / 1 MIDI Out; conexão pela porta serial)
- MOTU Micro Express (4 MIDI In / 6 MIDI Out/ SMPTE In/Out; conexão pela porta

serial)
- Opcode 2Port/SE (2 MIDI In / 2 MIDI Out / SMPTE In/Out; conexão pela porta paralela)
- Opcode 8Port/SE (8 MIDI In / 8 MIDI Out / SMPTE In/Out; conexão pela porta paralela)
- Opcode MIDI Translator PC (2 MIDI In / 2 MIDI Out; conexão pela porta paralela)

Interfaces MIDI: as portas de entrada e saída (II)

Continuando nosso assunto sobre interfaces MIDI, vejamos algumas considerações sobre cada tipo, e qual a opção adequada a cada caso.

Dentro ou fora

A maioria das pessoas prefere uma interface instalada dentro do computador. Não só por causa do preço (as internas são mais baratas porque o custo de acabamento é menor), mas também porque a quase todo mundo prefere não ter coisas "penduradas" ao computador.

Existem casos, no entanto, em que isso é inevitável, como nos notebooks, onde não é possível instalar uma placa interna. Por outro lado, as interfaces mais sofisticadas, com múltiplas entradas e recursos diversos de sincronização, são todas externas, por uma mera questão de espaço, uma vez que é simplesmente impossível colocar todos os seus circuitos numa única placa. Essas interfaces mais profissionais, que têm seis ou oito entradas/saídas MIDI, entradas e saídas de sinal de sincronismo e eventualmente outros "features", geralmente são montadas em módulos formato rack, e conectadas ao computador através da porta paralela ou serial.

Cada tipo de interface tem sua vantagem. As placas internas geralmente são menos problemáticas para configuração, pois não "ocupam" o lugar de algum outro dispositivo importante (impressora, na paralela, ou fax/modem, na serial). Elas geralmente usam a IRQ 2 (que é a mesma da 9) e endereço 330 ou 300. Esses parâmetros, adotados originalmente pela legendária Roland MPU-401, dificilmente conflitam com outras placas, exceto se você já possuir uma placa de som no computador, que muito provavelmente estará usando esses parâmetros (pois contém uma interface MIDI compatível com a MPU-401).

As interfaces externas são ótimas para quem usa dois computadores: o músico que usa um computador de mesa no estúdio e um notebook ao vivo, por exemplo. Nesse caso, basta desaparafusar e levar de um lado para outro.

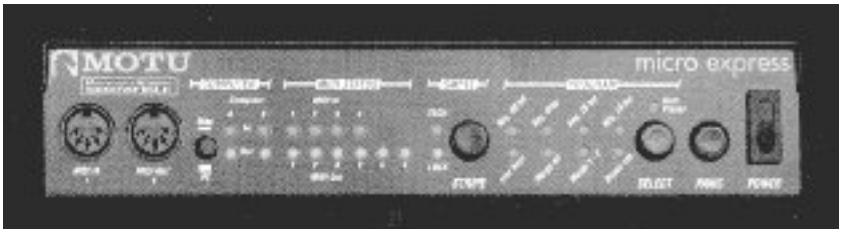
O principal problema das interfaces externas, no entanto, é a disponibilidade de conector. As que usam a porta de impressora impedem o uso simultâneo desta última (exceto nas interfaces mais sofisticadas, onde se pode ligar a impressora numa porta de bypass). Já as que usam a porta serial têm sempre o risco de um conflito, pois todo mundo hoje possui mouse e placa fax/modem, que já ocupam duas portas COM, não restando configuração livre para a interface MIDI.

Além do MIDI

Algumas interfaces MIDI oferecem recursos adicionais, além das tomadas de entrada e

saída MIDI. Elas são interfaces profissionais, e dispõem também de conectores para a entrada e saída de sinal do tipo SMPTE, que é utilizado para sincronizar o software MIDI com gravadores de áudio e videocassetes. As interfaces que têm tais recursos em geral vêm com algum software aplicativo que permita ao usuário gerar o sinal de SMPTE na placa, para então gravá-lo (processo de "stripe") na pista de sync do gravador.

Existem também interfaces MIDI bem mais sofisticadas, que além das conexões de MIDI In/Out, e SMPTE In/Out, ainda têm outros recursos de sincronização (ADAT sync, etc).



A interface externa MOTU Micro Express possui 4 MIDI In, 6 MIDI Out e recursos de sincronização SMPTE.

Integração de MIDI e áudio no computador PC

Desde que os primeiros softwares MIDI surgiram, a partir de 1984, muitas mudanças vêm ocorrendo no trabalho de composição e execução musical. Inúmeros músicos e compositores têm contado com a ajuda do seqüenciador em suas atividades de criação e execução, o que lhes oferece uma enorme gama de facilidades para concretizar suas idéias musicais. Por outro lado, à medida que são ultrapassados as limitações para a armazenamento de áudio digital nos discos rígidos, os computadores vêm sendo usados também para a gravação das partes da música (vocais, instrumentos acústicos) que não possam ser produzidas via MIDI.

Com tais recursos tecnológicos, diversos músicos e compositores trabalham com tranqüilidade, em seus próprios home-studios, e muitas vezes podem produzir sozinhos grande parte dos arranjos e execuções, graças à eliminação de algumas etapas desgastantes e dispendiosas. A redução gradual dos preços dos softwares e equipamentos, junto com o aumento dos recursos e níveis de qualidade, tem levado muitas pessoas a adotar a tecnologia da informática como um novo instrumento musical.

Este artigo apresenta o panorama atual do uso do computador para fins musicais, através de softwares de MIDI e de áudio, mostrando as alternativas existentes e a interação entre as aplicações.

Computadores e MIDI

Sendo o computador uma máquina precisa e rápida, pode-se usá-lo para manipular os dados digitais transmitidos pelos instrumentos musicais MIDI. Para isso, é necessário ter um software adequado e específico para esse tipo de aplicação bem como algum dispositivo de hardware instalado no computador que traduza os sinais eletrônicos vindos pelo cabo MIDI, e os passe ao processamento do computador/software.

Uma característica fundamental do MIDI é que ele é um sistema de comunicação digital, onde as atitudes do músico sobre o instrumento musical são detectadas, codificadas e transmitidas pelo cabo MIDI, sob a forma de dados digitais. Esses dados não são exatamente os sons, mas sim as ações que o músico faz para tocar os sons (pressionar uma tecla, pisar um pedal, etc). Outras informações que não sejam especificamente de execução musical também podem ser transmitidas via MIDI, o que faz o sistema extremamente poderoso.

Os requisitos básicos para que se possa fazer música MIDI no computador são:

- **software seqüenciador**

Este deve possuir recursos eficientes para a manipulação precisa dos eventos MIDI que codificam a música executada. Há seqüenciadores extremamente poderosos que possibilitam ao músico registrar, corrigir, alterar e re-executar o que tocou. Como o seqüenciador não grava os sons, mas sim armazena os comandos de execução feitos nos instrumentos MIDI, é possível experimentarem-se diversos timbres para um mesmo trecho de música, além do fato das músicas seqüenciadas em MIDI ocuparem muito pouco espaço de mídia de armazenamento, Apenas para citar um exemplo, pode-se ter a execução completa de um concerto de Brandenburgo guardada em menos de 100 kB de disco (menos de 1/10 de um disquete!).

Atualmente, há uma infinidade de softwares seqüenciadores para PC/Windows, com diferentes preços e níveis de recursos. Para o uso profissional, entretanto, é essencial que o seqüenciador ofereça certas facilidades, como edição discriminada de eventos, quantização percentual ou por groove, facilidades gráficas para edição de parâmetros de key velocity, controles, andamento, etc. Também é desejável que o software possa trabalhar sincronizado externamente (MIDI Sync e SMPTE), para o caso de operação conjunta com um software de gravação de áudio.

Dentre os softwares seqüenciadores disponíveis no mercado, destacam-se o *Cakewalk Professional* (Cakewalk Music), o *Master Tracks Pro* (Passport), o *Cubase* (Steinberg) e o *Logic* (Emagic). E para quem não quiser gastar muito dinheiro há uma opção de baixo preço que é o *Power Tracks* (PG Music), um software simples, mas que oferece bons recursos, inclusive sincronização SMPTE.

- **interface MIDI**

É o elo entre o computador/software e os instrumentos musicais, encarregando-se de receber os comandos vindos do cabo MIDI do instrumento, e passá-los ao software, que então manipula-os adequadamente. Quando a música é executada pelo seqüenciador, a interface faz o processo inverso, passando aos instrumentos MIDI os dados que estão armazenados no computador/software.

Há dois tipos de interfaces MIDI, as internas, placas eletrônicas que são inseridas em um slot da placa-mãe do computador, e as externas, que são conectadas por um cabo à porta serial ou à porta paralela. A vantagem da interface interna é que não ocupa as conexões externas do computador, já que as portas seriais (COM1 e COM2) normalmente são usadas pelo mouse e/ou modem externo, e a porta paralela é ocupada pela impressora.

A maioria das interfaces MIDI possui uma entrada MIDI IN e uma saída MIDI OUT, mas existem algumas que possuem duas ou mais entradas e saídas, o que permite ultrapassar o limite de 16 canais de MIDI. Para que se possa operar o seqüenciador com equipamentos externos de áudio (gravadores portastudio) ou alguns softwares

de áudio digital, é necessário que a interface MIDI possua recursos de sincronização SMPTE (entrada e saída de sinal eletrônico especial).

A configuração de uma interface MIDI no computador é simples, em geral requerendo apenas a instalação do respectivo arquivo de driver para Windows, tomando-se as devidas precauções para não configurá-la com endereço (*port*) ou interrupção (*IRQ*) que já estejam sendo utilizados por outras placas já instaladas no computador.

As interfaces internas mais simples - com uma entrada MIDI IN e uma saída MIDI OUT - são a legendária *MPU-401* da Roland e a popular *PC MIDI Card*, da Music Quest, e podem ser encontradas a preços abaixo dos R$ 100. Há as interfaces internas um pouco mais caras, mas que possuem múltiplas entradas/saídas, como a *Portman 2x4* (MIDIMan), com duas entradas e quatro saídas MIDI, e a *MQX-32M* (Music Quest), com duas entradas e duas saídas MIDI e também recursos de sincronismo SMPTE. Bem mais sofisticadas são a *MIDI Express PC* (MOTU) com seis entradas e seis saídas MIDI e recursos de SMPTE, e a *8Port/SE* (Music Quest), com oito entradas e oito saídas MIDI, e também recursos de SMPTE.

A qualidade do som não depende em nada da qualidade da placa (e sim do instrumento MIDI que toca a seqüência). O único problema que se pode ter com interfaces MIDI é quanto ao funcionamento do seu o driver no Windows, que tem que ser estável e capaz de manipular corretamente o fluxo de dados, o que em geral é feito sem problemas pela maioria deles.

- **instrumentos MIDI**

Praticamente todos os instrumentos musicais eletrônicos atuais possuem recursos MIDI, e podem transmitir a execução musical sob a forma de comandos digitais através do cabo MIDI. Os instrumentos também podem receber comandos MIDI vindos de outros instrumentos ou computadores Existem diversos tipos de instrumentos MIDI: teclados sintetizadores, módulos sintetizadores sem teclados (cérebros ou tone modules), guitarra-MIDI, etc, sendo que a maioria deles é multitimbral, podendo um único equipamento produzir - simultaneamente - as execuções de até 16 instrumentos musicais diferentes (cada um operando em um canal de MIDI diferente). É o instrumento quem determina a qualidade do som, de forma que possuir um software seqüenciador e uma interface excelentes não garantem por si só um excelente resultado sonoro final.

Além dos instrumentos musicais, outros equipamentos, como processadores de efeitos, mesas de mixagem, etc, também podem ser comandados via MIDI, o que permite automatizar estúdios e shows, a partir do seqüenciador.

Computadores e áudio

O interesse pelo uso do computador para a gravação de sons em formato digital começou a crescer à medida que foram aumentando a velocidade de acesso e transferência dos dados (seek time e data transfer) e também a capacidade de armazenamento dos discos rígidos (hard-disks), até atingir níveis viáveis (e a preços razoáveis). Para se ter uma idéia, 1 minuto de gravação em estéreo ocupa algo em torno de 10 MB (megabytes) de espaço de disco e, por isso, o uso desse tipo de mídia para registrar áudio só se tornou realmente apropriado quando os discos ultrapassaram a marca dos 500 MB. Hoje, pode-se encontrar no mercado discos rápidos e com capacidade acima de 1 GB (gigabyte, 1.000 MB), de forma que o uso do computador como gravador de áudio já é uma realidade.

Apesar das limitações ainda impostas pela capacidade de armazenamento dos discos rígidos, a queda vertiginosa dos preços desses dispositivos tem levado muitas pessoas a considerar a implantação de sistemas de áudio digital no computador. Além disso, a constante evolução tecnológica tem propiciado capacidades cada vez maiores de armazenamento.

As vantagens que os sistemas de gravação digital em computador podem oferecer são bastante significativas, quando comparados com os gravadores analógicos convencionais de fita magnética. O sistema digital permite copiar o material gravado quantas vezes se quiser, sem qualquer perda de qualidade, e certos problemas inerentes aos mecanismos de transporte da fita também não existem, melhorando ainda mais o nível de qualidade. Porém, as maiores vantagens são as facilidades de edição do material de áudio, usando recursos computacionais para corrigir falhas originais da gravação (ruídos, desafinos), equalizar e produzir efeitos especiais (reverb, chorus).

Outras vantagens operacionais são a redução de espaço físico e a simplificação da manutenção, graças a eliminação do sistema de fita, dispensando os alinhamentos periódicos e outras preocupações.

No estágio atual da tecnologia, a sofisticação dos sistemas de áudio digital no computador é diferenciada pela capacidade, recursos de edição e, obviamente, custo. Este texto está voltado para os sistemas mais simples, implementados com placas de som comuns no mercado e acessíveis à maioria dos usuários (músicos, pequenos estúdios, etc). Tais sistemas possibilitam a operação em conjunto com outros recursos de informática musical, como os seqüenciadores.

Pelo fato de serem simples, no entanto, não significa que os sistemas ditos domésticos são ruins, em termos de qualidade sonora. Suas limitações são mais em níveis de recursos operacionais (entrada e saída de áudio em apenas dois canais, ausência de conexões digitais) e nas facilidades de processamento de sinais em tempo real (efeitos, etc). Por outro lado, o preço convidativo provavelmente é o fator principal que vem despertando o interesse de um número cada vez maior de pessoas em trabalhar com áudio digital em seus computadores pessoais.

Os requisitos básicos para que se possa gravar, editar e reproduzir áudio no computador são:

- **software gravador / editor de áudio**

  Os gravadores de áudio fazem parte de uma categoria de software ainda muito nova, e por isso há bem menos alternativas do que os seqüenciadores. Os principais destaques do mercado são o *SAW - Software Audio Station*, da Innovative Software, o *Samplitude Studio*, da SEKD e o *QUAD Studio*, da Turtle Beach.

  Nesse tipo de software, duas características são fundamentais: a gravação de múltiplas trilhas de áudio, porque sem isso a limitação seria muito grande, e a possibilidade de operar sincronizado com um seqüenciador, pois na maioria dos casos serão usados instrumentos MIDI fazendo a base instrumental dos arranjos. Os softwares citados podem gravar até 16 trilhas, mas para chegar a esse número, é preciso ter não só um computador bastante rápido, como também um disco rígido com baixo tempo de acesso, e alta taxa de transferência de dados (normalmente, discos SCSI).

  Fora isso, as diferenças são mais a nível de facilidades de operação e de recursos de edição. Alguns podem processar o áudio e adicionar efeitos (reverb, delay), outros suportam mais do que uma única placa de áudio, permitindo mais do que um par de entradas e outro de saídas simultâneas para o mundo exterior.

  O gerenciamento dos dados de áudio sob a forma de arquivos também pode diferir entre um software e outro, podendo haver maior otimização do uso do disco, descartando-se automaticamente trechos vazios (silêncio) da gravação, que ocupariam espaço desnecessário.

- **placas de áudio**

  É o elo entre o computador/software de áudio e as fontes sonoras que serão gravadas, encarregando-se de receber o sinal de áudio vindo de um microfone ou outra fonte, digitalizá-lo através do conversor analógico/digital (ADC) e passá-los ao software, que os manipula adequadamente. No processo de reprodução, a placa faz o inverso, reconvertendo os dados digitais em sinal analógico pelo DAC, e passando-o aos equipamentos de mixagem e/ou amplificação. É importante salientar que, diferentemente da interface MIDI, no caso do áudio, a qualidade da gravação depende quase que exclusivamente da placa.

  Há diversas placas de áudio no mercado, e suas características, obviamente, variam com o preço. Não espere obter muito, em termos de qualidade, ao usar uma placa muito barata. O fato da placa de áudio digitalizar o som em 16 bits e a 44.1 kHz não significa que o som terá uma qualidade excelente. Dependendo dos

circuitos utilizados na placa, pode-se ter respostas diferentes, bem como diferentes níveis de distorção.

Entretanto, para implantar qualquer sistema digital com um mínimo aceitável de qualidade, é fundamental que a placa digitalize áudio com resolução de 16 bits, e taxa de amostragem (sampling rate) de 44.1 kHz. Descarte a possibilidade de usar aquela velha plaquinha de 8 bits, pois alguns softwares só trabalham com placas de 16 bits e, nesse caso, o custo/benefício não compensa.

Outras diferenças que existem entre as placas de áudio são a possibilidade de gravar e reproduzir ao mesmo tempo, que nem todas podem fazer, ou transferir os dados de áudio digitalmente, através da placa, do computador para outro equipamento (um gravador DAT, por exemplo).

A maioria das placas de áudio possui uma interface MIDI incorporada, de forma que, com um cabo adaptador MIDI adequado, ela pode ser usada também como entrada e saída de MIDI para o computador, dispensando muitas vezes a necessidade de uma interface MIDI adicional. Algumas placas de áudio também podem controlar unidades de CD-ROM.

E tem mais. Algumas placas de áudio incorporam um chip sintetizador, que já é um instrumento MIDI na própria placa. No entanto, a qualidade sonora desses chips pode variar desde os pobres OPL-3 que sintetizam timbres usando tecnologia FM simplificada, até sintetizadores que usam amostras digitais de alta qualidade (alguns são editáveis), e timbres compatíveis com o padrão GM (General MIDI).

Os cuidados na instalação de uma placa de áudio no computador são praticamente os mesmos já mencionados para a interface MIDI, quanto à configuração de endereço, IRQ e drivers, sendo que a maioria das placas de áudio requer uma configuração de canal de DMA, que também não deve conflitar com outras placas do computador que usem este tipo de recurso.

Com a popularização da multimídia, inúmeras placas de áudio são lançadas todos os meses no mercado, com características sonoras variadas. Portanto, há que se observar suas especificações técnicas, para saber se oferecem a qualidade desejada. As placas mais indicadas para gravação digital são as da Turtle Beach (*Tahiti*, *Monterrey*, *Tropez*), a *CardD* (Digital Audio Labs), *RAP-10* (Roland) e *SoundBlaster AWE32* (Creative Labs). Recentemente foi lançada a *Multi!Wav Pro*, fabricada pela AdB (EUA), que só possui entrada e saída digital. Quem quiser gastar pouco, pode até usar placas mais baratas, ciente de que a qualidade da gravação estará aquém do ideal.

Depois de gravado e editado no computador, o material de áudio pode ser masterizado para alguma outra mídia mais manipulável (fita DAT, ADAT, DA 88 ou CD) e então enviado para a etapa final do trabalho (produção de disco, emissora de

rádio, etc).

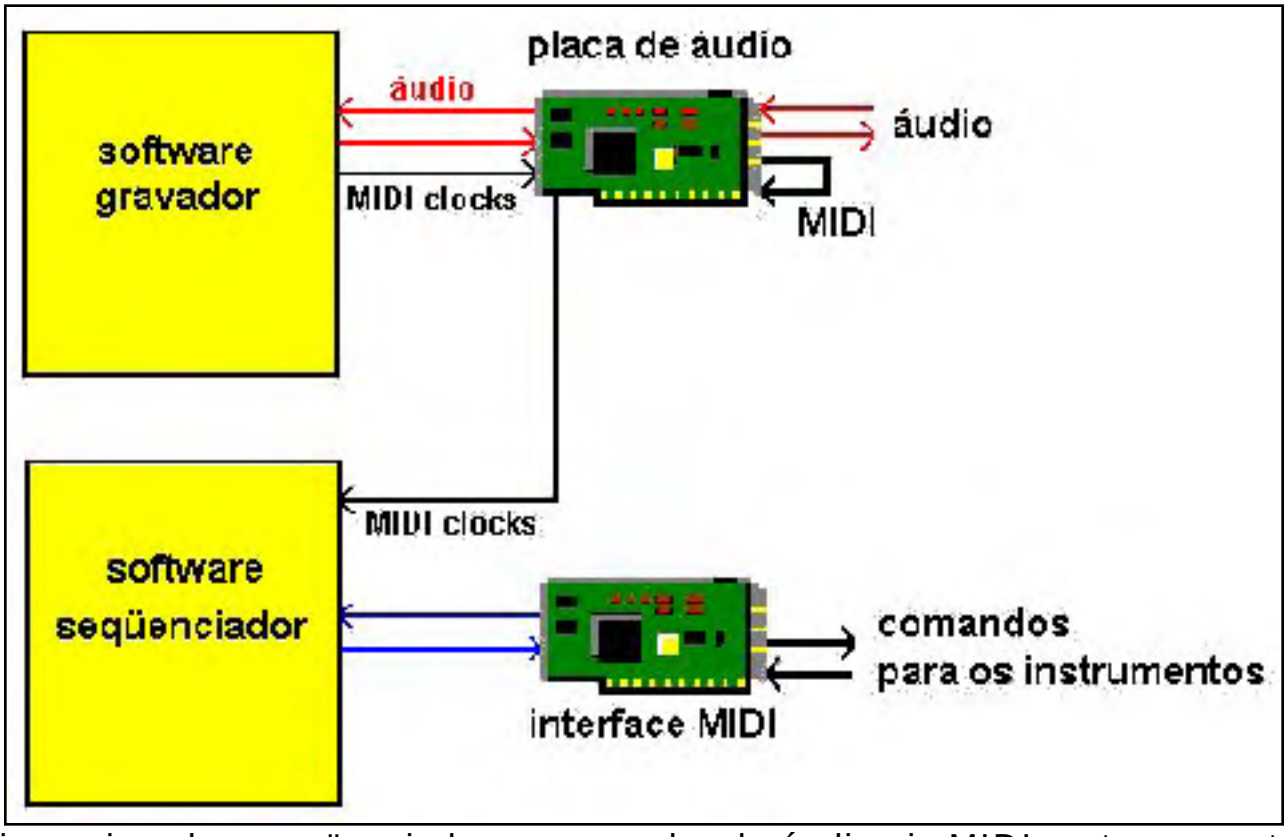
Um trabalho concluído precisa ser guardado adequadamente, para uma eventual necessidade de ser retomado no futuro. O áudio digital gravado em múltiplas pistas ocupa muito espaço no disco rígido, e por isso certamente será necessário removê-lo do mesmo, para desocupá-lo para um novo trabalho. As alternativas de armazenamento hoje são as cópias em fita magnética (DAT, streamer) ou em CD-R (CD-ROM gravável). Mas, considerando o custo decrescente de um disco rígido, pode-se até mesmo removê-lo do computador e guardá-lo.

O problema da sincronização

A não ser que seja usado um software integrado, colocar softwares de seqüenciamento e de gravação de áudio operando juntos, no mesmo computador, nem sempre é uma tarefa das mais tranqüilas.

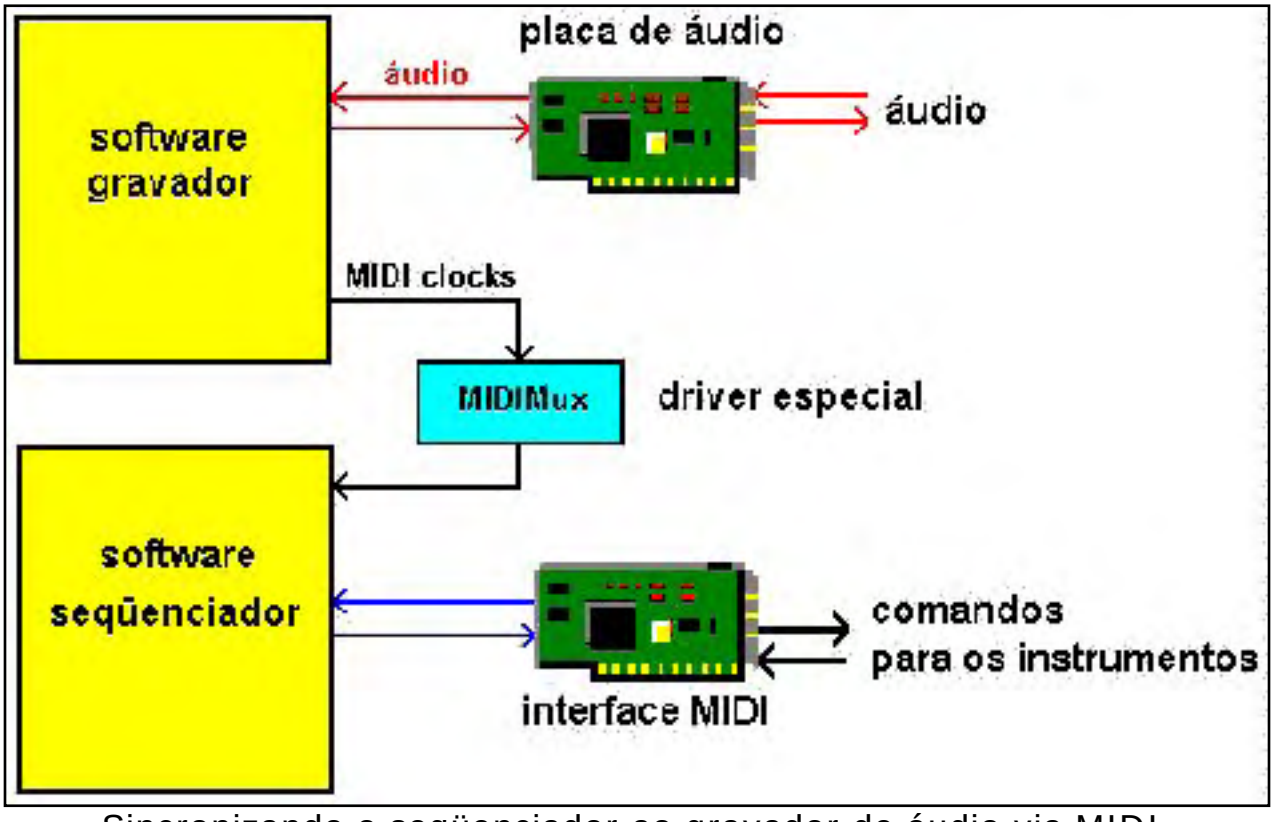
Para que ambos os softwares possam andar juntos, é necessário que um deles indique a todo momento sua posição, a fim de que o outro possa segui-lo. Isso pode ser feito de algumas maneiras diferentes.

Uma das opções - usada pelo *Samplitude* - é o software gravador de áudio gerar comandos de sincronização MIDI, que são enviados ao seqüenciador, que então toca no mesmo andamento. Para isso, é preciso que os comandos de sincronismo sejam transmitidos (pelo gravador de áudio) por uma porta de saída MIDI, e recebidos (pelo seqüenciador) por uma porta de entrada MIDI. Se o driver da interface MIDI instalada no computador puder ser compartilhado por ambos os softwares, basta uma só placa de MIDI no computador (infelizmente, nem todos os drivers permitem isso). No entanto, a operação sincronizada via MIDI, a partir do gravador de áudio, em geral não possibilita que a seqüência MIDI tenha alterações de andamento (pois o mesmo é dado pelo gravador, fixo).



Sincronizando o seqüenciador ao gravador de áudio via MIDI, externamente.

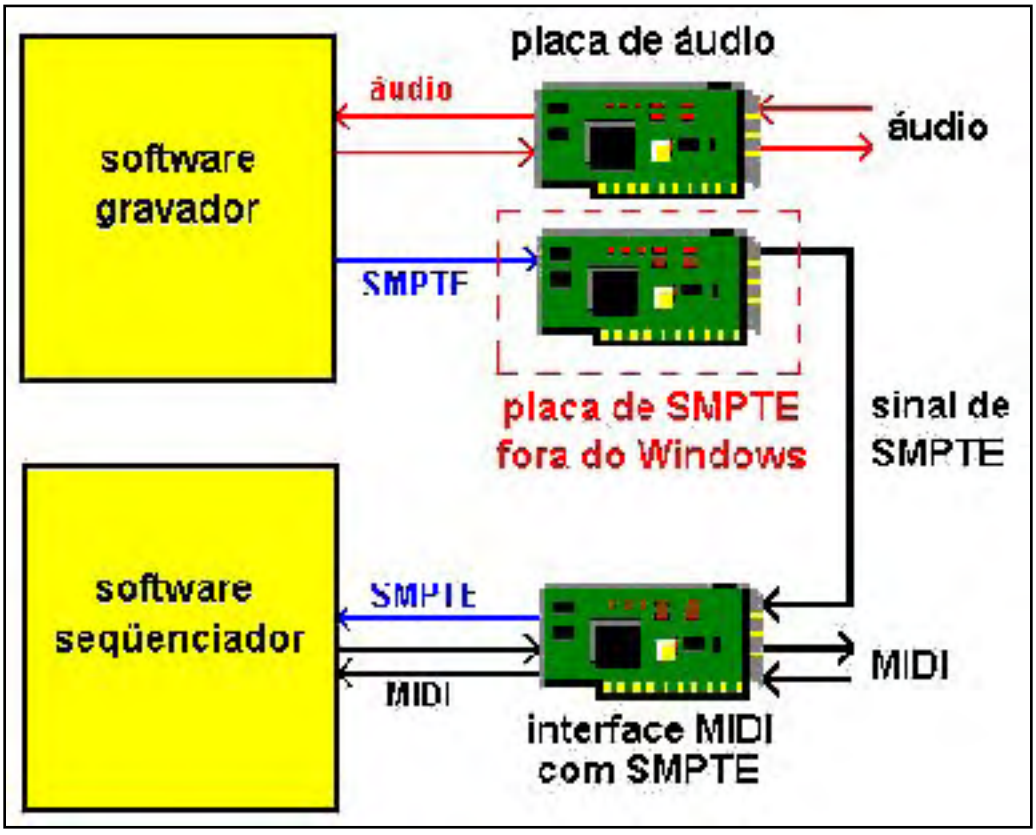
Uma outra opção para sincronizar via MIDI é fazer o link de MIDI sem interface, usando-se o driver multiplexador MidiMux, mas isso em geral pode tornar a operação do sistema menos estável.



Sincronizando o seqüenciador ao gravador de áudio via MIDI,

internamente, utilizando o driver MidiMux.

Outra alternativa, adotada pelo *SAW*, é destinar uma placa que possua recursos de sincronismo por time code (ex: *MQX-32M*) só para o gravador enviar sinais de sincronismo SMPTE, que são enviados (fisicamente) a uma outra placa desse tipo, usada pelo seqüenciador para receber o sincronismo, e então tocar a seqüência MIDI. Essa solução, embora resolva o problema das variações de andamento, impõe o custo de uma placa adicional.



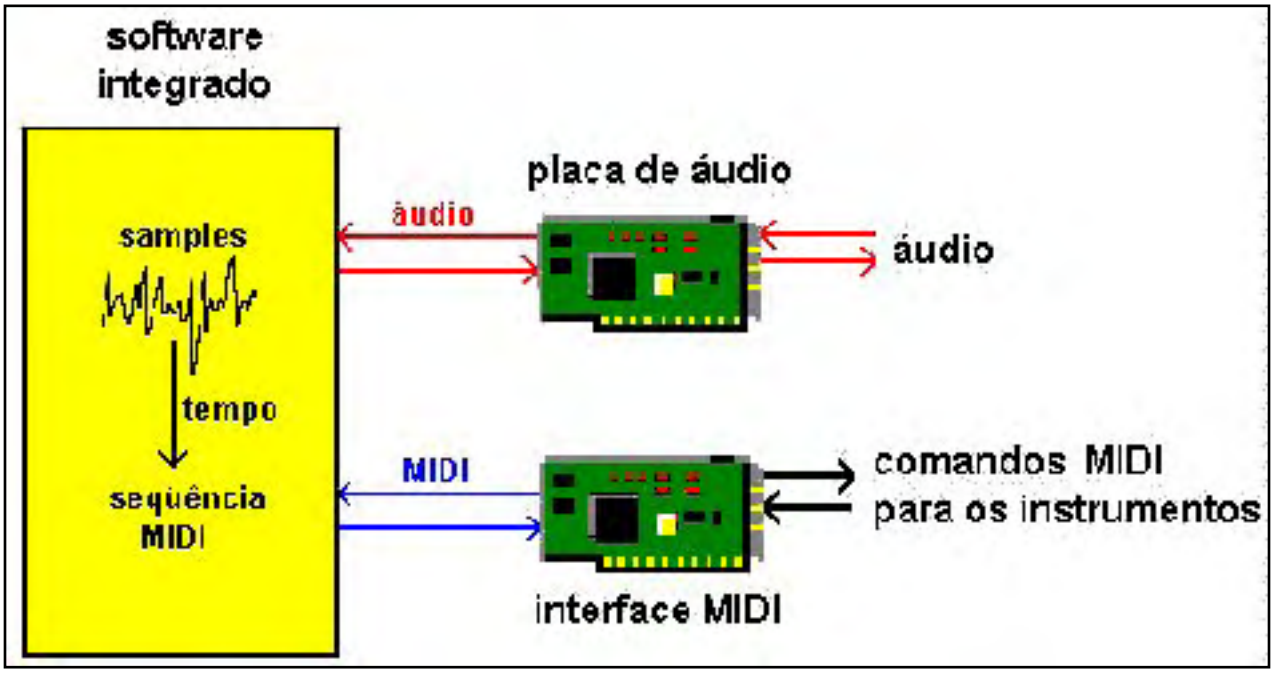
Sincronizando o seqüenciador ao gravador de áudio via SMPTE, externamente

Software integrado

A combinação do seqüenciador com o gravador de áudio em um único software parece ser a melhor alternativa para músicos e home-studios, que desejam ter um sistema enxuto, de operação simplificada, e a um custo inferior ao que se pode conseguir usando produtos distintos para a operação de MIDI e de áudio digital. Para o usuário, operar todos os recursos (MIDI e áudio) a partir de um único software torna as coisas bem mais fáceis, pois os procedimentos são feitos em um só lugar, o que requer o aprendizado da operação de apenas um produto. Além disso, evitam-se eventuais transtornos e possíveis problemas do uso de recursos por aplicativos diferentes no mesmo computador.

Uma das grandes vantagens é que tanto a seqüência MIDI quanto a gravação de áudio são gerenciadas pelo mesmo software, poupando trabalho do usuário. Outra vantagem é

a eliminação do problema da sincronização entre softwares, reduzindo não só trabalho (e dor de cabeça), como também o custo de investimento (não há necessidade de interfaces ou placas adicionais).



No *Cakewalk Pro Audio*, a sincronização da seqüência MIDI é feita diretamente pelo software, a partir do tempo das amostras de áudio. Com este esquema, pode-se usar apenas uma placa de áudio, desde que ela possua conexões MIDI.

Dentre os poucos produtos disponíveis no mercado estão o *Cakewalk Pro Audio* (Cakewalk Music) e o *Cubasis Audio* (Steinberg).

Vale a pena destacar que, além das vantagens já citadas, com um software integrado de MIDI e áudio é possível fazer algumas coisas extremamente interessantes. No *Cakewalk Pro Audio*, por exemplo, pode-se extrair o swing de um trecho gravado em áudio e aplicá-lo para quantizar trechos de MIDI. Isso possibilita roubar grooves de trechos de disco e aplicá-los a música MIDI. E a recíproca também é verdadeira: pode-se capturar o swing de um trecho da seqüência MIDI e aplicá-lo sobre trechos de áudio, fazendo com que estes sejam alterados pela dinâmica das notas MIDI.

Intel Dual Core - processadores com núcleo duplo

A Intel lançou seu primeiro processador com dois núcleos de processamento, o Pentium Extreme Edition 840, que roda com um clock de 3.2 GHz, e apresentou também o chipset 955X Express e a placa-mãe D955XBK para sua nova plataforma de núcleo duplo.

O Pentium Extreme Edition e o chipset 955X Express suportam a tecnologia Hyper-Threading (HT), e oferecem uma solução para as aplicações "pesadas" em ambientes multitarefas com múltiplas linhas de processamento . A nova tecnologia promete trazer benefícios para as aplicações que demandam alto desempenho, como áudio, vídeo, games, design digital, etc.

De acordo com Don MacDonald, vice-presidente do grupo Digital Home da Intel, "com o lançamento dos sistemas baseados em processadores de núcleo duplo, esta é uma data história para indústria da computação, pois os PCs passam a ter 'dois cérebros'. Esta plataforma dá mais potencial aos usuários para usufruirem das vantagens do vídeo de alta definição, som de alta qualidade, e visualização em 3D."

Benefícios dos múltiplos núcleos

Os processadores de núcleos duplos e múltiplos são construídos com dois ou mais núcleos com total execução de processamento em um único processador, permitindo o gerenciamento simultâneo de atividades. Como analogia, imagine que um processador seja como uma estrada de quatro pistas — que pode ter o dobro de carros do que uma estrada convencional de pista dupla, sem fazer com que os carros trafeguem com o dobro da velocidade. Da mesma forma, com um PC com um processador de núcleo duplo, as pessoas poderão executar múltiplas aplicações, tais como fazer download de música e jogar ao mesmo tempo, mantendo uma grande eficiência.

Dobrando o número de núcleos no processador, a Intel amplia dramaticamente a capacidade dos PC e dos recursos de computação, o que possibilita melhor sensibilidade, mais linhas de processamento e, no final das contas, processamento paralelo. Isso é diferente da tecnologia HT, que processa com um único núcleo usando de forma mais eficiente os recursos de execução existentes para permitir uma melhor operação multitarefas. Entretanto, ao combinar a tecnologia de Hyper-Threading com os processadores de núcleo duplo, pode-se obter quatro linhas de processamento simultaneamente (Figura 1).

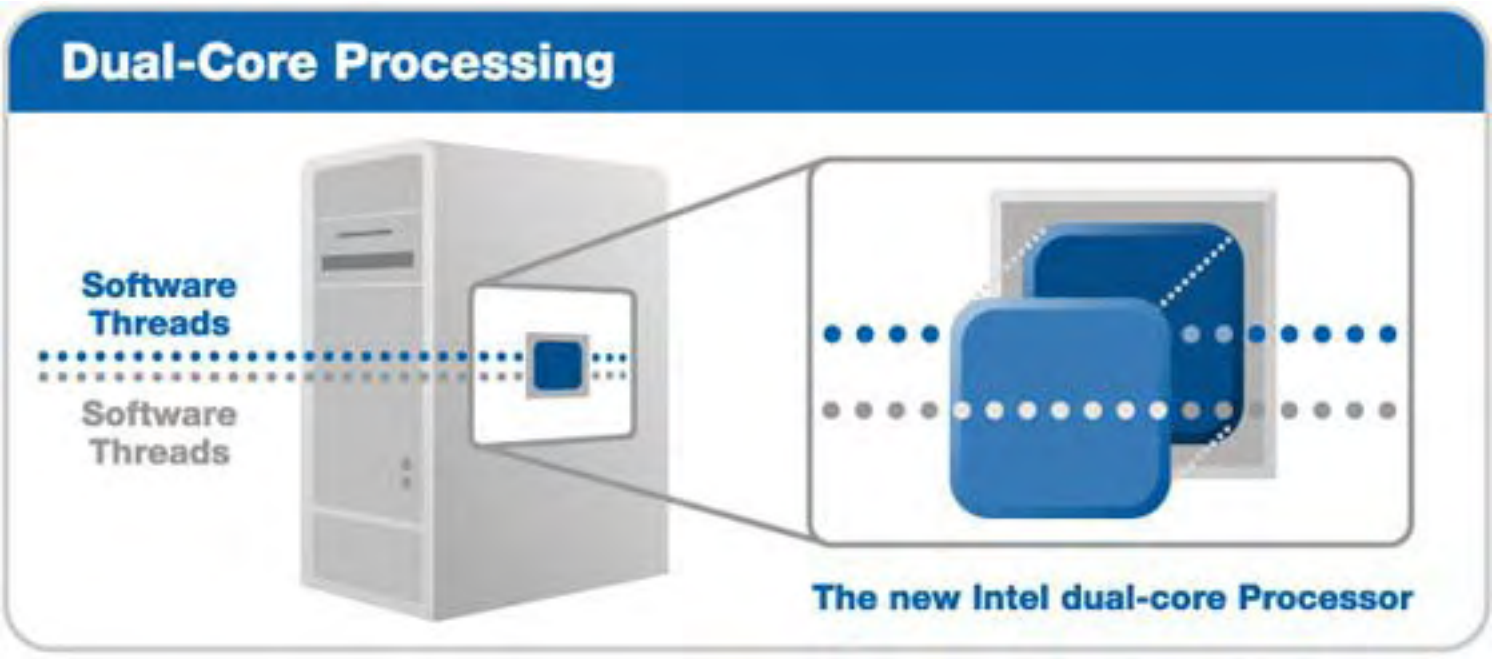


Figura 1. Um processador Intel de núcelo duplo consiste de dois núcelos completos de execução em um único processador, ambos rodando na mesma freqüência. Além disso, os produtos de núcelo duplo que suportam a tecnologia Hyper-Threading podem processar quatro fluxos de software ao mesmo tempo, usando mais eficientemente os recursos que de outra forma estariam inativos.

Conflitos de dispositivos no computador

Embora o processo de "Plug-and-Play" (plugar e tocar) seja freqüentemente chamado de "Plug-and-Pray" (plugar e rezar), na verdade ele funciona muito bem na maioria das vezes. A Echo Audio, por exemplo, estima que 95% das instalações da placa Layla-24 funcionam sem qualquer tipo de problema, e o processo de Plug-and-Play aloca recursos apropriadamente à placa, sem qualquer conflito. Os outros 5% podem ter problemas de interrupção (a maioria causados por placas ISA que não são Plug-and-Play ou placas PCI que não conseguem compartilhar recursos).

Os problemas podem se manifestar com uma nova placa que não funciona adequadamente logo ao ser instalada ou, em alguns casos, uma placa que funcionava bem deixa de funcionar. Se você está tendo problemas com seu computador após instalar uma nova placa (ou nem mesmo está conseguindo instalar a placa com sucesso), leia os tópicos abaixo, que descrevem o que são as interrupções, como elas são designadas, e como contornar os conflitos de interrupções.

O que é uma Interrupção?

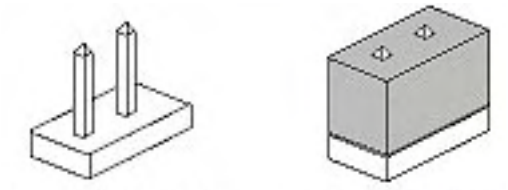
O computador tem duas formas de saber quando um dispositivo de hardware, como uma placa de áudio, está pronto para passar dados para um software. Uma forma (chamada de "poll") seria o software periodicamente perguntar ao dispositivo se ele tem novos dados a passar. Como os dados devem ser transferidos o mais rápido possível, o software teria que ficar perguntando à placa o tempo todo, o que faria ocupar muito tempo de processamento desnecessariamente, reduzindo o desempenho total do sistema.

A outra forma é fazer com que a placa "interrompa" o software sempre que ela tiver novos dados para lhe passar. Ela faz isso enviando um sinal eletrônico através de uma das várias linhas disponíveis para isso na placa-mãe do computador. Os computadores PC possuem 16 linhas de interrupção (também chamadas de IRQ - Interrupt Request), numeradas de 0 a 15. Cinco delas são reservadas para uso exclusivo da própria placa-mãe, teclado, temporizador do sistema, e outros dispositivos básicos do computador. As demais são designadas para os dispositivos que são instalados na placa-mãe (placa controladora de vídeo, placa de áudio, placa de fax-modem, placa de rede, etc).

Interrupções ISA e PCI

Nos computadores atuais, existem basicamente dois tipos de conectores de expansão (também chamados de "slots", localizados na placa-mãe) onde se podem instalar placas de expansão. O tipo mais antigo é o slot "ISA" (Industry Standard Architecture), que alguns computadores atuais nem o possuem mais. Esses slots podem usar 11 das 16 linhas de interrupções do PC. Nas placas do tipo ISA mais antigas (também chamadas de

placas "legacy") a seleção do número da linha de interrupção a ser usada é configurada manualmente na própria placa, posicionando-se micro-chaves ou inserindo/retirando "jumpers" (pequenos contatos). Já nas placas ISA mais novas, a seleção da linha de interrupção pode ser feita tanto no BIOS do computador (o software interno do PC que roda assim que ele é ligado) ou pelo Windows 95/98.



O slot do tipo PCI (Peripheral Connect Interface) transfere dados bem mais rapidamente do que o ISA, e foi concebido desde o início para suportar o processo de Plug-and-Play. Embora os slots PCI tenham apenas quatro linhas de interrupção ligadas a eles (A, B, C e D), essas interrupções podem ser compartilhadas por mais de um slot PCI, e a interrupção de cada slot pode ser endereçada a uma das onze interrupções disponíveis no PC tanto pelo BIOS quanto pelo Windows 95/98. Para o usuário, as interrupções PCI usam os mesmos números e são endereçadas da mesma forma que as interrupções ISA Plug-and-Play. Observe, no entanto, que uma placa PCI pode compartilhar uma interrupção com outra placa PCI, mas não com uma placa ISA.

Plug-and-Play e Interrupções

Quando o computador é ligado, o BIOS verifica em cada slot se existe uma placa Plug-and-Play instalada. Cada placa Plug-and-Play contém um registro com uma lista dos recursos que ela requer do computador, incluindo quantas interrupções precisa e quais as que ele pode usar. O BIOS então configura cada placa e aloca para ela a linha de interrupção apropriada. O BIOS faz isso para as placas Plug-and-Play tanto ISA quanto PCI. O Windows 95/98 também faz essa verifcação e configura as placas Plug-and-Play, possivelmente alterando algumas configurações para adequar às suas necessidades.

Placas "Legacy" e Interrupções

Os problemas podem ocorrer quando o computador possui placas ISA antigas do tipo chamado de "legacy", configuradas fisicamente com jumpers ou micro-chaves. O BIOS do computador e o Windows 95/98 não têm como detectar automaticamente essas placas e determinar quais as interrupções que elas devem usar, caso necessitem.

Por exemplo: se você possui uma placa MIDI antiga, configurada por jumpers para usar a interrupção IRQ 9, se o BIOS não pode detectar essa placa, ele vai considerar que a IRQ 9 está ainda livre, e poderá designar a IRQ 9 para uma placa Plug-and-Play. Isso fará com que nenhuma das placas funcionem corretamente, pois estarão em "conflito".

Placas PCI e Conflitos de Interrupção

Algumas placas PCI Plug-and-Play também podem causar conflitos de interrupção quando elas tentam compartilhar uma IRQ com outra placa PCI. Muitas placas PCI podem

compartilhar IRQ sem qualquer tipo de problema, mas outras simplesmente não compartilham!

Por exemplo, você possui uma placa de rede instalada, e o Windows a configurou para usar a IRQ 10. Como só há essa placa designada para a IRQ 10, o Windows assume que pode compartilhar ess interrupção com outra placa que venha a ser instalada, como uma placa de áudio. Caso a placa de rede não seja "amigável" e não consiga compartilhar a IRQ 10, então ambas as placas não vão funcionar.

Solucionando Conflitos de Interrupção

Embora não seja possível detectar automaticamente as interrupções designadas (fisicamente) nas placas ISA do tipo "legacy", o Windows 95/98 e alguns BIOS permitem reservar interrupções específicas para uso dessas placas antigas. Estando a interrupção reservada, ela não será designada pelo processo de Plug-and-Play para qualquer outra placa.

Por outro lado, uma placa que não permite compartilhamento pode ser re-endereçada manualmente para uma IRQ diferente.

A primeira coisa a fazer se você tem um conflito é determinar qual a interrupção e qual placa estão causando o problema. Uma das formas de detectar isso é rodar o software de teste Echo Reporter, da Echo Audio (fabricante das placas Gina-24 e Layla-24), sem fazer o teste de desempenho; o Echo Reporter então fará apenas a rotina de disagnóstico e fornecerá uma lista com todas as interrupções que o Windows 95/98 reconheceu estarem sendo usadas e as placas e recursos a que elas estão endereçadas. Anote esses resultados e preste especial atenção à interrupção designada para a placa de áudio.

Sabendo qual é a interrupção usada pela placa de áudio, é preciso localizar a outra placa que deve estar causando o conflito. Para fazer isso talvez seja necessário consultar os manuais das eventuais placas ISA que estiverem instaladas no computador, e examinar nelas as configurações manuais (por jumpers) para saber quais as interrupções. Nessa etapa, provavelmente você descobrirá que a placa "conflitante" não foi listada pelo Echo Reporter, mas está usando uma interrupção que o Windows endereçou para outro dispositivo! Se, por outro lado, não houver qualquer placa ISA instalada, ou se a placa ISA (legacy) não estiver causando qualquer conflito (pois usa outra interrupção), você deverá procurar uma outra placa PCI que esteja usando a mesma interrupção que a placa de áudio.

Se você não possuir os manuais e tiver dificuldade em descobrir a placa conflitante, terá de usar o "método da força": remova todas as placas dos slots do computador e vá re-instalando-as uma de cada vez, até que o sistema acuse o conflito. A última placa a ser instalada quando o computador acusar o

problema é a placa conflitante.

ATENÇÃO: Antes de abrir o gabinete para remover qualquer placa, desligue o computador e desconecte o cabo de força da tomada.

Uma opção seria remover essa placa do seu computador. Isso pode não ser possível se ela tiver uma função essencial, e nesse caso você terá que encontrar uma solução para o conflito:

- Se a placa conflitante é uma placa ISA do tipo "legacy", uma outra alternativa seria designar para ela uma outra IRQ, que não esteja sendo usada por nenhuma placa (de acordo com a lista do Echo Reporter). Isso poderá solucionar o problema agora, mas o conflito poderá voltar quando você instalar uma nova placa. Se você adotar essa solução, então reserve a nova IRQ, conforme descrito no tópico a seguir.
- Se a placa conflitante é uma placa PCI, veja adiante o tópico "Reconfigurando uma IRQ no Windows 95/98 - Placas PCI".

Reservando uma IRQ no BIOS - Placas ISA Legacy

Não sendo possível remover a placa ISA conflitante, a outra alternativa é reservar no BIOS do computador uma IRQ para uso de placa "legacy". Para fazer isso, é necessário entrar na tela de configuração do BIOS, logo na inicialização do computador. Isso geralmente pode ser feito pressionando-se a tecla DEL (ou F1) logo após o teste de memória do computador, durante o processo de inicialização da máquina (ainda com a "tela preta").

Aparecendo a tela principal do BIOS, entre na tela de configuração de interrupções. Alguns BIOS, como os da Award, permitem que você selecione as opções "Plug-and-Play" e "Legacy ISA" para cada interrupção. Se você selecionar "Legacy ISA" para uma interrupção que está sendo usada pela placa ISA do tipo "legacy", o BIOS não irá designar aquela IRQ para qualquer outra placa "Plug-and-Play". Infelizmente, alguns BIOS não permitem essa configuração, e se o BIOS do seu computador for um deles, a opção está na configuração do Windows.

Reservando uma IRQ no Windows 95/98 – Placas Legacy ISA

O Windows 95/98 também permite que se reservem interrupções para uso de placas legacy. Na maioria dos casos isso funciona tão bem quanto reservar uma IRQ no BIOS. Entretanto, você pode ainda ter problemas se inicializar o computador a partir de um disquete com uma versão antiga do DOS, onde o Windows 95/98 não poderá executar o processo de "Plug-and-Play". Para reservar uma IRQ no Windows 95/98 faça o seguinte:

1. Clique no botão "Start" do Windows e selecione "Painel de Controle", na opção "Configurações".
2. Clique duas vezes no ícone "Sistema".
3. Selecione a ficha "Gerenciador de Dispositivos" e clique no botão "Propriedades".
4. Selecione a ficha "Reservar Recursos" e marque a opção "Pedido de Interrupção (IRQ)".
5. Clique no botão "Adicionar" e digite o número da IRQ que está sendo usada pela placa ISA legacy.
6. O Windows pode avisar que aquela IRQ já está sendo usada por outro dispositivo. Clique no botão "Detalhes" para ver qual o dispositivo que o Windows "acha" que está usando aquela IRQ. Provavelmente ele deve indicar a placa de áudio ou algum outro dispositivo que está em conflito com a placa ISA legacy. Continue e reserve a IRQ.
7. Quando o Windows perguntar, reinicie o computador. O Windows irá então reinicializar e não designará placas Plug-and-Play para aquela IRQ que foi reservada.

O sistema provavelmente passará a funcionar corretamente.

Reconfigurando uma IRQ no Windows 95/98 - Placas PCI

Uma vez identificada a placa conflitante e a IRQ em questão, é necessário refazer aquela configuração de IRQ. Para isso, proceda da seguinte forma:

1. Clique no botão "Start" do Windows e selecione "Painel de Controle", na opção "Configurações".
2. Clique duas vezes no ícone "Sistema".
3. Selecione a ficha "Gerenciador de Dispositivos".
4. Encontre na lista a placa PCI em questão, selecione-a e clique no botão "Propriedades".
5. Selecione a ficha "Recursos".
6. Certifique-se de que a opção "Usar Configurações Automáticas" NÃO está marcada
7. Selecione "Pedido de interrupção" e clique no botão "Alterar configuração". Algumas placas permitirão que você altere a configuração de IRQ, enquanto outras darão uma mensagem do tipo "A configuração não pode ser modificada". Se for possível alterar a IRQ, aparecerá uma janela onde você poderá escolher um dentre vários valores. Escolha um valor que esteja indicado como "Nenhum conflito" e confirme com "OK" até fechar o "Gerenciador de Dispositivos".
8. Reinicie o Windows.

Se você não puder reconfigurar a IRQ e houver um slot PCI vazio na placa-mãe, tente mover a placa de áudio ou a placa conflitante para outro slot. Às vezes isso pode solucionar, uma vez que o Windows pode designar IRQs de acordo com a posição do slot.

Importante: Sempre que for abrir o gabinete, certifique-se antes de que o computador está desligado e seu cabo de força está desconectado da tomada da rede. Siga todas as instruções de segurança do manual do computador.

Latência - áudio digital no Windows

No NAMM Show de 2000, a Cakewalk convidou representantes da Microsoft e de mais de 30 fabricantes de hardware e software para o primeiro "Windows Professional Audio Roundtable". O objetivo deste debate é trabalhar em conjunto no sentido de se obter soluções que tornem o Windows a plataforma ideal para áudio profissional. Este artigo apresenta os resultados das discussões.

Latência: o que é desejado e o que é possível

O critério mais importante para o desempenho de uma workstation de áudio digital (DAW) é a "latência", isto é, o atraso que existe para que uma alteração no som feita pelo software seja efetivamente ouvida. A latência afeta a resposta global da DAW à ação do usuário, assim como sua aplicabilidade para monitoração em tempo-real do sinal na entrada. A tendência atual de sintetizadores virtuais ("software synthesizers") também destaca a influência da latência na execução ao vivo com instrumentos musicais baseados em software.

Quão baixa deve ser a latência? Um engenheiro de áudio experiente pode ouvir diferenças sutis de sensibilidade na gravação de uma bateria se mover o microfone algumas dezenas de centímetros, uma distância equivalente a um atraso de cerca de 1 milisegundo. Estudos mostram que o ser humano pode perceber diferenças interaurais (estéreo) de cerca de 10 microsegundos (0,01 milisegundos). Assim, quanto menor o atraso, melhor.

Qual o melhor que podemos conseguir? A despeito das divulgações feitas por fabricantes de hardware e software, ninguém ainda mediu cientificamente a latência do áudio numa DAW. Entretanto, sabemos com certeza de que há três grandes limitações para estabelecer um limite mínimo na latência de um aplicativo.

- Os conversores digital/analógico (DAC) e analógico/digital (ADC) de uma placa de áudio têm um atraso inerente. A latência típica de um conversor está na faixa de 30 a 50 amostras de áudio (samples), o que representa 1 a 1,5 milisegundos de atraso quando se opera com uma taxa de amostragem de 44.1 kHz.

- O sistema operacional (Windows 98, NT ou 2000) introduz uma latência de interrupção, o atraso que ocorre entre o pedido de interrupção (IRQ) do hardware e o controle de recepção mais básico do driver. A latência de interrupção é um fator fundamental para o desempenho de um sistema operacional e não está disponível para otimização.

  Uma análise sobre a latência de interrupção no Windows foi apresentada por Erik Cota-Robles e James Held no evento OSDI'99, e os resultados mostraram que o melhor valor de latência é da ordem de 1 milisegundo, e o pior valor é da ordem de 100 milisegundos.

- A ordem de processamento no sistema operacional acarreta temporizações imprevisíveis quando a tarefa de uma aplicação precisa disparar um fluxo de dados de áudio. Com um projeto mais apurado isso pode ser mais previsível, de forma que poderíamos superar essa limitação específica.

Quando consideramos os efeitos da latência dos conversores e da latência de interrupção, fica claro que o menor valor que poderemos atingir no Windows está em torno de 2 milisegundos. Na realidade, a influência da carga do sistema na latência de interrupção e a ordem de processamento acaba levando a um desempenho inconsistente (que acarreta drop-outs aleatórios), e por isso na prática a latência de áudio será muito maior.

Dessa forma, minimizando a incerteza que surge sob condições pesadas de operação ajuda a reduzir a latência de áudio. Como o Windows NT e o Windows 2000 têm latências de interrupção bem pequenas, essas plataformas seriam as mais adequadas para as aplicações de áudio. Acreditamos que no Windows 2000 se possa obter uma latência inferior a 5 milisegundos, mesmo sob condições pesadas de operação.

Desenvolvimento de Software e Hardware - Observações e Conclusões

Os fabricantes de software enfrentam um desafio desanimador. Os usuários pedem a menor latência possível, mas conseguir isso requer conhecimento de características do sistema operacional que não são documentadas nem mesmo conhecidas. Como foi demonstrado pela tecnologia WavePipe introduzida no Cakewalk Pro Audio 9, é possível obter baixa latência com os drivers comuns, mas isso é ainda muito dependente da qualidade do driver.

Os fabricantes de hardware têm um desafio ainda maior. Na plataforma Windows, há uma variedade de formatos de drivers a se considerar: VxD, NT e WDM. E em cima desses drivers vivem uma diversidade de APIs: MME, DirectX, ASIO e EASI.

Por isso, os fabricantes de hardware precisam desenvolver muita programação para poder suportar tantos modelos de drivers e tantas APIs. E o resultado é o comprometimento geral do desempenho do driver.

Veja as etapas que o fabricante de hardware precisa para planejar qual driver criar:

- Escolher a API: MME, DirectX, ASIO ou EASI.
- Escolher o sistema operacional: Windows 98, Windows NT.
- Desenvolver o componente kernel (.VxD ou .SYS), utilizando o conjunto de ferramentas de desenvolvimento de drivers da Microsoft DDK para o sistema operacional escolhido.
- Desenvolver o componente para suportar a API (.DRV ou .DLL).

Observação 1: Muitos drivers

Para que um dispositivo suporte tanto o Windows 98 quanto o Windows NT é necessário desenvolver 2 drivers diferentes de kernel (um driver VxD e um driver SYS). Acima disso, para suportar MME, ASIO e EASI é necessário desenvolver 3 drivers diferentes no nível de modo usuário.

Para poder suportar todas as plataformas e APIs populares, o fabricante de hardware precisa implementar e testar cinco componentes de driver.

Observação 2: Pouco suporte ao modo kernel

Alguns fabricantes nunca deixam o modo kernel fazer seu processamento. Exemplos claros disso são os sintetizadores virtuais WDM KMixer e DirectMusic. Além disso, os fabricantes de softwares de gravação digital precisam passar mais tarefas de mixagem e DSP para o modo kernel.

As APIs de modo usuário como DirectX, ASIO ou EASI não oferecem o suporte adequado para o processamento em modo kernel.

Observação 3: O termo "driver" é mal compreendido

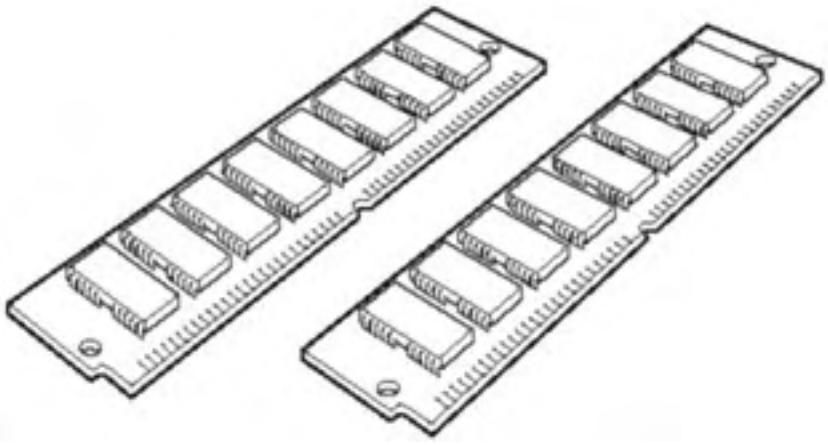
Voltando às quatro etapas do desenvolvimento do driver, vemos que todos os caminhos levam através do Microsoft DDK, e somente o DDK fornece as ferramentas para interfaceamento do hardware de forma padronizada. A maior parte do interfaceamento do hardware deve ser feita no modo kernel, dentro dos arquivos VxD ou SYS.

O verdadeiro "driver" roda no kernel e está empacotado como um arquivo VxD ou SYS. As tecnologias MME, ASIO e EASI são meramente APIs de modo usuário, e não drivers.

A melhor forma de gerenciar a complexidade do driver e ao mesmo tempo oferecer suporte adequado para futuras tecnologias é desenvolver um único driver de áudio no modo kernel, que é na realidade uma marca do Windows Driver Model (WDM).

Texto original de Ron Kuper (Cakewalk Music)

Memória SIMM



A memória SIMM ("Single In-line Memory Module") é uma plaqueta de circuito com os chips de memória, e podem ser instalados em computadores e outros tipos de equipamentos digitais (ex: samplers, gravadores digitais).

Desde a década de 1990, a memória SIMM tornou-se um padrão na maioria dos equipamentos musicais, o que barateou a expansão de capacidade (atualmente, as placas-mãe dos computadores vêm adotando o padrão DIMM).

Existem plaquetas (também chamadas de "pentes") de 30 pinos e de 72 pinos, com capacidade de memória de até 128 MB. As plaquetas podem ter chips de bits de paridade ou não, com tensão de alimentação o que exige atenção na hora de adquirir uma plaqueta dessas.

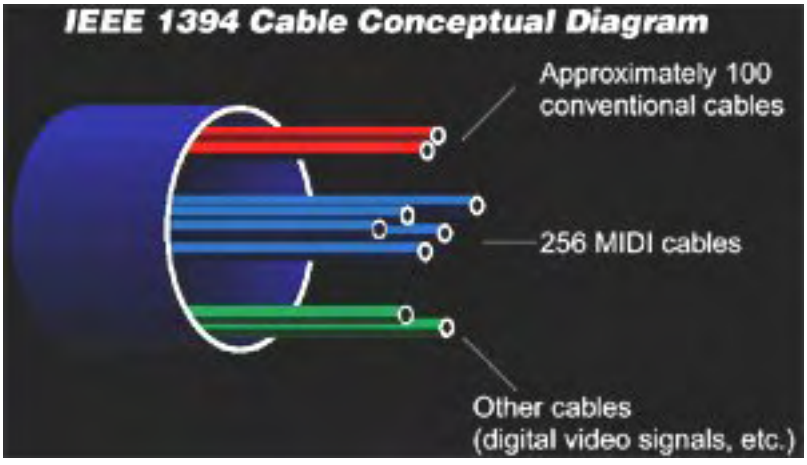
mLAN - Fundamentos

Uma das razões para a complexidade e inflexibilidade da maioria dos sistemas e estúdios atuais de produção musical é o grande número de conexões envolvidas. Os sinais de MIDI e áudio são direcionados separadamente, e cada cabo de MIDI pode transferir apenas 16 canais de dados, enquanto o áudio geralmente requer um cabo separado para cada canal. A situação fica mais complicada ainda com a variedade de padrões diferentes de conectores e níveis de sinal, assim como o cuidado que se tem que ter para se assegurar que as saídas estejam devidamente conectadas às entradas.

O sistema de rede mLAN, proposto pela Yamaha, vem justamente solucionar todos esses problemas, permitindo que vários canais de áudio digital e de dados MIDI sejam transferidos através de um único cabo. Dessa forma, sistemas extremamente complexos e poderosos podem ser facilmente configurados e interconectados usando-se instrumentos e equipamentos compatíveis com mLAN. A adição ou remoção de dispositivos na rede também é igualmente simples, sem os contratempos impostos pelos sistemas convencionais.

Principais benefícios da transferência de dados de alta velocidade

A mLAN é baseada no padrão IEEE-1394 (também conhecido como FireWire), uma conexão serial de alto desempenho, e pode transferir dados em taxas de até 400 Mbps. Isso permite que até aproximadamente 100 canais de áudio digital ou até 4.096 canais de MIDI podem ser transferidos num mesmo cabo mLAN. Imagine só a quantidade de cabos convencionais que seriam necessários para tarnsferir a mesma coisa!



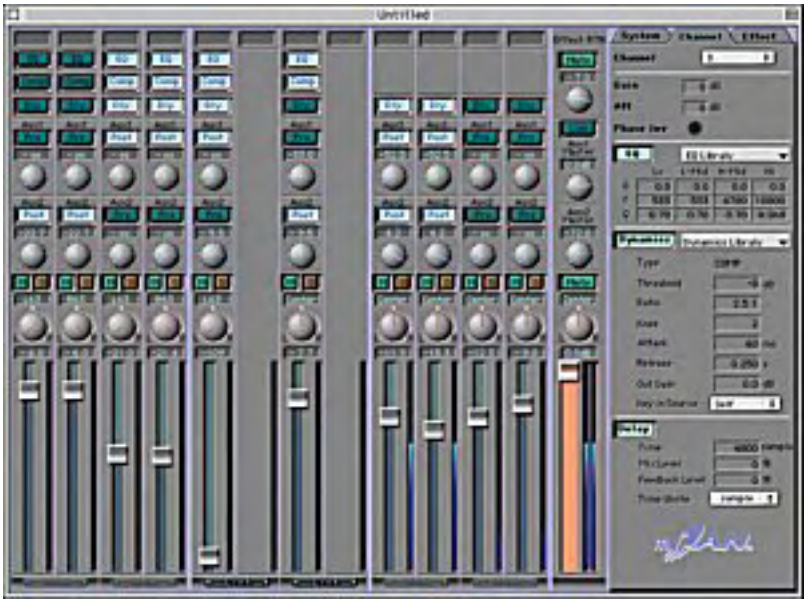
Cabeamento simplificado

Enquanto os sistemas convencionais requerem vários cabos separados para MIDI, áudio e outras conexões, num sistema mLAN todas essas funções são desempenhadas por um mesmo cabo, ligando cada um dos equipamentos da rede. Não é preciso se preocupar

com a ordem em que os equipamentos são conectados, e as portas mLAN podem ser conectadas mesmo com os equipamentos ligados ("hot-pluggable"), não sendo necessário desligar e religar os equipamentos a cada nova conexão.

Roteamento e mixagem por software

Usando o software de roteamento fornecido com todos os produtos Yamaha que suportam mLAN é possível reconfigurar facilmente todo o sistema - conectando e desconectando dispositivos à vontade - sem ter que plugar ou desplugar fisicamente ou redirecionar qualquer cabo.



Os produtos atuais da Yamaha que dão suporte a mLAN (mLAN8E Expansion Board e mLAN8P Audio/MIDI Processor) vêm também com um software que possibilita um controle versátil da mixagem dos canais de áudio (até 12 canais no mLAN8P e até 16 no mLAN8E).

Conectando os equipamentos à rede mLAN

A Yamaha oferece, basicamente, três opções para acoplar equipamentos musicais e de áudio a uma mLAN. Para conectar as mesas digitais (O1V, 02R, 03D) à rede mLAN basta instalar nelas a placa de expansão CD8-mLAN (similar às placas de interfaceamento c/ ADAT, AES/EBU, etc). Para os equipamentos e instrumentos que já possuem suporte "nativo" a mLAN (teclados Motif, por exemplo), é necessário instalar internamente a caixa expansão mLAN8E, que possui três conexões de rede.

Os equipamentos e instrumentos já existentes, anteriores ao padrão, podem ser conectados à rede através de um dispositivo de interfaceamento chamado mLAN8P Audio/MIDI Processor, que oferece até 8 canais de áudio digital e 2 portas MIDI (32 canais de MIDI). O mLAN8P possui ainda um mixer de 12 canais, que pode ser controlado pelo software especial fornecido pela Yamaha ou pelo seu próprio

painel. Esse mixer possui um processador de efeitos baseado no mesmo DSP da mesa digital Yamaha 03D. O mLAN8P pode ser conectado diretamente a computadores que possuem porta FireWire (IEEE 1394) ou porta serial comum. Além do software de mixagem, o mLAN8P vem também com o software de roteamento e drivers OMS/ASIO para Macintosh.

Além da própria Yamaha, a Korg também já adotou a mLAN em seus sintetizadores/ samplers Triton, que possuem uma placa de expansão para interfaceamento com o novo padrão.

Fonte: Yamaha

mLAN - rede local para equipamentos musicais

Quem trabalha com áudio sempre sonha com o dia em que aquela "fiarada" toda possa ser reduzida a um único cabo, e que todos os problemas de interferência, mau contato e facilidade de roteamento também possam ser solucionados.

Pois esse sonho pode se tornar realidade em pouco tempo: já está disponível uma nova tecnologia para transferência de áudio digital e MIDI - em tempo-real e por um único cabo - e com ela provavelmente virão inúmeros produtos, com soluções para as diversas aplicações de áudio que encontramos na atualidade.

O barateamento gradual da tecnologia permitiu a ampliação da capacidade dos estúdios de tal forma que hoje, mesmo com um investimento relativamente pequeno, é possível ter em casa um estúdio de gravação digital com 16 ou mais canais simultâneos. Por outro lado, a proliferação de teclados, sintetizadores, periféricos e processadores de efeitos a preços acessíveis, faz com que a interconexão de tantos equipamentos seja um grande emaranhado de cabos, mesmo em estúdios de pequeno porte.

Apesar da forte tendência da "virtualização" de equipamentos, que permite que o processo de síntese de sons, gravação e processamento seja efetuado dentro do computador, sempre há a necessidade de se interligar equipamentos externos ao computador, uma vez que a capacidade de processamento dele é limitada. E como a maioria desses equipamentos também opera no domínio digital, seria lógico que o áudio fosse transferido de um para outro sempre no formato digital. É claro que isso pode ser feito através de conexões S/PDIF ou ADAT óptico, disponíveis na maioria dos equipamentos profissionais, o que já reduz significativamente a quantidade de cabos, mas esses tipos de conexão também têm limitações quanto à capacidade de transferência (2 canais no S/PDIF; 8 canais no ADAT óptico), e a transferência só é possível entre dois equipamentos.

Depois da revolução que vimos nas últimas duas décadas, com o advento do MIDI e a digitalização completa do áudio, o que precisava surgir era um processo que permitisse a transferência, em tempo-real, dos vários tipos de informações musicais que ocorrem dentro de um estúdio (MIDI, áudio, sincronismo, vídeo, comandos, etc). A resposta da indústria musical para isso é uma nova tecnologia, chamada "Music LAN", que é um padrão de rede digital para aplicações musicais, e que provavelmente vai mudar bastante a estrutura dos estúdios daqui para a frente.

O termo LAN ("Local Area Network") é usado para designar genericamente uma "rede" de interligação de computadores (e/ou outros equipamentos digitais), onde as informações (dados) podem ser transferidas livremente de um para qualquer outro componente da rede. Hoje, em qualquer empresa de pequeno porte - e até mesmo em residências - há computadores ligados em rede, usando um simples cabo que passa por todos eles. Através de uma rede comum, um computador pode acessar arquivos que estão no disco de outro computador, tão rapidamente como se estivesse acessando seu próprio disco.

Numa rede para aplicações musicais em tempo-real, onde as informações transferidas são

dados de áudio digital, comandos MIDI, etc, é preciso não só que a taxa de transferência seja alta, mas sobretudo que haja garantia de que os dados enviados por um componente da rede cheguem ao seu destino dentro do tempo requerido, de forma a evitar "engasgos" no áudio. Por isso uma LAN comum não serve para aplicações de áudio em tempo-real.

Veremos na segunda parte desta matéria os detalhes da solução desenvolvida para atender à necessidade de alto desempenho nas redes para aplicações musicais, mas antes vamos apresentar a base tecnológica que dá suporte à essa solução, que é o padrão FireWire. A abordagem técnica é inevitável nesse caso, e talvez o assunto possa parecer um pouco complicado para músicos e operadores de estúdio em geral (assim como provavelmente foi o primeiro contato com o MIDI, por exemplo). Mas o mais importante é perceber o quanto essa tecnologia poderá modificar - para melhor - o trabalho realizado dentro de um estúdio musical. Só a título de ilustração: uma rede para aplicações musicais desse tipo tem capacidade suficiente para manipular, através de um único cabo, cerca de 100 canais de áudio digital com qualidade de CD e mais 256 cabos de MIDI. Vale a pena entender o assunto, não é?

Tudo começou com a maçã

No final da década de 1980, a Apple Computer (fabricante dos computadores Macintosh), estava envolvida com o desenvolvimento de um padrão de transferência de dados em alta velocidade que pudesse substituir o padrão SCSI, que na visão da empresa logo chegaria ao seu limite. A transferência de dados no padrão SCSI ocorre de forma paralela, com um fio para cada bit do dado, e embora todos os bits do dado sejam enviados ao mesmo tempo, à medida que se aumenta muito a velocidade de transmissão, há uma distorção dos sinais nos fios, o que prejudica a sincronização da chegada do dado por inteiro. Por isso, as pesquisas da Apple foram direcionadas para um sistema de transmissão serial em alta velocidade, batizado de "FireWire", onde um cabo especial e um protocolo adequado garantem a eficiência da transferência.

Tendo em mente uma grande abrangência de mercado, no início da década de 1990 a Apple abriu esse seu padrão para uso por outras empresas, e ele foi padronizado oficialmente junto ao Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), quando então recebeu a sigla IEEE-1394. Paralelamente, foi criada a "1394 Trade Association", da qual fazem parte, além da própria Apple, mais de uma centena de empresas como Sony, Microsoft, Intel, Apple, Philips, Compaq, JVC, Pioneer, etc.

Por ser um padrão de alta velocidade, o FireWire permitiu o surgimento de uma nova geração de equipamentos, como câmeras de vídeo digitais, unidades externas de disco, reprodutores de MP3, etc, que não seriam viáveis sem o FireWire. O mercado profissional também aproveitou as vantagens do novo padrão, principalmente nos sistemas de produção de áudio e vídeo (e a Apple chegou a receber um prêmio Emmy como reconhecimento pela contribuição do FireWire à indústria da televisão).

O padrão FireWire (IEEE-1394) é uma tecnologia de transmissão serial de alta velocidade para a conexão de dispositivos periféricos a um computador, sendo um dos padrões mais rápidos atualmente (veja quadro comparativo). E o novo FireWire 800 (IEEE-1394b) poderá operar com taxas de até 800 megabits/seg (Mbps), superando bastante o USB 2.0.

Quadro 1.1

	FireWire	USB 1.0	USB 2.0
Taxa de transferência (Mbps)	400	12	480
Máximo de dispositivos no barramento	63	127	127
Comprimento máximo do cabo (m)	4,5	30,0	4,5

Dentro de uma rede usando conexão FireWire, cada equipamento é chamado de "nó", e pode comunicar-se (transferir dados) com qualquer outro dentro da rede. Pode-se ter até 63 nós dentro de um mesmo barramento, sem a necessidade de se usar um "hub" (roteador de rede), e até 1.023 barramentos podem ser derivados de um nó. Em termos práticos, pode-se ter redes com até 72 metros de distância, desde que não se ultrapasse o número máximo de 16 equipamentos em cada barramento, e que a distância entre um equipamento e outro não ultrapasse 4,5m (Fig.1.1).

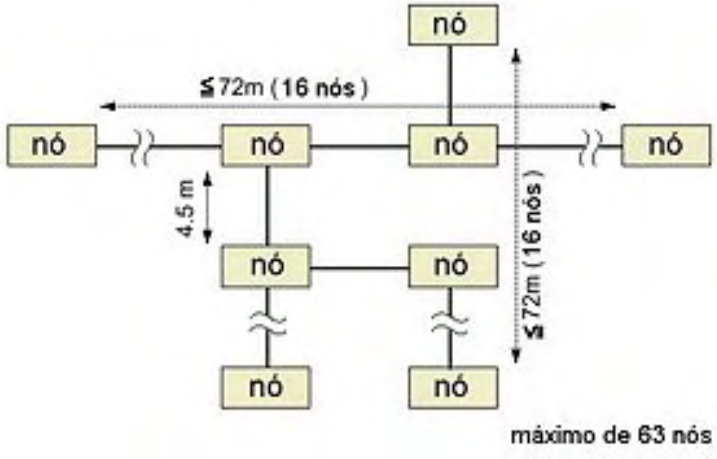


Figura 1.1 - Possibilidades de conexão

Uma das características mais importantes do FireWire é que a conexão é do tipo "peer-to-peer", o que quer dizer que os múltiplos nós (computadores e periféricos) podem se comunicar independentemente entre si, sem a necessidade de um servidor específico. A conexão ou desconexão de um equipamento pode ser feita com o equipamento ligado ("hot swap"), sem necessidade de se inicializar o sistema, e o usuário também não precisa se preocupar com identificação de dispositivos, pois tudo é resolvido automaticamente entre os próprios equipamentos conectados. Dependendo do equipamento, a alimentação elétrica pode ser fornecida pelo próprio barramento FireWire.

Existem atualmente cabos de conexão FireWire de 4 e de 6 pinos (Fig.1.2), e o novo FireWire 800 utiliza cabo de 9 pinos. No cabo de 4 pinos, há dois pares de fios, um par para transmissão e outro para recepção de dados. Os dois fios de cada par são trançados entre si, dentro de uma blindagem, e o cabo ainda possui uma blindagem global, de forma que a

possibilidade de distorção dos sinais por interferências externas é bastante minimizada. No cabo de 6 pinos (Fig.1.3), além dos dois pares e blindagem já descritos, há ainda mais dois fios que fornecem a alimentação elétrica aos equipamentos conectados (8 a 40V; 1.5A max). A transferência dos dados é feita por "transmissão diferencial", onde o sinal no fio A é sempre o inverso do sinal do fio B, o que possibilita ao equipamento receptor sempre determinar o estado lógico a partir da diferença entre ambos. Um recurso de proteção contra ruído similar à uma linha balanceada de áudio.

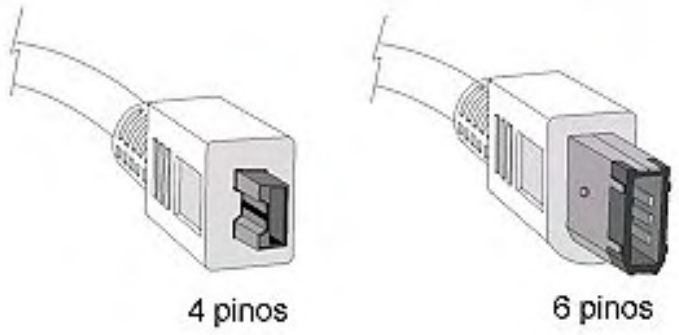


Figura 1.2 - Tipos de conectores FireWire

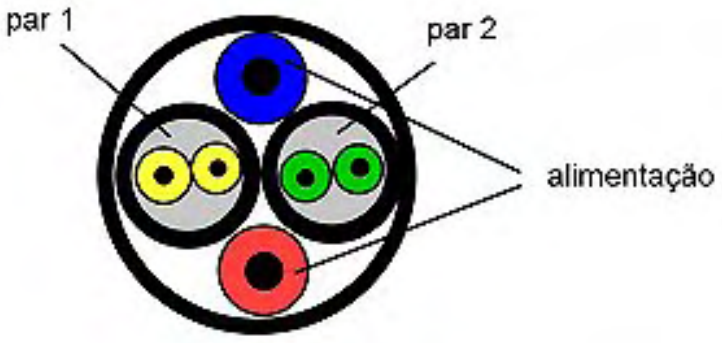


Figura 1.3 - Composição do cabo FireWire

Existem dois modos de transmissão através do FireWire. No modo assíncrono, os dados sempre chegam ao destino, pois mesmo que haja problemas na transmissão, eles são re-transmitidos. Por isso não é possível determinar o tempo que leva uma transmissão nesse modo, pois dependerá da ocupação do barramento. No modo isócrono, no entanto, o acesso ao barramento está sempre disponível para o equipamento por um determinado período de tempo, e permite que ele faça transmissões em tempo-real para transferência em "pacotes" de dados. Dessa forma, uma transmissão de vídeo ao vivo tem que usar o modo isócrono, para assegurar que cada quadro chegue no tempo correto. Por outro lado, a transferência de arquivos para um disco rígido pode ser efetuada usando o modo assíncrono. O FireWire pode reservar até 80% de sua banda para um ou mais canais em modo isócrono, sendo por isso um excelente interfaceamento para aplicações em tempo-real.

Um cabo, muitos canais

Os primeiros equipamentos de gravação de áudio baseados na tecnologia FireWire

provavelmente foram as interfaces da MOTU (2408 e posteriores), que usam uma placa PCI interna ligada ao rack externo por um cabo FireWire, mas adotam um protocolo próprio (AudioWire). Alguns outros fabricantes também usam o FireWire como base para seus próprios protocolos, mas não há uma compatibilidade entre eles.

A partir de 2001 a MOTU lançou modelos de interfaces de áudio compatíveis com FireWire, que dispensam placas internas específicas para conexão. A interface 896, por exemplo, possui oito canais de entrada e oito de saída, conexões digitais S/PDIF e ADAT, sincronização wordclock, ADAT sync, etc. Ela é totalmente externa ao computador, ligada a este somente por um cabo FireWire, o que possibilita seu uso com notebooks. Através da conexão FireWire pode-se ter até quatro interfaces dessas, totalizando 32 canais digitais simultâneos de 24 bits a 96 kHz, e a MOTU disponibiliza drivers para Mac (ASIO) e PC/ Windows (ASIO e WDM). Os computadores Macintosh já vêm com tomada para conexão FireWire, mas os PCs em geral requerem a instalação de uma placa específica, uma vez que a maioria das placas-mãe ainda não possui interface FireWire on-board.

Figura 1.4 - Interface MOTU 896

A Glyph Technologies, empresa especializada em mídias para armazenamento de áudio digital, também oferece soluções baseadas na conexão FireWire. Com uma unidade de disco rígido da Glyph conectada ao computador, pode-se acoplar através dela até três interfaces de áudio MOTU, compondo um sistema de 24 canais com capacidade de armazenamento superior a 100 gigabytes.

Outro fabricante de "peso" que adotou o FireWire é a Digidesign, com a nova Digi-002. Ela é uma estação de trabalho integrada, que incorpora interface de áudio (oito canais de entrada e oito de saída simultâneos com conversores de 24 bits / 96 kHz), superfície de controle (oito faders motorizados) e software de gravação e edição (Pro Tools). Além disso, a Digi-002 possui também interface MIDI, entrada e saída digitais padrão ADAT óptico (oito canais) e S/PDIF (stereo), e pode ser usada tanto em Mac quanto em PC/Windows.

Figura 1.5 - Digidesign Digi-002

E a tecnologia FireWire vem ganhando adesões até mesmo no segmento não profissional. A interface multimídia Sound Blaster Audigy 2, da Creative Labs, oferece a conexão SB1394/ FireWire para a transferência de dados de áudio para gravadores digitais ou para conectar em rede vários computadores para jogos com múltiplos usuários.

Os exemplos apresentados acima mostram o quanto está se disseminando o uso do FireWire no setor de áudio digital, profissional ou não. Embora nos equipamentos aqui citados esta tecnologia esteja sendo usada apenas para transferência direta de áudio digital entre dois equipamentos (interface para computador, ou computador para interface), e mesmo não havendo uma compatibilidade mútua entre os dispositivos dos diferentes fabricantes, o crescimento da base instalada de FireWire certamente fará com que os custos desta tecnologia fiquem cada vez mais acessíveis.

Music Local Area Network - mLAN

Como já apresentamos antes, a conexão IEEE-1394 (FireWire) permite a transferência de dados em alta velocidade (até 800 Mbps, no padrão IEEE-1394b). Mais do que isso, usando essa tecnologia pode-se construir redes do tipo "peer-to-peer", onde não há necessidade de um servidor entre os equipamentos da rede. Mas a parte que mais interessa a nós, profissionais da área de música e áudio, é que o padrão IEEE-1394 permite a transferência de dados de áudio (e também de MIDI e de vídeo) em tempo-real. O maior passo para a aplicabilidade de todo esse potencial foi dado pela Yamaha, com a criação do protocolo mLAN.

A Yamaha já pesquisava uma forma de conexão de alta velocidade entre seus equipamentos de áudio digital desde o início da década de 1990, mas quando o protocolo FireWire tornou-se "aberto" através da especificação IEEE-1394, a empresa japonesa percebeu que aquela seria a melhor opção de interface a ser adotada. Em 1996, a Yamaha apresentou à 1394 Trade Association uma proposta de protocolo para a transferência de dados de áudio digital e de MIDI em cima do padrão IEEE-1394, à qual chamou de mLAN, ou Music Local Area Network. Em 1997 essa proposta transformou-se no "A/M Protocol" (Audio and Music Data Transmission Protocol), uma especificação que define a arquitetura de protocolo, com suas diversas "camadas", desde a base IEEE-1394 até as camadas do nível mais alto, onde são

efetuados os gerenciamentos de conexão e roteamento, parte que é a grande "sacada" da mLAN. Os equipamentos e instrumentos dotados de interface mLAN podem ser conectados entre si, e a computadores que possuam interface padrão IEEE-1394/FireWire (com driver mLAN instalado), e uma vez conectados, pode-se construir uma rede eficiente para a transferência de áudio digital entre eles.

A Yamaha também produz chips para interfaceamento mLAN, que podem ser usados por fabricantes que desejam incorporar o protocolo em seus equipamentos. O chip mLAN-PH1 executa a transferência de dados de áudio digital através do barramento IEEE-1394, conforme a especificação do "A/M Protocol". A segunda geração de chips, o mLAN-PH2, será capaz de manipular 32 canais de entrada e 32 canais de saída com áudio em 24 bits, e até quatro chips poderão ser conectados em cascata, totalizando então 128 entradas e 128 saídas. Esses novos chips poderão também operar a 400 Mbps, possibilitando à rede trabalhar com cerca de 200 canais de áudio.

Brincando com fogo

Num ambiente convencional de equipamentos musicais existe uma variedade de tipos de cabos de áudio, de MIDI, de sincronização, etc, cada um para um tipo de aplicação e equipamento. Além disso, o fluxo dos sinais de áudio e de MIDI é determinado pela forma como os respectivos cabos estão conectados nos equipamentos, de forma que quando se deseja reconfigurar as ligações entre os equipamentos é necessário refazer as conexões físicas dos cabos entre eles. Quando um novo sintetizador é incorporado ao sistema, geralmente são necessárias mais duas conexões de MIDI e pelo menos mais duas conexões de áudio. Ao fazer as conexões, é necessário prestar atenção no sentido do sinal (in/out; out/in), e em alguns casos é preciso também tomar cuidado quanto aos níveis de sinal utilizados pelos equipamentos em suas conexões.

Em situações mais complexas, como em grandes estúdios e sistemas de sonorização de grande porte, os fatores citados acima acabam acarretando mais complicação (e maior possibilidade de erros) e, conseqüentemente, mais custos. E o tempo gasto para solucionar problemas de conexão também aumenta.

A solução proposta através da mLAN possibilita uma enorme simplificação, ao permitir que todas as conexões de um sistema sejam combinadas dentro de um único cabo de conexão IEEE-1394/FireWire, e ainda viabiliza a implementação de sistemas ainda mais poderosos.

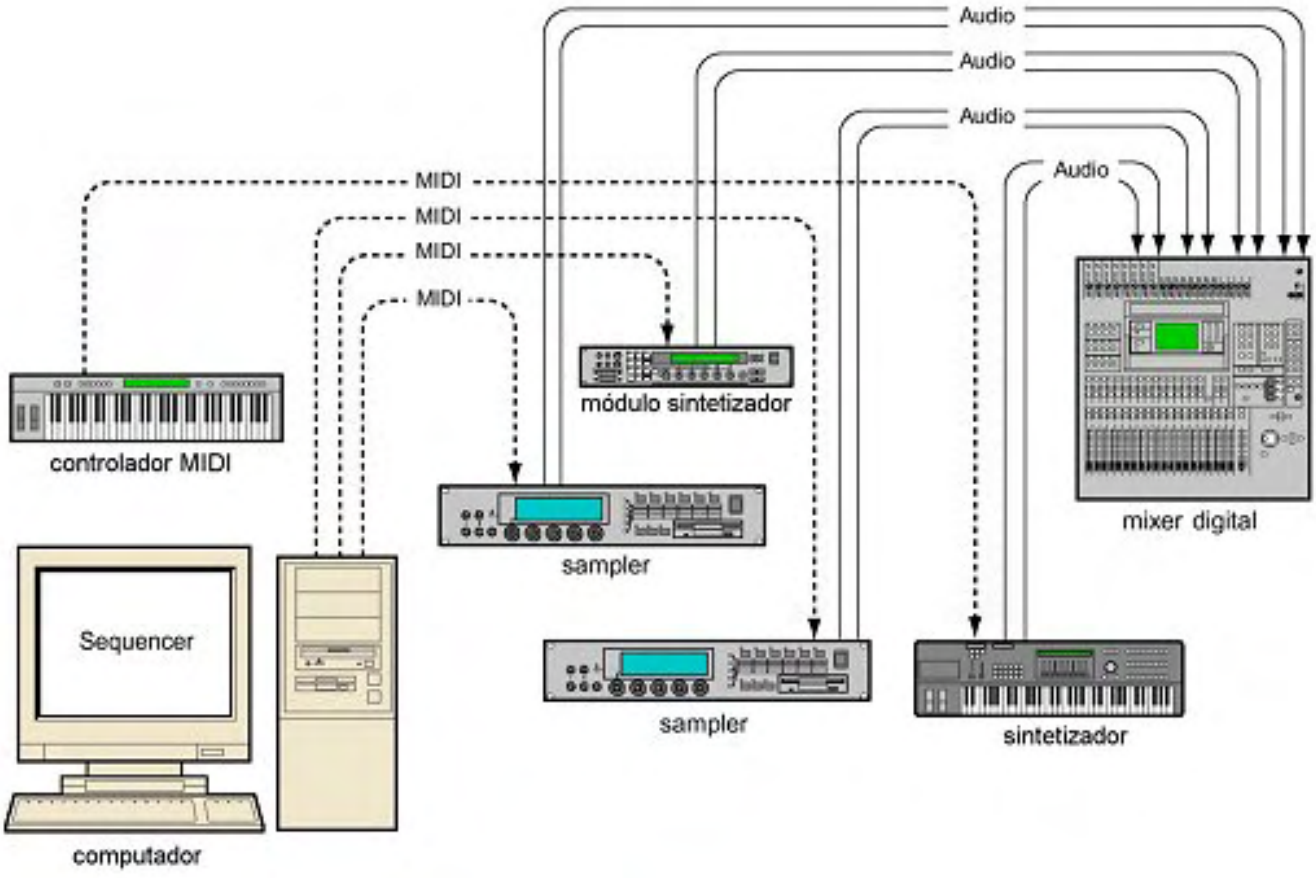


Figura 2.1 - Sistema com conexões convencionais de áudio e de MIDI

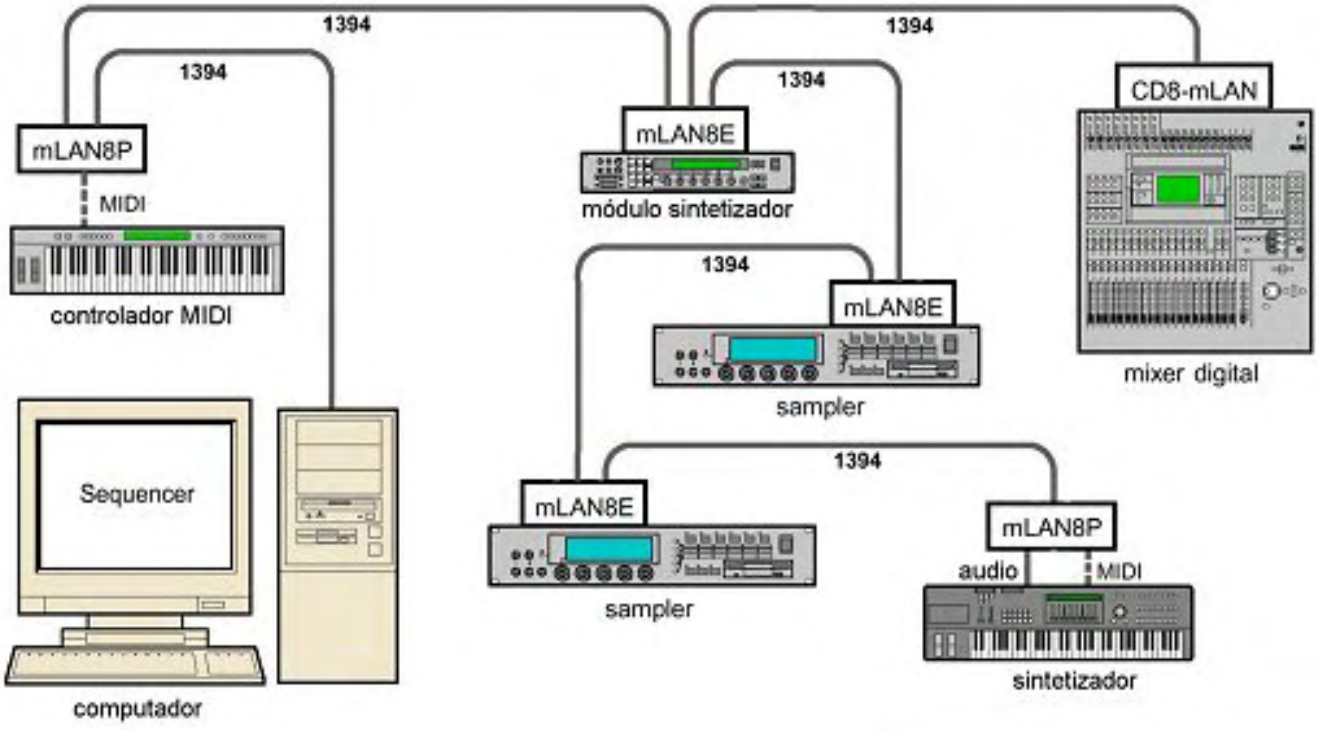


Figura 2.2 - O mesmo sistema, formando uma rede mLAN com conexões IEEE-1394

Teoricamente, um barramento (cabo) IEEE-1394 de uma rede mLAN é capaz de transferir o equivalente a 100 canais de áudio digital com qualidade de CD e mais de 256 cabos de MIDI. Além disso, o fluxo dos dados de MIDI e de áudio digital dentro da mLAN pode ser modificado livremente, sem a necessidade de se refazer conexões de cabos, e todas as configurações podem ser memorizadas. A construção de uma rede mLAN com até 16 equipamentos é extremamente simples, bastando conectar um equipamento a outro, com cabos FireWire. Atualmente, o limite é de 63 equipamentos numa rede, mas no futuro será possível interligar em rede algo em torno de 60 mil equipamentos!

Quadro 2.1

Características do IEEE1394

- Utiliza apenas um cabo para transferência de dados, sem distinção de entrada ou saída
- Taxas de transferência de 100, 200, 400 e 800 Mbps; possibilidade de expansão a 1.6 Gbps
- Conexão de até 63 equipamentos em um nó; possibilidade de expansão para 63x1023 nós
- Conexões podem ser feitas com os equipamentos ligados
- Tecnologia de domínio público; possibilidade de crescimento
- O modo de transmissão isócrono permite a transferência de áudio em tempo-real

Características da mLAN

- Taxa de transferência de 200 Mbps
- Os equipamentos de áudio e os instrumentos musicais podem ser ligados em rede sem a necessidade de um computador
- Os sinais de áudio podem ser roteados livremente, sem a necessidade de alteração física
- Especificação em contínua atualização; suporta expansões

Pode-se conectar os componentes da rede de diversas formas ("topologias") diferentes, mas a mLAN sempre trata as configurações como sendo uma estrutura de árvore (Fig. 2.3), a partir da qual é escolhido automaticamente o equipamento mais adequado para ser o "cycle master", que gera o clock de sincronização da rede, essencial para que o sistema possa transferir dados de MIDI e áudio em tempo-real. Em geral o master é o equipamento que está na "raiz" das ramificações da rede, mas se o usuário quiser poderá ele próprio escolher quem deve ser o master. Se o equipamento master for desligado ou retirado da rede, um equipamento em outro nó será automaticamente escolhido para essa função. Não é permitido fazer conexões em loop, isto é, unir um ramo a outro por um segundo caminho.

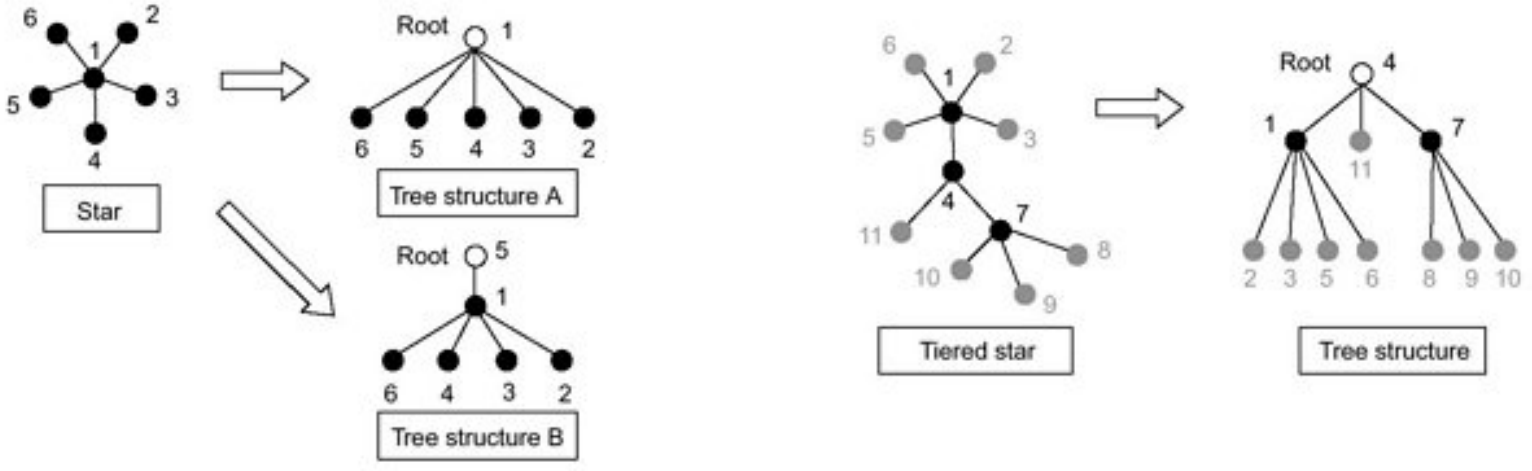


Figura 2.3 - Possíveis topologias de rede: os equipamentos mais adequados para a função de "master" são os da raiz ("root") da estrutura de árvore

Se um equipamento é conectado ou desconectado da rede, ou se ele é ligado ou desligado, o barramento ao qual ele está conectado é reinicializado, de forma a refazer a configuração da rede. Esse processo é chamado de "Bus Reset", e pode ser de dois tipos. Quando a alteração na rede não altera a sua topologia ou quando o equipamento master (raiz) não é retirado da rede, é feita uma reinicialização do tipo "Short Bus Reset". Mas quando a alteração na rede altera a topologia ou o equipamento master (raiz) é retirado, então é feita uma reinicialização do tipo "Long Bus Reset", quando é efetuada uma nova configuração dos nós, para poder determinar a nova raiz da estrutura, e quem será o novo equipamento master.

mLAN pelas janelas

A primeira pergunta que a maioria dos leitores vai fazer é sobre a compatibilidade do Windows com a tecnologia mLAN, pois o Mac já vem de fábrica com portas FireWire, o que não ocorre com a maioria dos PCs, que requerem a instalação de uma placa de expansão adicional. Como a tecnologia FireWire foi desenvolvida originalmente pela Apple, é natural que os computadores Macintosh suportem o padrão IEEE-1394 há muito mais tempo, e por isso os produtos com FireWire lançados no mercado sempre vêm primeiro com suporte para Mac. O mesmo tem acontecido com a mLAN.

Talvez por causa do vínculo original do FireWire com a Apple, a Microsoft vinha mantendo o Windows mais focado nos padrões USB e USB 2.0, mas com a adesão de tantas empresas ao padrão IEEE-1394, não houve como deixar de oferecer suporte nativo a essa tecnologia. O Windows ME e o Windows XP já aceitam dispositivos FireWire, sem a necessidade de qualquer "remendo" ao sistema operacional, bastando apenas instalar o driver específico do fabricante da placa FireWire. Já existem no mercado várias placas de expansão FireWire disponíveis para PC/Windows, e os grandes fabricantes de placas-mãe (ASUS, VIA, etc) também possuem opções com portas padrão IEEE-1394 já on-board.

Quanto aos equipamentos especificamente compatíveis com mLAN, a tendência também é haver

suporte tanto para Mac quanto para Windows. Embora a primeira interface mLAN da Yamaha (mLAN8P) até o momento só tenha drivers para Mac, o PreSonus FIREstation e a Yamaha O1X já são compatíveis com ambas as plataformas.

Detalhes (mais) técnicos

Os fluxos de dados de áudio e de MIDI na rede mLAN (passando pelo cabo FireWire), são efetuados através de conexões virtuais chamadas de "mLAN Plugs", e o roteamento desses plugs é chamado de "mLAN Connections".

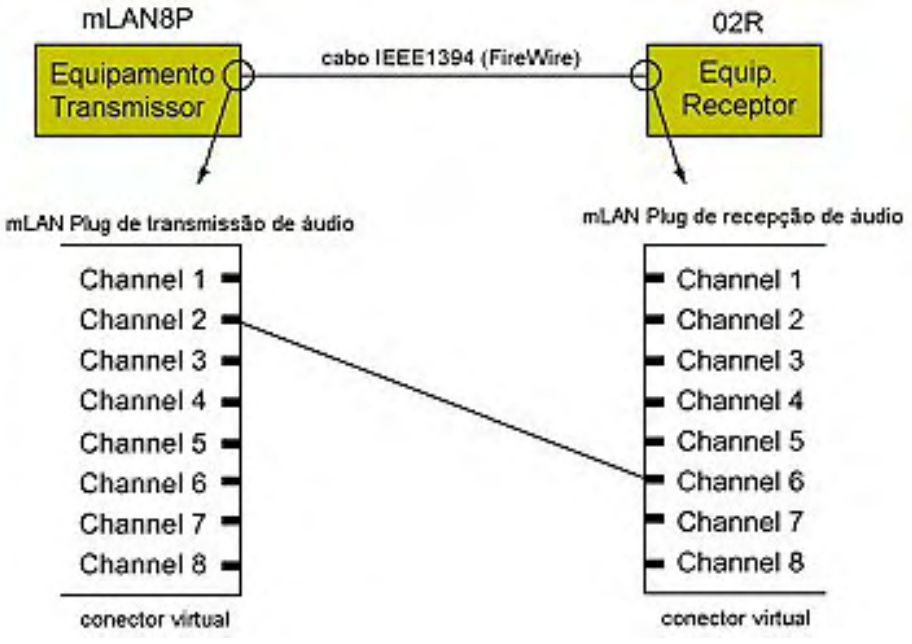


Figura 2.4 - Concepção da conexão virtual

O gerenciamento das conexões é uma função processada em todos os equipamentos da rede mLAN. Dessa forma, é permitido a um equipamento criar "mLAN Connections" nos "mLAN Plugs" de outros equipamentos, bem como solicitar aos demais equipamentos informações sobre suas conexões. Além disso, como já foi mencionado antes, é possível restaurar todas as conexões após um Bus Reset, pois elas ficam memorizadas nos equipamentos receptores, que procuram na rede os transmissores que estavam ligados anteriormente a eles.

Como já vimos no artigo anterior, a transferência dos dados no padrão IEEE-1394 possui um modo de transmissão chamado de isócrono, que garante ao equipamento o direito de usar a rede para transmitir dados a cada 125 microsegundos, possibilitando a transferência em tempo-real. O equipamento master (raiz), além de fornecer o clock da rede também é o responsável pelo processo de arbitragem do uso do barramento. Quando um equipamento precisa transmitir dados, ele requisita ao nó a que está associado, e este aos demais nós acima, até chegar ao equipamento master, na raiz. Este então decide qual dos equipamentos pode transmitir e envia uma confirmação para ele, dentro da disponibilidade do modo isócrono, informando que pode usar o barramento e transmitir seus dados. Obviamente, esse processo de requisição/confirmação acaba ocupando algum tempo de

operação do barramento, e reduz um pouco a banda da rede.

A transferência de dados é feita em pacotes, que não podem ocupar o barramento por mais de 125 µs (na porção isócrona). Dessa forma, tendo sido autorizado a usar a rede, o transmissor monta seus pacotes de dados e coloca-os dentro de cada ciclo isócrono (Fig.2.5). Observando o diagrama de tempo, é importante atentar para o fato de que a taxa de transmissão da rede (cerca de 200 Mbps) é significativamente maior do que a taxa de amostragem do equipamento transmissor (digamos, 48 kHz). O atraso máximo possível entre a transmissão e a recepção seria da ordem de 2 ciclos isócronos, isto é, 352 µs, já considerando as perdas com a arbitragem de transmissão.

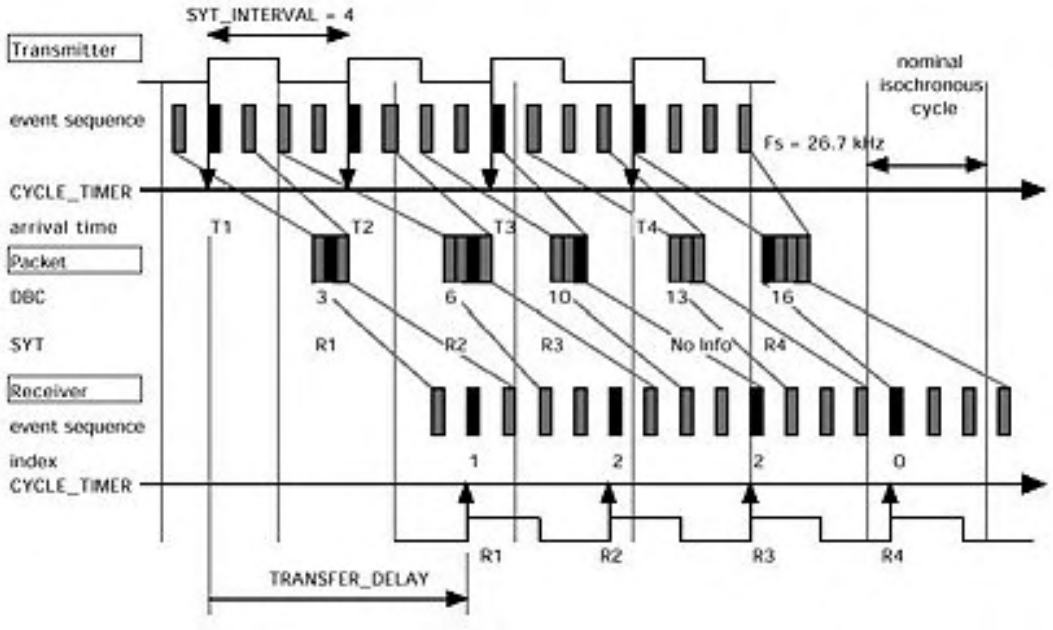


Figura 2.5 - Diagrama de temporização da transferência de dados da rede mLAN

Podemos agora avaliar a capacidade de transmissão em tempo-real da rede mLAN. Considerando a taxa de transferência de 200 Mbps, e assumindo que em quase 80% do tempo o barramento está disponível para transmissão em modo isócrono, temos então a possibilidade de transferir cerca de 2400 bytes a cada ciclo isócrono de 125 µs. Se a taxa de amostragem do áudio digital for 48 kHz, pode-se empacotar seis amostras de áudio em cada ciclo isócrono, cada uma delas representada em 32 bits (4 bytes), totalizando assim 24 bytes. Mas como temos 2400 bytes disponíveis, podemos então ter 2400/24 = 100 canais de áudio sendo transferidos em tempo-real. Na prática, a capacidade será um pouco menor, devido à perda de tempo com bytes de cabeçalho e outros dados auxiliares que ocupam o ciclo isócrono.

Quem já entrou no jogo

Obviamente, a Yamaha, mentora da tecnologia, foi a pioneira em produtos compatíveis com mLAN, produzindo interfaces para seus equipamentos de linha. A interface CD8mLAN pode ser instalada nas mesas digitais série O, e é capaz de manipular oito canais de áudio (uma limitação do slot de expansão dessas mesas). Numa O2R, no entanto, pode-se instalar até

quatro CD8mLAN, permitindo à mesa trabalhar com 32 canais na rede mLAN. A outra interface da Yamaha é a mLAN8E, que pode ser instalada em alguns de seus sintetizadores (S80, CS6X, A5000, etc) permitindo assim a sua conexão de áudio e MIDI à rede mLAN. Para equipamentos e instrumentos que não possuem slot de expansão, a Yamaha oferece a mLAN8P, uma "caixa de conexões" extremamente poderosa, com 2 entradas e 2 saídas analógicas de áudio, entradas e saídas stereo digitais S/PDIF coaxiais e ópticas, e mais 1 MIDI In e 2 MIDI Out. A mLAN8P pode ser conectada diretamente a um computador que tenha tomada FireWire, e possui um mixer digital (pode ser controlado pelo painel da interface ou por software) com 12 canais e processamento de efeitos similar à O3D.

Figura 2.6 - Yamaha O1X

O mais novo produto da Yamaha é o 01X, uma estação de trabalho integrada que funciona como interface de áudio para computador (oito canais simultâneos de entrada e saída) e superfície de controle (faders motorizados). Ele possui capacidade de mixagem e processamento digitais e pode ser conectado a computadores Mac ou PC/Windows. É compatível com a maioria dos softwares de gravação (Cubase SX, Nuendo, Sonar, Logic Audio, Digital Performer, etc), já vem com plug-ins VST, e dispõe de drivers ASIO, WDM e Mac OSX Core Audio.

Alguns outros fabricantes também já estão oferecendo produtos ou interfaces compatíveis com mLAN. A Korg possui uma interface opcional para o Triton, a EXB-mLAN, que pode ser instalada no slot de expansão daquele teclado para colocá-lo na rede. Da mesma forma, a Kurzweil possui a interface KMLN8 para o processador KSP8, e a Apogee tem uma interface mLAN para seus equipamentos Trak2 e AD-8000. A PreSonus lançou recentemente o FIREstation, um preamp que também funciona como interface de áudio e de MIDI, através da porta FireWire, compatível com mLAN.

Figura 2.7 - PreSonus FIREstation

Como podemos ver, tudo indica que o protocolo mLAN veio para ficar e, considerando a quantidade de equipamentos compatíveis que já estão no mercado, a disseminação desta

nova tecnologia nos estúdios do mundo inteiro acontecerá em pouco tempo. Pode vir a ser uma mudança tão revolucionária quanto foi a introdução do MIDI, há mais de duas décadas atrás. É esperar para confirmar.

Fontes de consulta:

"An Introduction to mLAN", Paul Wiffen (Sound On Sound; 2000)
"Audio and Music Data Transmission Protocol v.1.0" (1394 Trade Association; 1997)
"FireWire 800" (Apple Computer; 2003)
"mLAN Guide Book" (Yamaha Corporation; 2000)
"On IEEE-1394", A. Jain, P.Kohlbecher, B.Liebald (IU Bremen; 2002)
"The Northwest CyberArtists Journal" (Miller Freeman; 1994)

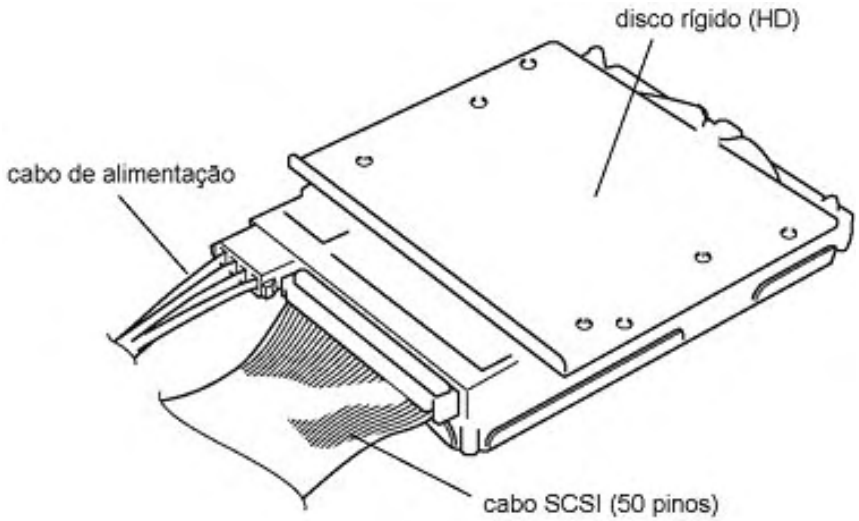
Sites de referência:

1394 Trade Association
Apple Computers
Yamaha Corp

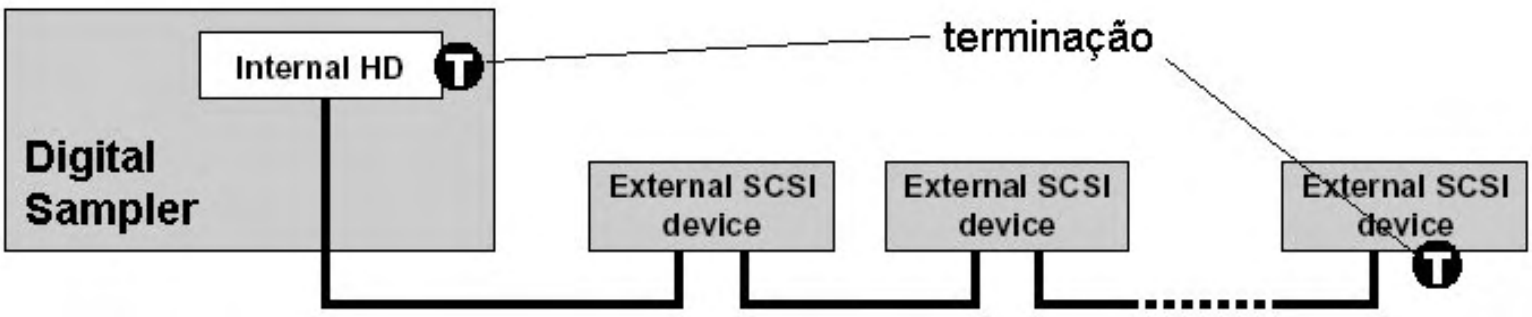
SCSI - Small Computer Systems Interface

O padrão SCSI (pronuncia-se "scûzi") foi criado na década de 1980, e significa "Small Computer Systems Interface". Ele é um padrão de interconexão de equipamentos digitais, que especifica detalhes de hardware e software para o interfaceamento de dispositivos digitais com computadores, principalmente dispositivos de armazenamento (CD-ROM, disco-rígido, etc).

Para acoplar os dipsositivos periféricos via SCSI, é necessário que o computador possua uma "controladora SCSI", geralmente uma placa adicional, instalada na placa-mãe. Cada controladora pode suportar até 7 dispositivos, cada um deles com um número de identificação "SCSI ID" individual, programado no próprio dispositivo (geralmente por meio de micro-chaves).



Cada dispositivo possui dois conectores SCSI, e a interconexão de vários dispositivos a uma controladora é feita por encadeamento do tipo "daisy chain", onde um cabo liga a controladora a um dos conectores do primeiro dispositivo, e o outro conector é ligado a um dos conectores do segundo dispositivo, e assim por diante. O último dispositivo deve ter uma "terminação" instalada no conector vago, para evitar problemas de operação. O comprimento máximo (teórico) de uma cadeia de dispositivos SCSI é de 19' (quase 6 metros).



Atualmente, muitos equipamentos de áudio (gravadores digitais) e mesmo instrumentos musicais (samplers) possuem controladora SCSI interna, para permitir a instalação de dispositivos de armazenamento (drives de CD-ROM, disco-rígido, etc).

em 2000

Dicas e truques utilizando seqüenciadores

Aqui vão algumas informações úteis sobre como usufruir dos recursos disponíveis na maioria dos sequenciadores atuais, de forma a se conseguir efeitos e resultados mais realistas nos trabalhos musicais.

Criando nuances nos sons de instrumentos de percussão

Uma das coisas que mais caracterizam um timbre eletrônico de percussão é a sua extrema uniformidade sonora, sem variações a nível de composição harmônica ("coloração" do som). Mesmo em equipamentos sample-players, que reproduzem amostras digitais de instrumentos acústicos, as batidas sucessivas em um instrumento de percussão (um contra-tempo, por exemplo) acabam por soar sempre iguais. Já um baterista real, por sua vez, jamais consegue percutir um prato seguidamente no mesmo exato ponto, e por isso algumas características do som, como sua "coloração", nunca se repetem identicamente.

Para tornar mais reais as execuções de bateria efetuadas por um sequenciador, pode-se simular aquelas diferenças ou nuances utilizando comandos MIDI "alteradores" que possam interferir de alguma maneira no resultado final dos sons executados pelo equipamento eletrônico de percussão (a parte rítmica/percussiva de um teclado ou módulo de som multitimbral). O primeiro passo, então, é descobrir como se pode alterar essas características (parâmetros) de sons, em tempo-real, diretamente via MIDI.

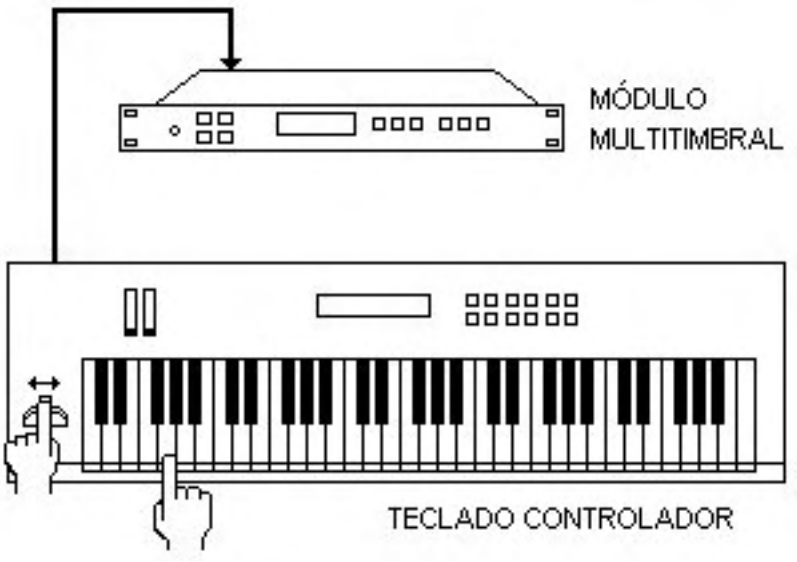


Figura 1

O meio mais simples é usar o controle de pitchbend, que pode produzir alterações globais

na afinação do instrumento. Usando-se o pitchbend de forma bem branda, pode-se conseguir alterações bastante sutis na afinação, que podem simular parte das nuances mencionadas anteriormente. Para que isso funcione com um determinado instrumento gerador de sons de percussão, primeiramente deve-se verificar se a parte percussiva/ rítmica dele é capaz de receber pitchbend - geralmente é - e ajustar a faixa de resposta ao pitchbend para uma gama adequada (diferente de zero).

Como exemplo, imaginemos um teclado MIDI sendo usado como controlador, comandando os instrumentos de percussão em uma das parte timbrais de um módulo multitimbral (Fig.1). Tocando-se seguidamente a tecla que controla o contratempo, e ao mesmo tempo movendo-se suavemente a alavanca (ou roda) de pitchbend poder-se-á perceber ligeiras variações de afinação no som do prato do contratempo, o que acaba por simular as nuances obtidas no caso de um baterista real (Fig.2).

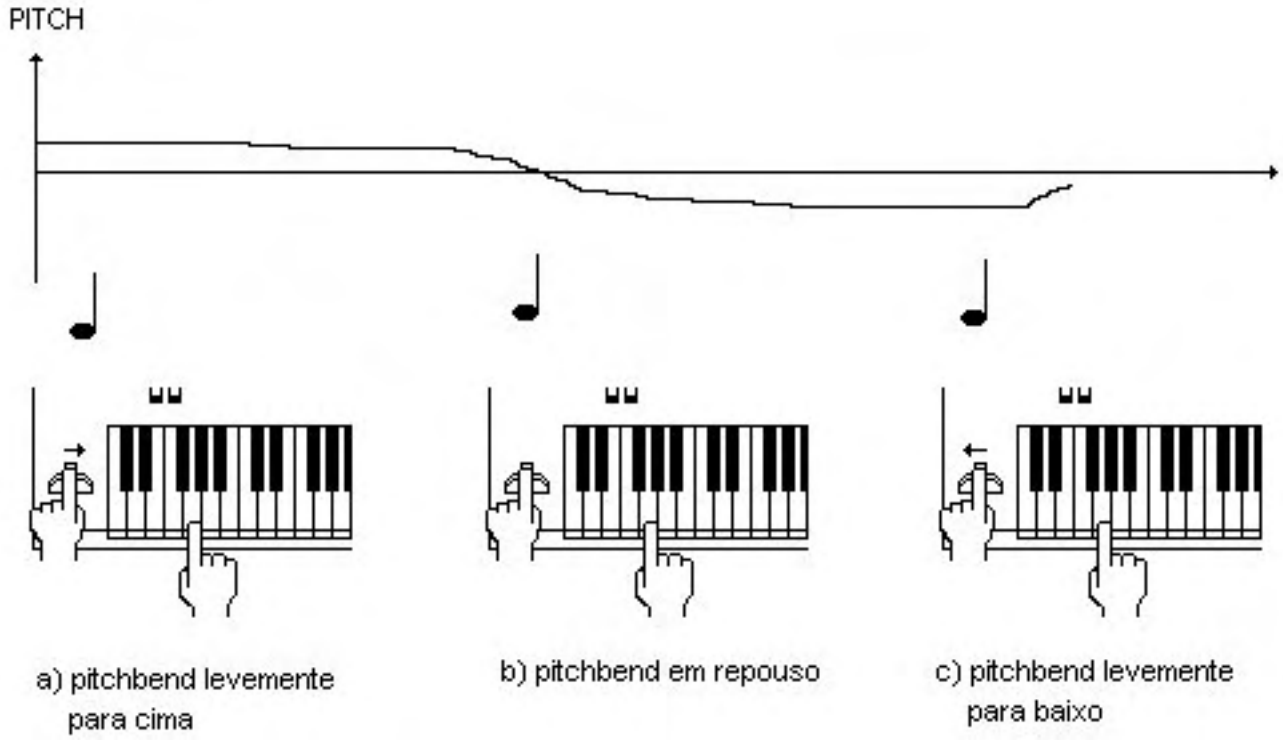


Figura 2 - Usando o pitchbend para criar nuances

O único inconveniente deste exemplo é que todos os instrumentos que estiverem no mesmo canal de recepção do contratempo (provavelmente, toda a bateria) irão ser alterados pelos comandos do pitchbend. Uma maneira de se contornar isso é usar dois ou três canais de MIDI para controlar os instrumentos de percussão: um canal para os instrumentos que não precisam sofrer alterações pelo pitchbend (bumbo, tom-tons), outro canal para controlar um grupo de instrumentos "alteráveis" (caixa, pratos) e outro canal para um outro grupo de "alteráveis" (contratempo, pandeiro). Evidentemente, as alterações de pitchbend em cada grupo de instrumentos "alteráveis" deverão ser feitas separadamente, e cada qual deverá usar o canal do grupo em questão. Há instrumentos multitimbrais que possibilitam designar partes timbrais em diferentes canais MIDI de recepção para atuarem simultaneamente como partes percussivas, e também há baterias eletrônicas que possibilitam designar canais de recepção diferentes para cada peça do kit

de bateria. É importante tomar cuidado para não ficar variando demais o pitchbend, pois isso geraria uma quantidade muito grande de mensagens MIDI, o que acaba ocupando muita memória. Nesse caso, ao invés de se gravar os movimentos manuais sobre o pitchbend, pode-se usar os recursos do sequenciador para criar as variações de pitchbend (sem executá-las manualmente), o que possibilita criar somente os valores de variação desejados. Isso normalmente é feito inserindo "eventos" de pitchbend nos pontos desejados da sequência, e indicando seus valores (usar valores próximos de zero, para não causar desafinação demasiada).

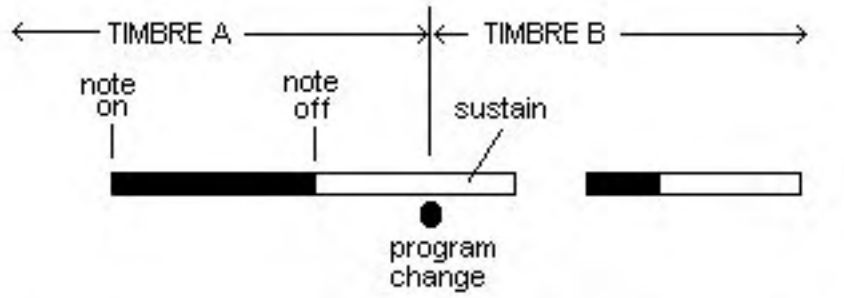
Em alguns equipamentos com estrutura mais sofisticada, é possível designar controles MIDI para atuarem sobre determinados parâmetros de seus sons (entende-se por controle MIDI qualquer comando enviado através de mensagens MIDI chamadas tecnicamente de Control Change Message, entre elas: volume, pan e outras). Dessa forma, ao invés de se usar o pitchbend, é possível efetuar-se a alteração sugerida anteriormente usando-se um outro controle MIDI (o controle 12 seria uma boa opção). O parâmetro afinação foi citado como um primeiro exemplo, mas em alguns instrumentos há também a possibilidade de criar nuances sonoras variando a frequência de corte ("cut-off") do filtro, o que às vezes pode ser feito também em tempo real, via MIDI. Nesses casos, pode-se adotar um procedimento semelhante ao descrito para o uso do pitchbend, e usar um determinado controle MIDI para alterar sutilmente a frequência de corte, o que causará consequentemente em uma variação sutil no timbre do instrumento, simulando também o efeito desejado.

Mantendo comandos devidamente afastados

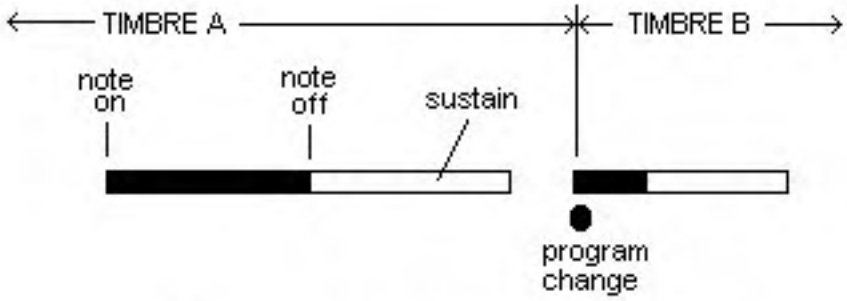
Usando um sequenciador, é muito comum programar-se na sequência para que um instrumento mude de timbre no meio da música. Para isso, usa-se o comando MIDI de program change ou patch change (há ainda fabricantes que chamam-no de preset change). Entretanto, é preciso tomar alguns cuidados na utilização deste comando no meio de uma sequência, de forma a evitar alguns possíveis problemas.

Alguns instrumentos, principalmente os mais antigos, quando comandados para mudar o timbre corrente para um outro (por exemplo, mudar de piano para flauta) primeiro silenciam abruptamente o som que está tocando, e então mudam para o seguinte. Isso, evidentemente, é indesejável no meio de uma música, e de alguma forma deve ser evitado que aconteça.

Nesses instrumentos, se o timbre que está sendo usado possui relativa sustentação (as notas silenciam somente algum tempo dspois do note off), é necessário esperar que as últimas notas executadas silenciem normalmente para então trocar para o novo timbre, do contrário, haverá um corte forçado no som das notas, no momento em que for comandada a mudança de timbre (program change). Por outro lado, se for comandada a mudança de timbre muito "em cima" da execução da primeira nota do novo timbre, poderá haver problemas, pois alguns instrumentos requerem mais tempo para estabilizarem a troca de timbre em sua memória (Fig. 3).



a) program change ocorre antes de cessar o som da nota



b) program change ocorre junto com a nota

Figura 3 - Posicionamento de comandos de program change e de notas

Além disso, quando se inserir um evento de program change no sequenciador, deve-se tomar cuidado também para que ele não seja posicionado no mesmo tick (os tempos no sequenciador são representados sob a forma de compasso:tempo:tick) em que ocorre uma nota do mesmo canal de MIDI, pois, embora na lista de eventos mostrada pelo sequenciador o program change esteja posicionado antes da ocorrência da nota, e mesmo estando ambos no mesmo tick, um destes eventos deve ocorrer antes do outro (lembre-se que a transmissão MIDI é serial), e portanto pode acontecer do sequenciador mandar primeiro a nota, e depois o program change (Fig. 4). Para garantir a execução do program change antes da nota, deve-se posicioná-lo no tick anterior.

Tempo	Evento	Valor
:	:	:
021:03:45	PrgmChge	47
021:03:45	Note	63 89 34
021:03:47	Note	66 90 36
:	:	:

Figura 4 - Lista de eventos no sequenciador. Observe que o evento de "program change" 47 está posicionado exatamente no mesmo tempo e mesmo tick da nota 63, o que não garante necessariamente que a mudança de timbre ocorrerá antes da nota ser

executada .

Os instrumentos mais modernos, felizmente, possuem um funcionamento mais inteligente, pois não silenciam o timbre que está tocando, mesmo que tenha sido mudado para outro. Ou seja, se está sendo executado um acorde com som de cordas, por exemplo, e é mudado o timbre para piano, enquanto aquele acorde não for desfeito, o som de cordas continuará ativo para aquelas notas (até elas silenciarem normalmente), mas qualquer nota executada após a troca de timbre já soará com o novo som.

Quando o sequenciador tiver que enviar mensagens de sys-ex para algum instrumento no meio de uma sequência, também devem ser tomados cuidados especiais. Como uma mensagem de sys-ex envolve mais dados (e portanto mais processamento) do que uma recepção de program change, não só devem ser tomados os cuidados já citados anteriormente, como deve ser deixada uma distância maior entre a mensagem de sys-ex e a próxima nota, pois, na maioria dos casos, o instrumento necessitará de um tempo maior para efetuar a recepção/processamento de sys-ex do que um program change (Fig.5).

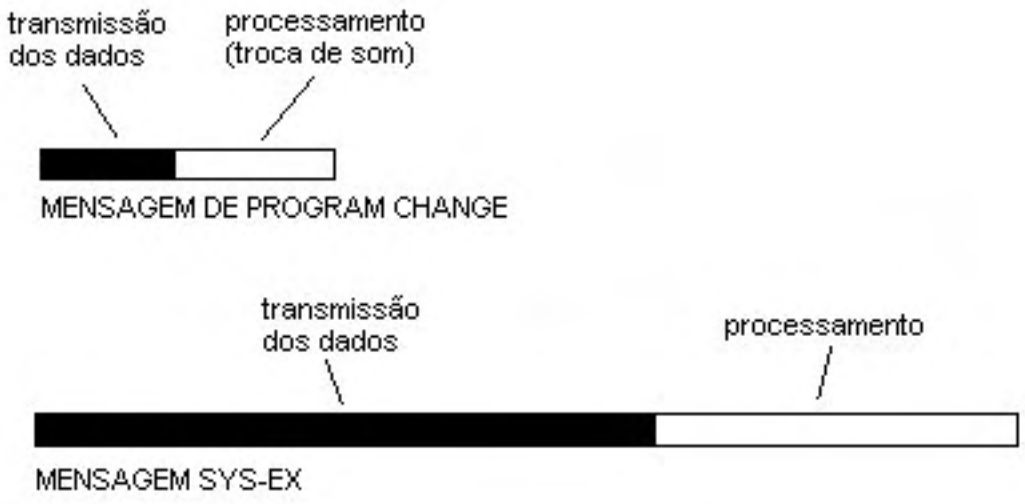


Figura 5 - Pode-se ter uma idéia do que ocorre em uma recepção de mensagens sys-ex comparando-a com uma recepção de mensagens de program change

Atente para o fato de que durante a transmissão da mensagem, a linha de MIDI permanece ocupada, e portanto nada mais pode ser feito até que a mensagem termine. Em um sistema MIDI complexo, com vários equipamentos, o uso demasiado de mensagens sys-ex também deve ser evitado. Cada mensagem destas contém muito mais bytes do que as mensagens ordinárias MIDI (controles, por exemplo), de forma que o uso intenso de sys-ex acaba trazendo problemas de congestionamento da linha de comunicação, o que pode acarretar atrasos nos comandos encadeados serialmente. Nesses sistemas, é aconselhável equipamentos controladores (sequenciadores) com múltiplas portas de saída.

Glossário:

composição harmônica: uma das três características básicas de um som (as outras são a frequência e a amplitude); é responsável pela caracterização do timbre do instrumento, e define a presença e magnitude dos harmônicos do som;

multitimbral: diz-se que um instrumento é multitimbral quando ele é capaz de gerar, simultanea e independentemente, dois ou mais timbres diferentes (piano e flauta, por exemplo);

filtro: dispositivo em um sintetizador que atua sobre a composição harmônica, suprimindo ou realçando harmônicos originais; normalmente implementado como "passa-baixa" ("low-pass");

frequência de corte ("cut-off frequency"): parâmetro do filtro que estabelece o limiar da filtragem de harmônicos;

note on: comando que determina o início de uma nota (ao abaixar uma tecla);

note off: comando que determina a finalização de uma nota (ao soltar uma tecla);

sys-ex: abreviatura de "System Exclusive Messages" (Mensagens Exclusivas), categoria de mensagens MIDI destinadas a transmissão de informações genéricas (mesmo não relativas à execução musical), contendo normalmente grande quantidade de dados (parâmetros de sons, por exemplo);

Sequenciadores: canais de MIDI

Continuando nosso assunto sobre sequenciadores, vamos falar sobre o recurso de canalização de eventos, que é essencial para que se possa controlar corretamente os diversos equipamentos de um sistema MIDI.

Vamos usar um exemplo bem simples para explicar o processo de canalização: um sequenciador (computador + software sequenciador + interface MIDI) conectado por um cabo MIDI a um teclado multitimbral (que pode executar timbres diferentes, simultaneamente).

Imagine que o sequenciador esteja enviando as informações para a execução das notas de um arranjo musical, para piano, baixo e bateria:

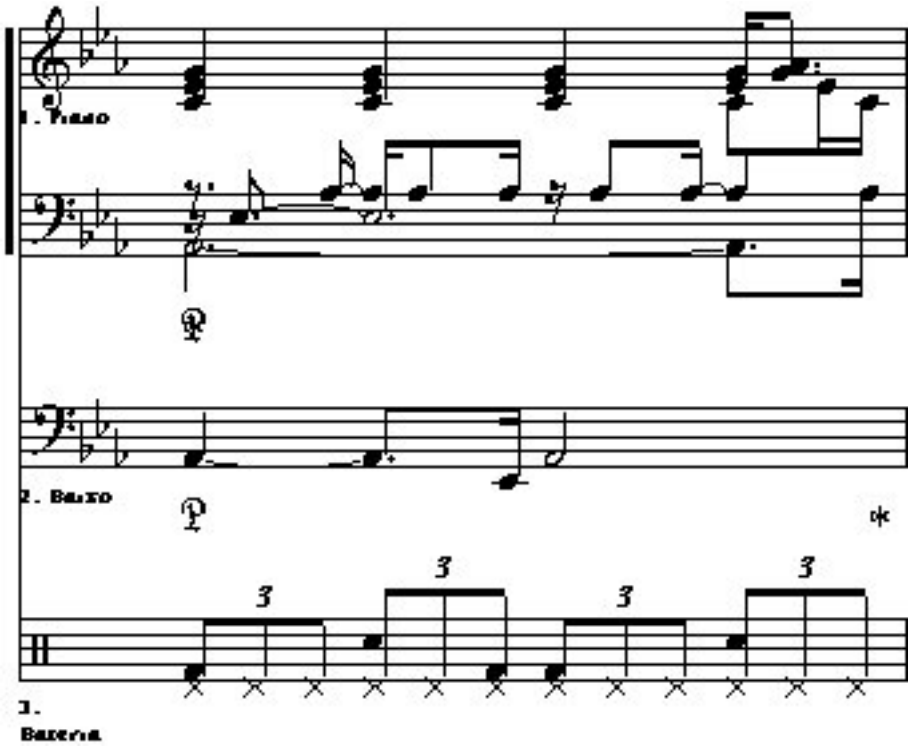


Figura 1: Um arranjo de piano (1), baixo (2) e bateria (3) criados no sequenciador MIDI. As notas de cada pauta têm que ser executadas por partes timbrais diferentes do sintetizador, cada uma com o timbre respectivo (piano, baixo e bateria).

Como o teclado pode identificar as notas de cada instrumento, e executá-las corretamente? A resposta está nos canais de MIDI ("MIDI channels").

Os idealizadores do sistema de comunicação MIDI conceberam-no com a capacidade de "segregar" informações, de forma que, num mesmo cabo, pode-se identificar quais

mensagens destinam-se a quais equipamentos, identificando-as por meio de canais diferentes. A coisa funciona, basicamente, como o exemplo a seguir:

Quando o sequenciador manda uma nota via MIDI para ser executada por um instrumento, codifica esse comando numa mensagem digital, que leva quatro informações básicas:

- tipo de comando (neste caso: execução de nota - "note on")
- número do canal de MIDI (1 a 16) em que está sendo transmitido o comando
- número da nota a ser executada (de 0 a 127; o dó central é a nota 60)
- intensidade ("key velocity") com que a nota deve ser executada (de 0 a 127)

Assim, o número do canal funciona como se fosse uma identificação do destinatário da mensagem; e somente os equipamentos que estejam configurados para receber mensagens naquele canal de MIDI ("MIDI Receive Channel") é que irão efetuar o respectivo comando.

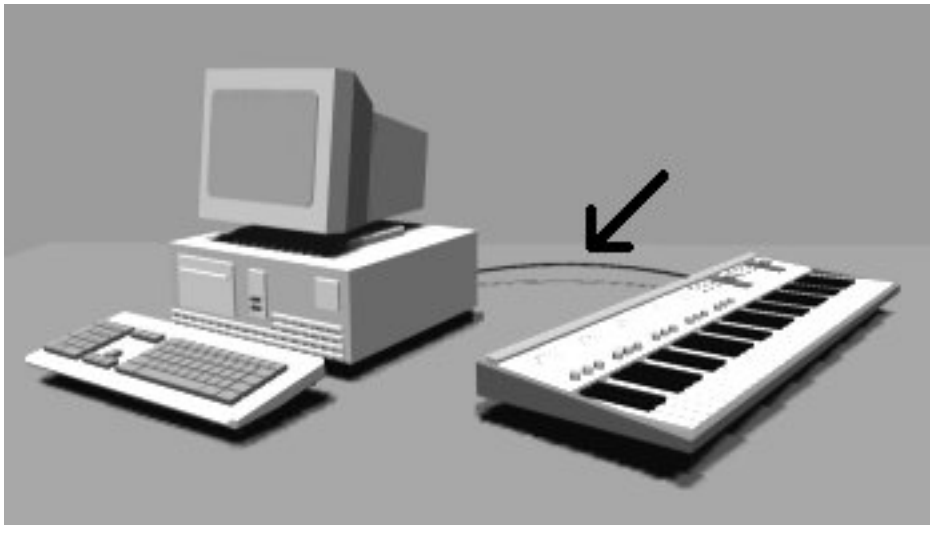


Figura 2: Através de um único cabo MIDI, podem passar, simultaneamente, mensagens de até 16 canais diferentes.

Na grande maioria dos sequenciadores, é possível indicar qual o canal de MIDI que será usado para se transmitir os eventos de cada trilha. Essa indicação é feita numa das colunas de parâmetros existentes na janela principal das trilhas ("Tracks"), geralmente designada como "Channel" (ou abreviada como "Chn"). O número do canal de MIDI não tem qualquer ligação com o número da trilha, podendo, inclusive, haver duas ou mais trilhas operando no mesmo canal de MIDI.

Indicando um número de canal nessa coluna, todos os eventos da mesma serão transmitidos - obrigatoriamente - através daquele canal de MIDI, mesmo que aquelas notas (e outros eventos) tenham sido transmitidas (gravadas) pelo teclado para o sequenciador usando um outro canal de MIDI ("MIDI Transmit Channel"). Ou seja, é o canal indicado na coluna "Channel" que identificará as notas quando o sequenciador

transmiti-las de volta para o teclado.

	Name	✔	Source	Key+	Vel+	Time+	Port	Chn	Bank	Patch	Vol	Pan
1	Piano	✔		0	10	0	1·	1	10240	Nice Piano B	110	80
2	Baixo	✔		-12	20	0	1·	2	10369	Finger Bass	120	64
3	Bateria	✔		0	20	0	1·	10	10368	Pop Drumset ;	105	64

Figura 3: Na maioria dos sequenciadores, pode-se indicar o canal de MIDI a ser usado por cada trilha (coluna "Chn"). Observe que, neste caso, não existe a obrigatoriedade do número do canal de MIDI ser igual ao da trilha.

Observações importantes:

1. O canal de MIDI no.10 é sempre usado para bateria e percussão.
2. Se você for salvar sua sequência em formato "Standard MIDI File", tenha em mente o seguinte: o "Standard MIDI File formato 0" mistura numa só trilha todas as trilhas da sua sequência, preservando os canais indicados para os respectivos eventos; já o "Standard MIDI File formato 1" preserva cada canal de MIDI numa trilha separada.

Alterando e criando a dinâmica das notas no seqüenciador

Uma das características mais importantes na música é a dinâmica dos sons, isto e, a intensidade com que os sons são produzidos. Praticamente todo os instrumentos musicais acusticos são capazes de produzir sons fortes ou fracos, dependendo de como o instrumentista atua sobre ele. Os primeiros instrumentos musicais eletrônicos - orgãos e sintetizadores analogicos - ofereciam poucos recursos de dinâmica, tendo apenas um controle de volume, em geral sob a forma de pedal. Entretanto, com o aprimoramento da tecnologia, os sintetizadores e demais instrumentos eletrônicos passaram a dispor de meios bastante eficientes de controle da dinâmica de seus sons, inclusive através de controle remoto, via MIDI.

Hoje, o músico alem de poder obter uma expressividade dinâmica na execução da música no instrumento, tem possibilidades de alterar essa execução, se ela for gravada em um seqüenciador MIDI. Com isso, é possível não só corrigir trechos onde a dinâmica não ficou a contento, mas também produzir, posteriormente à gravação, situações que não tenham sido executadas (nem pensadas) pelo músico.

Neste tutorial, veremos como realizar estas alterações sobre a dinâmica da execução, utilizando os recursos de edição de um seqüenciador MIDI. Veja também sobre compressão dinâmica em MIDI.

Fundamentos

Nos instrumentos musicais eletrônicos, há dois parametros básicos que atuam sobre a dinâmica do som: volume e key velocity. O primeiro, é um controle global, que atua em todas as notas de um timbre, enquanto o outro atua individualmente, em cada nota produzida.

No que diz respeito a MIDI, o volume é controlado pelo comando (mensagem) de control change nº7, e pode variar de 0 a 127. Ele atua sobre a intensidade do som produzido por notas que estejam sendo executadas no mesmo canal de MIDI que ele. Assim, qualquer comando de control change nº7 enviado em determinado canal de MIDI irá alterar igualmente o volume de todas as notas daquele canal.

O parametro de key velocity, por sua vez, é individual, relativo a cada nota. Dessa forma, quando uma nota é produzida por um instrumento MIDI, é enviado um comando (note on) que contem a informação da altura da nota (designada por um nº) e a intensidade com que ela foi tocada (designada pelo valor do key velocity). Esse valor pode variar de 1 a 127, representando assim a força que o músico bate a tecla.

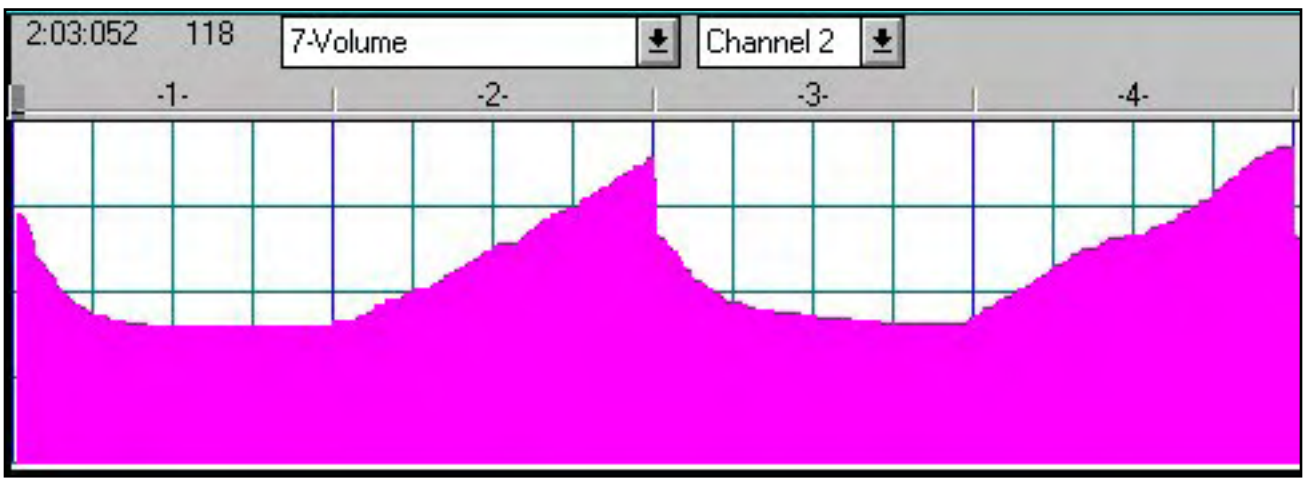
É preciso lembrar que, nos sintetizadores, o comando de volume só atua sobre a amplitude do som, mas a intensidade com que a nota é tocada (que representa a força do dedo sobre a tecla) influi não só na amplitude do som (forte ou fraco), mas também em sua coloração (aveludado ou brilhante).

A partir deste conhecimento, podemos então imaginar como é possível efetuar ajustes ou alterações às notas MIDI gravadas em um seqüenciador, de forma a corrigir ou criar nuances dinâmicas em uma música seqüenciada.

Crescendos e diminuendos

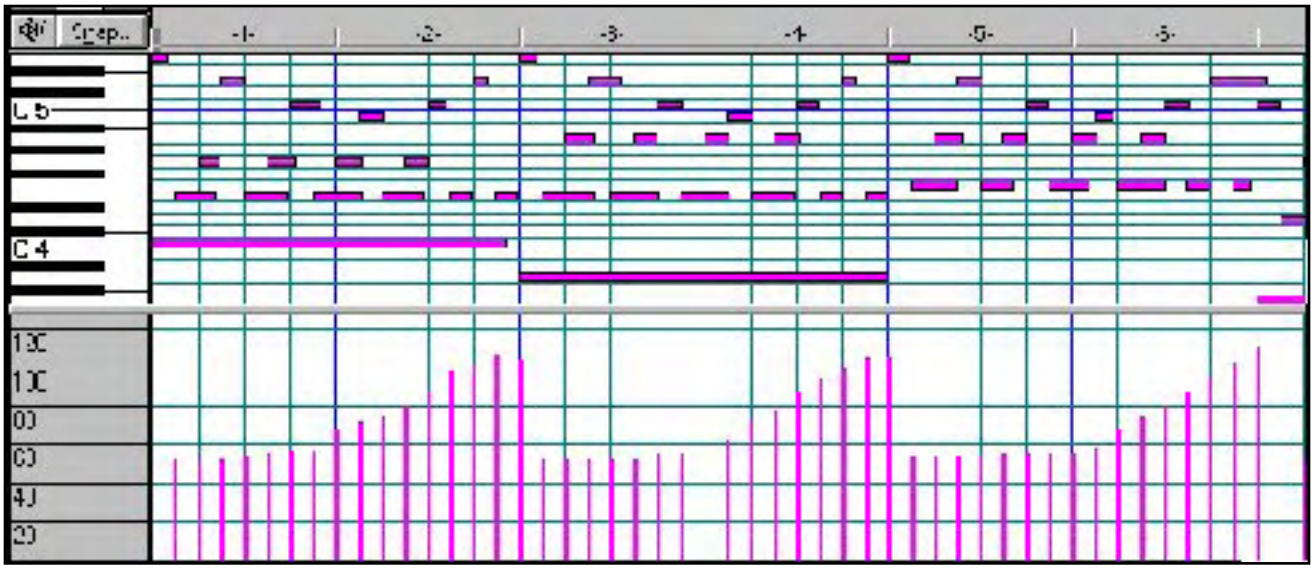
Existem duas formas de se criar no seqüenciador os aumentos e diminuições de volume no decorrer da música, e cada uma delas deve ser aplicada da forma mais adequada à situação.

Nos instrumentos musicais eletrônicos, timbres cuja execução ocorre de forma sustentada, são iniciados tocando-se as respectivas teclas e, enquanto se quiser manter seus sons, é necessario manter as teclas abaixadas (ou o pedal de sustain pressionado). Dessa forma, uma vez iniciadas as notas, não é mais possível alterar seus key velocity, e por isso qualquer variação de volume que se deseje deverá ser feita através do controle de volume, e não pelo key velocity. Portanto, para se criar o crescendo em um timbre de cordas (strings), é necessario variar o valor do volume do som. No seqüenciador, isso pode ser feito gerando-se (no mesmo canal de MIDI usado pelas notas) valores crescentes de control change nº7. Isso fará com que o som das cordas (todas as notas) aumente gradualmente. A figura abaixo ilustra esta situação: os valores do controle de volume (control change 7) variam no decorrer do compasso, criando os *crescendos*.



Já no caso de timbres não sustentados, como piano e violao, pode-se obter o crescendo da mesma maneira que se faz nos similares acusticos: a cada nota, aumenta-se a intensidade (força) de sua execução, gerando-se valores crescentes de key velocity. Isso fará com que o som de cada nota aumente, gradualmente. Nesse caso, entretanto, o controle do volume é individual, para cada nota. É importante ressaltar que, usando o key velocity como parametro para variar o volume do timbre, na maioria deles, tem-se

também uma variação de coloração, o que é importante também. A figura abaixo ilustra esta situação: observe os valores de key velocity das notas, na parte inforior da janela.



Fade-out

Em música pop, é muito comum terminar uma música fazendo com que seu volume vá diminuindo até sumir. Esse efeito, chamado de fade-out, é obtido em estudio de gravação de audio através da redução gradual dos volumes de todos os sons (instrumentos, vocais) gravados na fita.

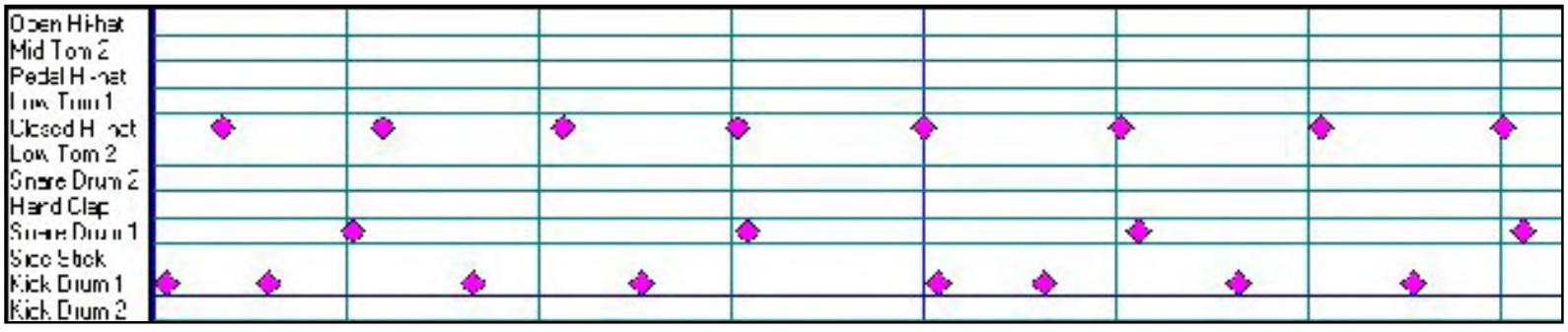
Utilizando-se seqüenciadores, também é possível criar este efeito, bastando para isso gerar comandos de control change nº7, com valores decrescentes, em todos os canais de MIDI usados na seqüencia. Nesse caso, como não se deseja atuar sobre a coloração dos sons, todos os timbres (sustentados ou não) devem sofrer redução de volume, e não redução de key velocity.

Quantização - princípios básicos

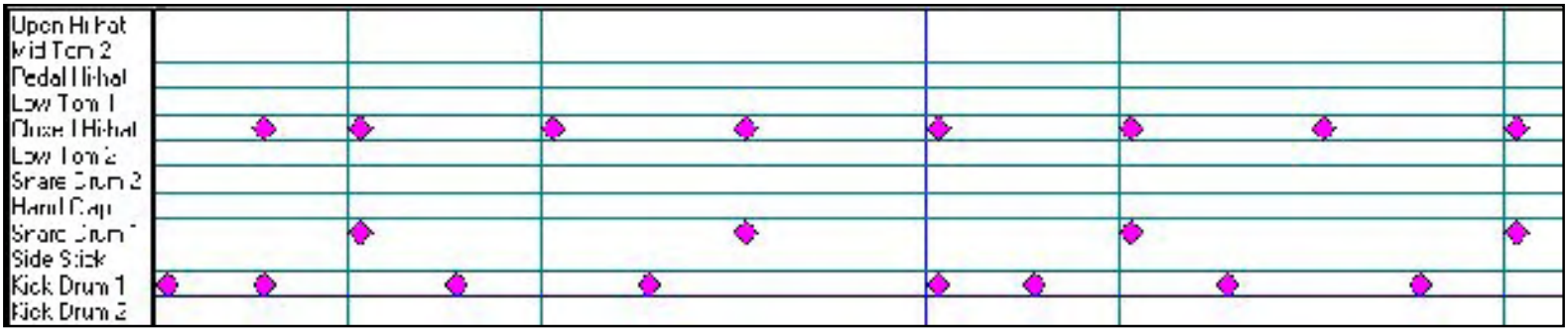
Dentre as facilidades que vêm sendo incluídas nos seqüenciadores atuais, uma das mais interessantes é a quantização por *grooves*. Vejamos o que é isso, e para que serve.

Fundamentos

Quantização é uma ferramenta de edição que existe na maioria dos seqüenciadores, e que permite ao músico acertar no tempo adequado as notas MIDI gravadas na seqüência. A necessidade de se quantizar notas ocorre porque muitas vezes, por inabilidade do músico que as executa na gravação, algumas delas acabam ficando perceptivelmente fora de seus tempos corretos, dando à música um resultado ruim. Nesses casos, recorre-se à quantização que, quando bem aplicada, pode consertar o que porventura tenha ficado errado na gravação. Na figura abaixo, temos um trecho de bateria, com muitas imperfeições de tempo.



Entretanto, usando-se referências puramente matemáticas para a quantização, acaba fazendo a música ficar perfeita demais, pois nenhum músico humano é capaz de tocar as notas com tamanha precisão. Dessa forma, seqüências totalmente quantizadas soam extremamente mecânicas, ou melhor, eletrônicas... (observe na figura abaixo, o mesmo trecho de bateria, totalmente quantizado).



Para contornar esse efeito colateral, muitos seqüenciadores permitem efetuar quantização percentual, onde o usuário pode definir um percentual de acerto, para que as notas sejam aproximadas dos tempos perfeitos, de acordo com o valor desejado (se for definido 100%, a quantização será total). Esse recurso é bastante útil, pois permite melhorar a execução gravada, sem, no entanto, perder a naturalidade original, o que a tornaria irreal.

Existe um aspecto muito importante no processo de quantização, que é a escolha da figura de resolução ou aproximação. Ao se determinar ao seqüenciador que quantize determinado trecho de notas, é necessário definir qual a figura musical de referência (colcheia, semicolcheia, etc) que deve ser usada, isto é, para quais tempos (ou frações de tempos) as notas deverão ser movidas. Dessa forma, se um trecho de música contém notas com duração presumível de colcheia, então dever-se-á quantizá-las usando resolução de colcheia. Se for usada uma figura de resolução maior (uma semínima, por exemplo), então as notas serão aproximadas para os tempos de semínimas, o que fará com que execuções de meio-tempo sejam levadas para o tempo inteiro. Por outro lado, se for usada uma figura de resolução menor, a aproximação não será adequada, e algumas notas que estejam muito longe de sua posição ideal acabarão se afastando ainda mais.

Apesar desses eventuais efeitos colaterais, a quantização é verdadeiramente uma ferramenta de extrema utilidade, permitindo recuperar-se, com eficiência e rapidez, execuções originalmente incertas. Por isso, ela é aplicada com freqüência por quase todos os usuários de seqüenciadores, e por isso o fabricante que não inclui tal facilidade fatalmente estará fora do mercado.

Get Into The Groove

A competição cada vez mais acirrada no mercado dos seqüenciadores - notadamente dos softwares para computador - tem feito os fabricantes oferecer sempre novos recursos em seus produtos. Nessa corrida, a maioria dos softwares profissionais top line já inclui recursos especiais de quantização do tipo Groove Quantize.

A idéia básica da quantização por groove é mais ou menos a seguinte: você grava no seqüenciador uma execução MIDI de bateria, preocupando-se com os tempos, é claro, mas sem se preocupar muito com a dinâmica com que está tocando as notas. Depois de gravados os compassos ou padrões rítmicos, você coloca a sua execução em uma fôrma ou máscara, que então dará vida àquela execução, tanto no aspecto do tempo, quanto na dinâmica. Ou seja, essa fôrma ajusta as ocorrências das notas para as posições adequadas e modifica suas intensidades (key velocity) para os valores definidos na fôrma. Com isso, uma execução cha-cun-tum pode ganhar o swing e o feel preestabelecidos na fôrma.

A fôrma, no caso, é o groove, e deve ser escolhido aquele que melhor se adapta não só ao estilo desejado, mas também à execução original que se quer alterar. Os softwares mais poderosos oferecem uma quantidade razoável de grooves já prontos, para que o usuário possa experimentar o mais adequado a cada caso. Alguns softwares permitem também que o músico crie seus próprios grooves, para serem aplicados em outros trabalhos. Mesmo seqüenciadores que não são softwares para computador também já estão oferecendo recursos de groove quantize, como é o caso do teclado workstation Roland XP-50.

Seqüenciadores: selecionando bancos de timbres

Continuando nosso assunto sobre sequenciadores, neste artigo apresentaremos como o seqüenciador faz a seleção de bancos de timbres no sintetizador.

No último artigo, vimos que os timbres do sintetizador podem ser selecionados via MIDI usando-se comandos do tipo program change (ou patch change), que identifica o número do timbre (de 0 a 127). Entretanto, como os sintetizadores passaram a ter bem mais do que 128 timbres em sua memória, os fabricantes resolveram organizá-los em bancos, cada qual com 128 timbres. Nos sintetizadores compatíveis com o padrão GM (General MIDI), um dos bancos contém os 128 timbres GM, que obedecem à numeração padronizada, enquanto os demais bancos contêm outros timbres, com sonoridades próprias daquele sintetizador.

Dessa forma, para selecionar via MIDI um determinado timbre de um sintetizador moderno, é necessário enviar para ele dois comandos MIDI: um de bank select, para selecionar o banco de timbres, e outro de program change, para selecionar o timbre desejado naquele banco. Como o comando de program change já foi abordado no artigo anterior, enfocaremos agora apenas os detalhes do bank select.

O processo de seleção via MIDI dos bancos de timbres do sintetizador foi concebido de tal forma que é possível selecionar 16.384 bancos diferentes (não existe ainda um sintetizador com tantos timbres assim, mas isso é só uma questão de tempo...). O comando MIDI de bank select é composto, na verdade, de dois comandos (control change 0 e control change 32) que, dependendo do sintetizador, podem ser usados em conjunto ou separadamente.

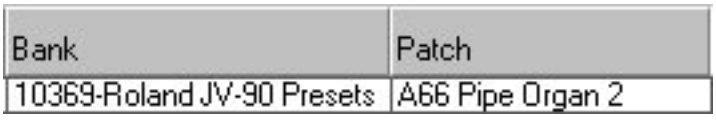


Figura 1: A seleção de timbres nos sintetizadores é feita selecionando primeiramente o banco, e em seguida o timbre dentro daquele banco.

Alguns sintetizadores utilizam apenas o comando de control change 0 para selecionar o número do banco. O comando de control change 0 também é chamado de MSB ("most significant byte"). Nesse caso, a seleção de um timbre deve ser feita com os seguintes comandos:

- control change 0 (MSB) indicando o número do banco
- program change indicando o número do timbres

Os sintetizadores mais modernos utilizam o comando de control change 0 e o de control change 32 (LSB - "least significant byte"), juntos, para selecionar o número do banco. Usando-se o MSB e o LSB pode-se selecionar até 16.384 bancos. Nesse caso, a seleção de um timbre deve ser feita com os seguintes comandos:

- control change 0 (MSB) indicando a parte mais significativa do número do banco
- control change 32 (LSB) indicando a parte menos significativa do número do banco
- program change indicando o número do timbres

Há ainda alguns poucos sintetizadores que só usam o control change 32 (LSB).

Agora você deve estar imaginando como deve proceder para fazer seu software seqüenciador enviar os comandos corretos de bank select e program change para seus sintetizadores. Felizmente, os softwares mais modernos são bastante "amigáveis", e se já não vêm com os sintetizadores pré-definidos, permitem que você os defina, de maneira que o sofware possa "saber" qual é o modo de seleção de bancos (com MSB, com MSB +LSB, ou com LSB). Uma vez que o software já "sabe", você não precisa mais se preocupar com números de bancos, mas apenas com seus nomes ("Bank A", "User Bank", etc), e bye-bye MSBs e LSBs (veja Figura 2).

Trk	Hr:Mn:Sc:Fr	Meas:Beat:Tick	Chn	Kind	Values
1	00:00:00:00	1:1:000	1	Control	0 81
1	00:00:00:00	1:1:001	1	Control	32 0
1	00:00:00:00	1:1:002	1	Patch	--- 45

Figura 2: Num software que oferece configuração de instrumentos, você não precisa se preocupar com os números dos bancos ou patches, pois pode selecioná-los pelos nomes. O software se encarrega de enviar os comandos MIDI necessários.

Se o seu software não tem como configurar essas coisas, você terá que verificar quais os valores de MSB e LSB de cada banco, e sempre que quiser selecionar um determinado banco deverá inserir na seqüência os comandos corretos de control change 0 e control change 32, antes (sempre antes!) do comando de program change.

Por exemplo: No Roland JV-90, para se selecionar o banco "Preset A", é necessário enviar os comandos de control change 0 (MSB) = 81, e control change 32 (LSB) = 0, seguidos de um comando de program change com o número do patch desejado (veja Figura 3).

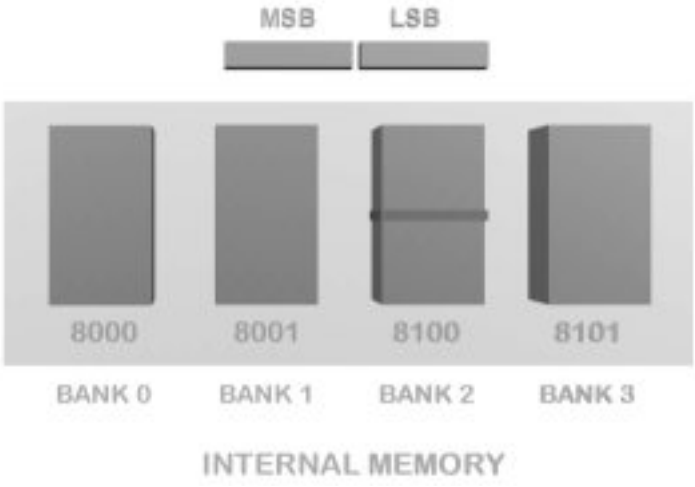


Figura 3: Exemplo de como selecionar o timbre 45 do banco Preset A do JV-90.

Os números de MSB e LSB dos bancos geralmente estão documentados no manual do equipamento (naquela seção que tem letrinhas miúdas...).

Seqüenciadores: selecionando timbres no sintetizador

Usaremos como referência o mesmo exemplo do artigo anterior (computador + software sequenciador + interface MIDI conectado por um cabo MIDI a um teclado multitimbral), onde o sequenciador executa um arranjo MIDI para piano, baixo e bateria.

Dessa forma, para que as pautas do arranjo sejam executadas corretamente, é necessário que nas partes timbrais do sintetizador sejam selecionados os registros de piano, baixo e bateria. Ou seja, se as notas do piano serão transmitidas através do canal MIDI no.1, então a parte timbral que recebe pelo canal MIDI 1 deve estar configurada para tocar um som de piano; da mesma forma, a parte timbral que recebe pelo canal MIDI 2 deve estar configurada para tocar um som de baixo; e idem no que diz respeito à bateria (canal MIDI 10).

Na maioria dos sintetizadores (teclados e módulos), pode-se escolher o timbre de cada parte timbral pelos botões do painel, o que geralmente é uma coisa muito chata de se fazer, por causa da quantidade de botões que se tem que apertar. O ideal mesmo é tornar o sequenciador o centro de controle de tudo, não só da execução de notas, mas de tudo o que tem que ser realizado pelo(s) equipamento(s) a ele conectado(s). E o MIDI oferece todos os recursos para isso.

Para selecionar timbres de um sintetizador via MIDI, é necessário enviar um comando (mensagem) MIDI de program change ou "troca de programa de som" (também chamado de patch change). Esta mensagem leva três informações básicas:

- tipo de comando (neste caso: troca de programa de som - "program change")
- número do canal de MIDI (de 1 a 16) em que está sendo transmitido o comando
- número do programa de som (de 0 a 127)

Nos sintetizadores compatíveis com o General MIDI (GM), a numeração de timbres (programas) obedece à uma determinada ordem (0 = Acoustic Piano, 1 = Bright Piano, 2 = Electric Grand Piano, etc). Portanto, ao se enviar uma mensagem MIDI de program change no.0 para um sintetizador GM, ele sempre muda o som para um piano acústico (exceto no canal MIDI 10, que é usado para bateria/percussão, e não para instrumentos cromáticos).

Pode-se incluir eventos de program change na sequência, de forma que o sequenciador comande a troca de timbres automaticamente. Na maioria dos sequenciadores, na janela principal ("Tracks") existe uma coluna ("Patch" ou "Program") onde se pode indicar o timbre a ser selecionado, em cada parte timbral do sintetizador, ao iniciar a sequência. Ou seja, antes do sequenciador enviar as notas de cada trilha (através dos respectivos canais de MIDI nelas indicados), ele envia um comando de program change com o número do timbre desejado para aquela parte do arranjo (veja figura 1).

	Name	✔	Source	Key+	Vel+	Time+	Port	Chn	Bank	Patch	Vol	Pan
1	Piano	✔		0	10	0	1·	1	---	0	110	80
2	Baixo	✔		-12	20	0	1·	2	---	35	120	64
3	Bateria	✔		0	20	0	1·	10	---	0	105	64

Figura 1: Para cada trilha da sequência, é indicado o número (coluna "Patch") do timbre do sintetizador que deverá ser usado para executar as respectivas notas.

Importante: Se houver mais de uma trilha operando no mesmo canal de MIDI, o número do timbre (patch) deve ser indicado apenas em uma delas (isso se aplica também aos demais comandos MIDI de volume, pan, reverb e chorus, que abordaremos em outras oportunidades).

Evidentemente, memorizar todos os números de timbres do sintetizador é uma coisa um tanto quanto impraticável, ainda mais nos sintetizadores atuais, que além dos 128 timbres GM em geral contêm uns dois ou três bancos de timbres, cada qual com mais 128 timbres! É humanamente impossível decorar 500 ou mais nomes de instrumentos... Além do mais, existem sintetizadores que numeram a partir do 0, outros a partir do 1, outros usam A00, A88, etc. É muita confusão!

Por causa disso, alguns softwares sequenciadores oferecem facilidades (mesmo) para isso, permitindo ao usuário "montar" listas com os nomes dos timbres do(s) seu(s) sintetizador(es), de forma que ao indicar o timbre na sequência, ele possa escolher a partir de nomes, e não de números. Geralmente, o sequenciador já vem com uma biblioteca de listas, com os nomes dos timbres que vêm de fábrica na maioria dos sintetizadores do mercado. Se o seu sintetizador não estiver lá, ou se você reprogramou os timbres dele (e por isso não poderá usar a lista de nomes dos timbres de fábrica), ainda assim é possível criar uma lista específica, que embora seja um processo um pouco trabalhoso, é feito uma única vez.

	Name	✔	Source	Key+	Vel+	Time+	Port	Chn	Bank	Patch	Vol	Pan
1	Piano	✔		0	10	0	1·	1	---	Acoustic Grand Piano	110	80
2	Baixo	✔		-12	20	0	1·	2	---	Fretless Bass	120	64
3	Bateria	✔		0	20	0	1·	10	---	Standard	105	64

Figura 2: Alguns sequenciadores oferecem o recurso de listas de instrumentos, para que o usuário não precise memorizar os números, e possa escolher os timbres diretamente por seus nomes.

Assim, uma vez configurado qual o sintetizador que está sendo utilizado com o software sequenciador, todo o processo de indicação de timbres (program change) é feito facilmente pelos nomes.

Os comandos de program change se limitam a selecionar até 128 timbres. Como a maioria dos sintetizadores modernos possui centenas deles em sua memória, é

necessário usar um outro comando complementar, para selecionar qual o banco (grupo) onde está o timbre desejado. No próximo artigo, veremos como é feita a seleção de bancos (bank select) de timbres nos sintetizadores, através de comandos MIDI.

Seqüenciadores: conceitos básicos

O seqüenciador MIDI tem um papel fundamental na música atual, pois traz imensos recursos para a criação e experimentação de idéias, mas também pelo fato de agilizar o processo criativo, aumentando a eficiência do trabalho, condição extremamente importante no mercado cada vez mais competitivo da música profissional.

O seqüenciador pode ser um software ou um eqüipamento (normalmente portátil), sendo que os softwares são mais poderosos no que diz respeito a recursos e facilidades de trabalho. Os eqüipamentos seqüenciadores, por outro lado, tem a vantagem da portabilidade, o que faz deles recursos complementares para o músico: o trabalho é criado no computador (software seqüenciador) e executado em shows no eqüipamento seqüenciador. Se você possui um computador notebook, então já tem meio caminho para um seqüenciador portátil: basta instalar nele um software e uma interface MIDI externa (falaremos sobre as interfaces MIDI em outra oportunidade).

Vejamos, então, algumas características dos softwares seqüenciadores:

Trilhas (pistas)

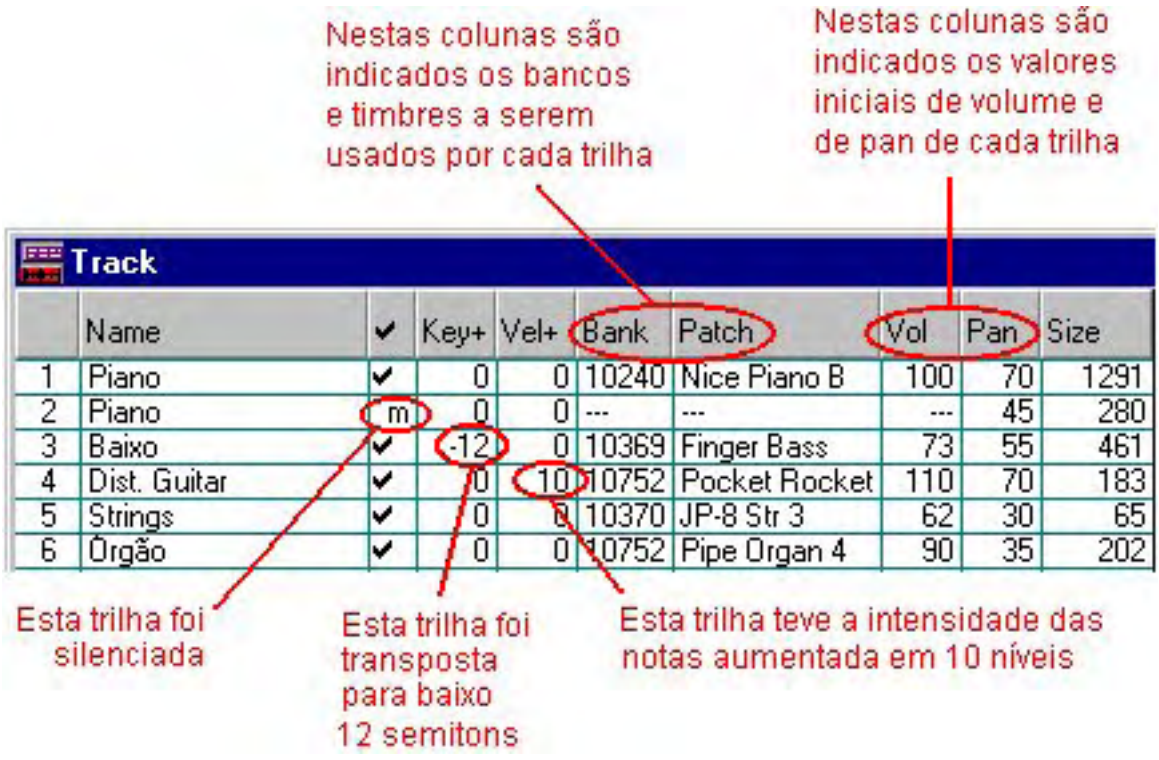
O material musical é armazenado sob a forma de uma seqüência de "eventos" MIDI (daí o nome seqüenciador). Esses eventos, na maioria dos casos, são comandos de execução de notas (note on e note off), mas podem ser também comandos de controle (ajuste de volume, pan, pitchbend, pedais, etc). Os eventos são "armazenados" pelo seqüenciador, à medida que o músico os executa em seu teclado (ou outro instrumento controlador, como uma guitarra-MIDI). No final da execução, a seqüência conterá todos os eventos registrados cronologicamente, um a um.

Para facilitar o processo de armazenamento, o seqüenciador organiza os eventos em trilhas (pistas), de forma que o músico escolhe uma trilha para gravar a execução, e todos os comandos enviados pelo instrumento ficarão registrados naquela trilha. Assim, cada parte do arranjo pode ser registrada numa trilha separada: ao criar um arranjo de três instrumentos (timbres), como por exemplo piano, baixo e bateria, o músico executa cada parte separadamente, registrando-as em trilhas individuais (ao gravar uma nova trilha, o músico pode ouvir simultaneamente a execução das trilhas já gravadas, desde que possua um instrumento MIDI multitimbral (que pode executar vários timbres simultâneos, cada um num canal de MIDI diferente).

A idéia da separação da seqüência em trilhas oferece grandes facilidades:

- desativar (mute) uma ou mais trilhas, de forma que as partes do arranjo registradas nelas não sejam executadas; isso é ótimo para se ouvir isoladamente certas partes do arranjo;

- escolher outro timbre para executar a mesma trilha; permite experimentar a mesma execução com outras sonoridades;
- efetuar algum tipo de edição somente numa trilha, como efetuar a transposição de um ou mais instrumentos do arranjo, sem alterar os demais;
- efetuar uma mixagem inicial entre as trilhas, indicando valores de controles de volume e pan;



	Name	✔	Key+	Vel+	Bank	Patch	Vol	Pan	Size
1	Piano	✔	0	0	10240	Nice Piano B	100	70	1291
2	Piano	m	0	0	---	---	---	45	280
3	Baixo	✔	-12	0	10369	Finger Bass	73	55	461
4	Dist. Guitar	✔	0	10	10752	Pocket Rocket	110	70	183
5	Strings	✔	0	0	10370	JP-8 Str 3	62	30	65
6	Órgão	✔	0	0	10752	Pipe Organ 4	90	35	202

Figura 1: Janela de visualização de trilhas (Track View) do software Cakewalk, com alguns dos diversos ajustes que podem ser feitos individualmente, para cada trilha.

Portas MIDI

As portas MIDI são os caminhos que o seqüenciador dispõe para receber/transmitir os eventos MIDI de/para os instrumentos e eqüipamentos MIDI. Elas estão diretamente relacionadas com as tomadas de MIDI In e MIDI Out das interfaces MIDI instaladas no computador (exceto no caso dos sintetizadores internos das placas de som, e dos sintetizadores virtuais, implementados por software, em que as portas MIDI não "existem" fisicamente como tomadas MIDI In/Out).

Vejamos um exemplo bastante prático: se você possui uma placa de som Sound Blaster ou similar, e estando ela devidamente instalada e configurada em seu computador e no Windows, as portas MIDI que aparecerão disponíveis para seu software seqüenciador são as seguintes:

- porta de entrada: MIDI In da interface MIDI da placa de som (geralmente do tipo

MPU-401);

- porta de saída: MIDI Out da interface MIDI da placa de som (geralmente do tipo MPU-401);
- porta de saída: sintetizador interno da placa de som (geralmente do tipo FM);
- porta de saída: MIDI Mapper do Windows (recurso de mapeamento do Painel de Controle);

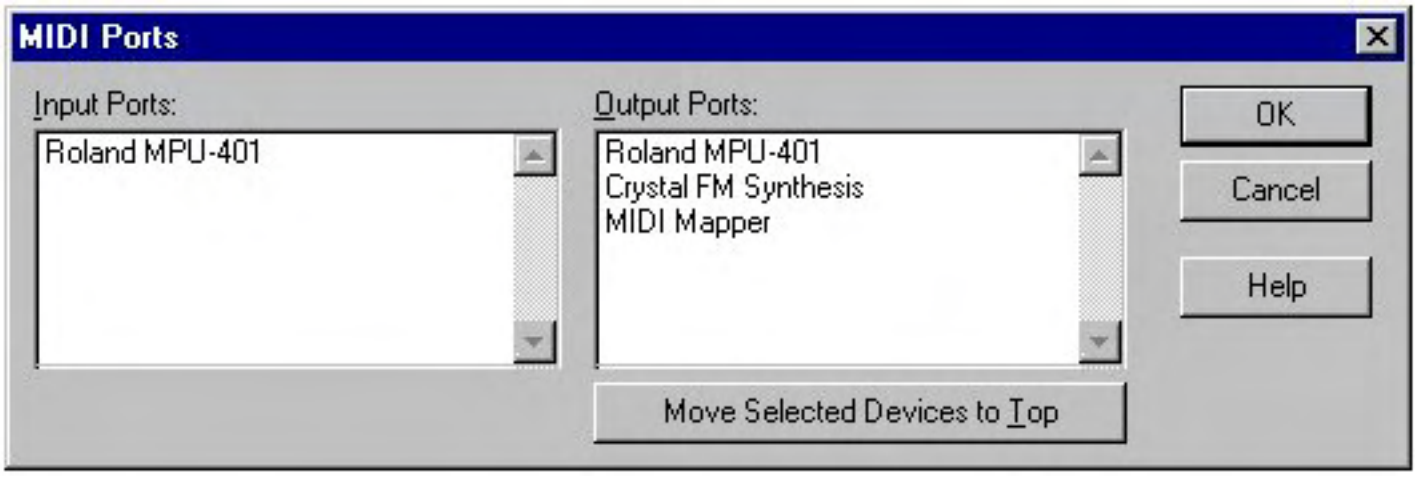


Figura 2 - Relação de dispositivos MIDI disponíveis para o seqüenciador: portas de entrada (input port) e portas de saída (output port).

Em algumas placas de som (ex: Roland RAP-10), o sintetizador interno e a saída MIDI Out são a "mesma porta", de forma que qualquer nota MIDI transmitida irá comandar tanto o sintetizador interno quanto o instrumento MIDI conectado à tomada MIDI Out.

A grande maioria dos softwares seqüenciadores pode manipular múltiplas portas MIDI, de forma que se você tiver uma placa de som e mais uma interface MIDI de múltiplas saídas, todas as portas MIDI aparecerão disponíveis no software. Os seqüenciadores também podem reconhecer múltiplas portas de entrada MIDI simultâneas.

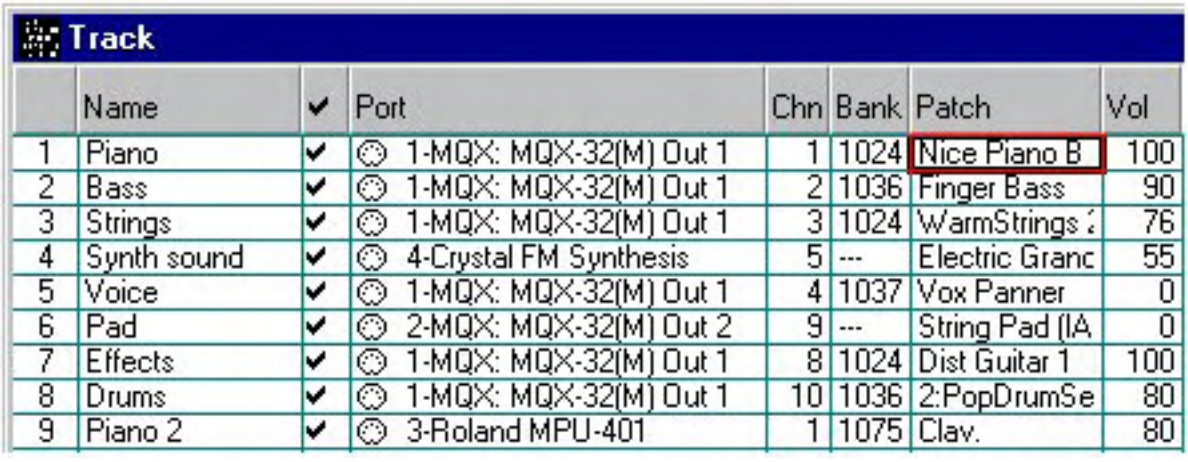


Figura 3 - Exemplo de seqüenciador operando com várias portas MIDI. Observe que na coluna "Port" aparecem quatro portas diferentes: as duas portas MIDI Out da interface MIDI MQX-32, a saída MIDI Out (tipo MPU-401) da placa de som, e o sintetizador FM interno da placa de som.

Sincronismo SMPTE

Este artigo menciona sobre os meios possíveis de se sincronizar a operação de equipamentos musicais e/ou de áudio. Nos processos de sincronização por MIDI Sync e FSK, as informações de sincronismo transferidas são baseadas em tempo musical, o que pode ser eficiente na maioria das aplicações estritamente musicais, mas pouco adequadas para outros tipos de necessidades, como a operação conjunta de seqüenciadores com imagens de vídeo ou cinema, que ocorre durante a produção de trilhas sonoras. Para esse tipo de aplicação, existe um processo de sincronismo que codifica em sinais eletrônicos as informações de tempo cronológico, de forma que possam ser gravadas em uma fita de áudio ou na pista de áudio de uma fita de vídeo. Esse processo é chamado sincronismo SMPTE (pronuncia-se samptí).

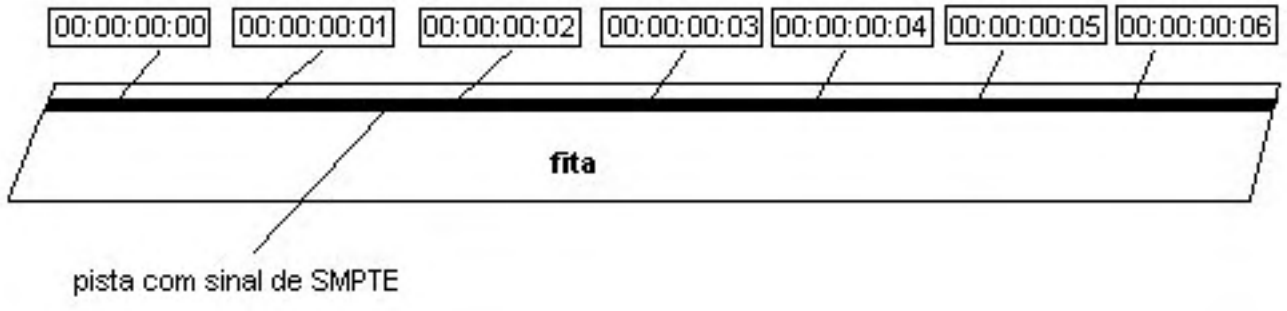
Diferentemente do processo por FSK, o SMPTE é um padrão internacional, estabelecido nos anos 60 pela Society of Motion Picture and Television Engineering, que usa um sinal eletrônico na faixa de áudio, no qual são codificadas informações de tempo cronológico, que podem ser enviadas de um equipamento para outro, para acertar-se no tempo, ou então de um equipamento para uma fita magnética. Ele representa o tempo cronológico em horas, minutos, segundos e quadros (frames - são subdivisões do segundo), e há quatro formatos diferentes, de acordo com o número de quadros por segundo, como veremos mais adiante. Usando SMPTE, o equipamento escravo recebe periodicamente a informação da posição (cronológica) da seqüência a cada quadro (em geral, a cada 1/30 de segundo), garantindo uma sincronização bastante precisa.

As grandes vantagens do sincronismo por SMPTE são, em primeiro lugar, a padronização e a universalidade, o que possibilita usar-se um material codificado com SMPTE em praticamente qualquer lugar do mundo, pois todos os equipamentos profissionais de vídeo, áudio e MIDI podem operar com este sincronismo. Outra vantagem é a confiabilidade. Como o código é escrito na fita a cada quadro (normalmente, 30 quadros / seg), mesmo que um defeito da fita estrague um dos quadros, o seqüenciador pode recuperar a posição com menos do que 1/30 de segundo de atraso, o que não compromete a operação sincronizada dos equipamentos (alguns softwares seqüenciadores calculam o avanço do tempo, paralelamente à recepção do sinal).

Hr:Mn:Sc:Fr	Meas:Beat:Tick	Chn	Kind	Values		
00:00:00:00	1:1:000	4	Note	A 2	73	3:104
00:00:00:00	1:1:000	4	Contrl	64	127	
00:00:00:10	1:1:066	4	Note	A 3	44	3:042
00:00:00:18	1:2:000	4	Note	E 4	56	3:004
00:00:00:27	1:2:060	4	Note	C 4	56	2:076
00:00:02:10	1:4:108	4	Contrl	64	0	
00:00:02:12	1:4:118	4	Note	G 2	82	3:066
00:00:02:14	2:1:014	4	Contrl	64	127	
00:00:02:14	2:1:016	4	Contrl	64	0	
00:00:02:14	2:1:016	4	Contrl	64	127	
00:00:02:20	2:1:056	4	Note	G 3	56	3:040
00:00:02:29	2:1:116	4	Note	D 4	56	3:006
00:00:03:09	2:2:060	4	Note	B 3	56	2:058
00:00:04:21	2:4:100	4	Contrl	64	0	
00:00:04:22	2:4:108	4	Note	F#2	91	2:102
00:00:05:02	3:1:050	4	Note	A 3	73	3:074
00:00:05:08	3:1:094	4	Contrl	64	127	
00:00:05:10	3:1:108	4	Note	E 4	64	2:064
00:00:05:20	3:2:052	4	Note	D 4	56	1:000

Representação do tempo cronológico e musical em um seqüenciador.

Do ponto de vista estritamente musical, a codificação por SMPTE não seria a mais prática, pois não lida diretamente com tempos nem compassos. Entretanto, os bons seqüenciadores são capazes de interpretar ambos os processos de codificação de tempo (musical e cronológico), de forma que podem passar ao usuário a informação da posição da seqüência tanto representada por compassos, tempos e subtempos, como também representada em horas, minutos, segundos e quadros. Assim como para o FSK, há também conversores MIDI/SMPTE e vice-versa, embora algumas interfaces MIDI para computadores já vêm com conversão incorporada. Dessa forma, pode-se trabalhar com qualquer um dos processos de representação, dependendo de qual deles for o mais adequado à necessidade.



O SMPTE possui quatro formatos de representação, baseados no número de quadros por segundo. O formato 24-frame é adequado para o uso com cinema, que projeta 24 quadros/seg. O formato 25-frame é usado mais na Europa, onde a maioria dos sistemas de TV e vídeo usa 25 quadros/seg. O formato 30-frame non-drop é adequado para o sistema de TV preto-e-branco norte-americano, que opera com 30 quadros/seg, e

também para sincronização de gravadores de áudio. Finalmente, o formato 30-frame drop é usado em sistemas coloridos de TV e vídeo americanos, que opera com 29,97 quadros/seg.

A operação com sincronismo SMPTE tem algumas semelhanças com o processo por FSK. Primeiramente, é necessário registrar o sinal de SMPTE na fita (striping), só que, diferentemente do FSK, no caso do SMPTE o código é totalmente independente do andamento da música, pois contém informação de tempo cronológico, e não musical. Por isso, é conveniente marcar logo a fita toda previamente, mesmo sem ter ainda qualquer material musical criado no seqüenciador.

Como exemplo, suponhamos que você faça stripe durante 15 minutos na pista de sincronismo de uma fita (a partir do começo da fita), o que fará com que ela tenha sinal de SMPTE registrando desde 00:00:00:00 até 00:15:00:00. Se você for usá-la para gravar três musicas de cerca de quatro minutos e meio, digamos, então a primeira música poderá iniciar no ponto 00:00:05:00 (5 seg de folga para o início da fita), a segunda poderá começar em 00:05:00:00 e a terceira começar em 00:10:00:00. Muitas vezes, a folga é dada como tempo negativo, caso o material seqüenciado tenha que iniciar em 00:00:00:00, e então a fita inicia o stripe em, digamos, 23:59:55:00 (5 seg antes).

É importante observar que, pelo fato do SMPTE ser um registro de tempo cronológico, ele não contém qualquer informação de andamento. Assim, qualquer variação de andamento tem que ser gerenciada pelo próprio seqüenciador. No entanto, embora o stripe independa do andamento da seqüência, uma vez já gravado o material de áudio na fita, não se deve alterar mais o material da seqüência, nem mudar a velocidade do gravador, pois isso descasará a fita da seqüência. O SMPTE é extremamente poderoso para trabalhos relacionados a vídeo, cinema e imagens, pois permite localizar qualquer momento que se queira encaixar música.

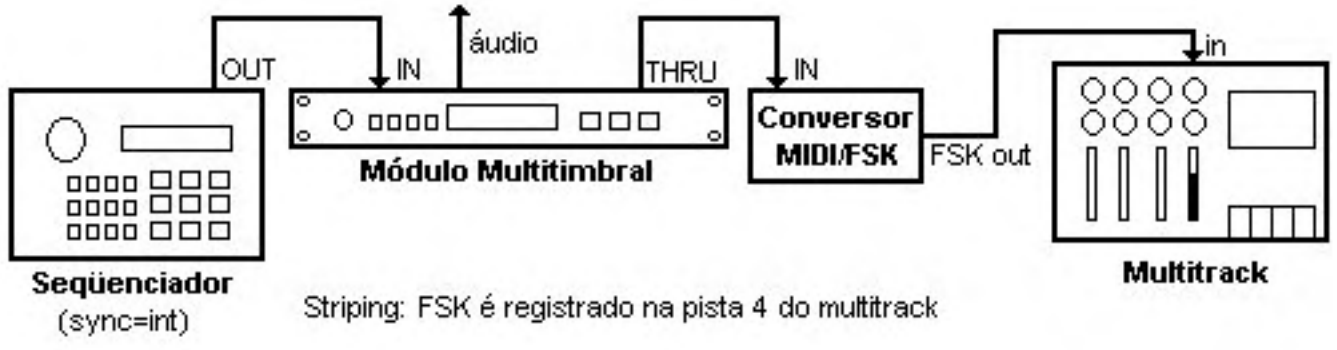
Como outro exemplo, suponhamos que seja necessário inserir uma passagem instrumental durante determinada cena, que inicia no momento 00:13:47:00 e vai até o momento 00:14:00:22. Essa cena dura, portanto, 13 segundos e 22 quadros (formato 30-frame non-drop). Você poderia compor o trecho musical com aproximadamente 13 segundos, e depois acertar sua duração para caber nos exatos 00:00:13:22 (isso é facilmente ajustado em qualquer seqüenciador profissional). Feito isso, é só deslocar o trecho musical para que comece somente no ponto 00:13:47:00, estabelecendo um offset (deslocamento) de tempo para o início da música.

Adicionalmente ao SMPTE original, foi criada uma implementação desse código que, ao invés de usar um sinal de áudio, usa mensagens MIDI (Sys-Ex Universais), e é chamado de MIDI Time Code, ou, simplesmente, MTC. O MTC incorporou todas as informações originais contidas no SMPTE, e mais algumas adicionais, oferecendo os mesmos recursos por meio de comandos MIDI, e é ideal quando se quer passar sincronismo de tempo entre equipamentos MIDI

Sincronizando equipamentos por FSK

Uma das combinações mais interessantes entre equipamentos musicais é a operação conjunta de um seqüenciador MIDI com um gravador multipistas de áudio. A idéia é poder criar a parte instrumental e rítmica da música no seqüenciador (comandando, por exemplo, um instrumento multitimbral para produzir os diversos timbres), e deixar para gravar em áudio, no gravador, apenas as partes vocais e/ou passagens tocadas por instrumentos acústicos (sax, violão, etc), que não podem ser gravados via MIDI.

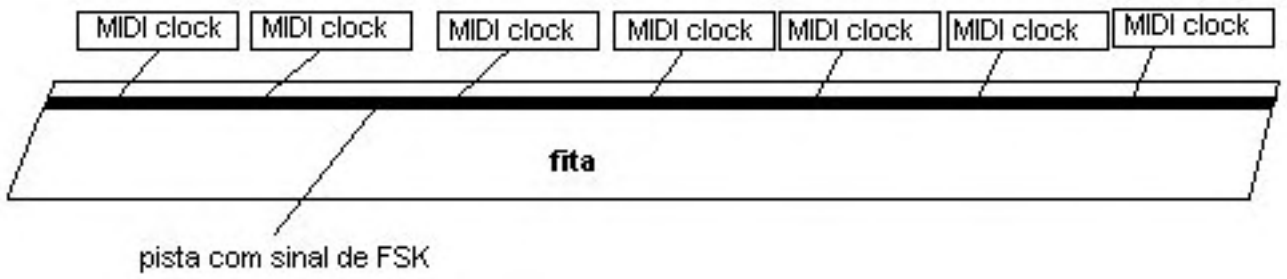
Nesse processo, cria-se primeiro a parte MIDI da música no seqüenciador, que comandará um ou mais instrumentos MIDI, tocando a parte instrumental. Em seguida, põe-se o seqüenciador para executar a música e, enquanto isso, um dispositivo conectado à saída MIDI OUT do seqüenciador converte as mensagens de tempo-real (START, MIDI CLOCKS e STOP), em um tipo de sinal eletrônico chamado de FSK (frequency-shift keying) que preserva as informações de andamento originais e que, por ser um sinal na faixa de áudio, pode ser gravado em fita magnética, e registrando então na fita todo o andamento da seqüência.



Assim, um sistema usando FSK contém os seguintes equipamentos: um seqüenciador, no qual é criada e executada a seqüência MIDI que comanda os instrumentos musicais, e gera as mensagens MIDI de tempo-real que serão convertidas em sinal FSK; um conversor MIDI/FSK, que a partir das mensagens MIDI recebidas do seqüenciador, gera o

sinal de sincronismo (esse conversor pode estar incorporado no seqüenciador ou mesmo no gravador); um gravador multitrack, onde uma das pistas de gravação registra o sinal de sincronismo.

Para se registrar o sinal de sincronismo na fita (processo chamado de striping), efetuam-se as interligações necessárias entre os equipamentos e põe-se o gravador para gravar do início da fita (veja figura), ativando-se para gravação apenas a pista escolhida para registrar o sinal de sincronismo (antes iniciar a seqüência, o conversor fica gerando um sinal-piloto, usado para regular o nível de gravação). Em seguida, põe-se o seqüenciador para executar a seqüência integralmente enquanto, ao mesmo tempo, o conversor, recebendo as mensagens de tempo-real gera o sinal FSK. Ao fim da seqüência, o gerador volta a emitir o sinal-piloto, e a gravação na fita pode ser interrompida, pois a pista de sincronismo já está gravada.



Tendo a fita o registro completo do andamento da música, o processo de sincronização pode ser feito, com o sinal caminhando no sentido inverso: põe-se o gravador para reproduzir (playback) a pista de sincronismo, e o sinal FSK é enviado ao conversor, que agora opera no modo inverso, convertendo-o em mensagens MIDI de tempo-real, que são enviadas ao seqüenciador. Este último, agora operando como escravo, com SYNC=EXT, executa a seqüência e comanda os instrumentos MIDI, conforme o andamento convertido a partir do sinal de FSK na fita.

IMPORTANTE: Após registrar na fita o sinal de FSK (striping), não se deve alterar mais o material da seqüência, pois senão o andamento na fita não mais corresponderá ao novo material. Além disso, deve-se usar boas fitas, pois se o sinal FSK for deteriorado poderá acarretar erros na recuperação dos MIDI CLOCKS. Pelo mesmo motivo, deve-se também evitar alterações na velocidade da fita.

Sincronizando-se um seqüenciador (escravo) com um gravador (mestre), é possível então usar as demais pistas do gravador para gravar as outras partes não-MIDI da música (vocais, violão, guitarra, etc). Grava-se o novo material (por ex: voz) em uma pista livre (a pista com o sinal FSK está em playback, sincronizando o seqüenciador), com o músico ouvindo a parte instrumental comandada pelo seqüenciador. É importante observar que, da mesma forma que o sincronismo MIDI, o sincronismo FSK é uma referência em tempos musicais, pois contém variações de andamento (veja figura).

As vantagens do uso de um gravador sincronizado com seqüenciador são várias, algumas bastante relevantes. No processo convencional de gravação com overdub, todo material musical é gravado nas várias pistas do gravador e depois mixado para a fita master (stereo) final, o que faz ocupar muitas pistas para os diversos instrumentos usados na música. Usando um seqüenciador sincronizado, pode-se dispensar diversas pistas, pois o material executado pelos instrumentos MIDI - sob o controle do seqüenciador sincronizado - pode ser gravado diretamente na fita master, sem passar pelo gravador multipistas (a mixagem deles é toda feita na própria seqüência). A única contrapartida seria a perda de uma pista para ser usada pelo sinal de FSK. Uma outra grande vantagem é que o material executado pelos instrumentos MIDI, não passando pelo gravador multipistas, acaba tendo uma qualidade superior de áudio.

O sinal simples de FSK só possui informação de START, MIDI CLOCKS e STOP. Mas existem implementações mais sofisticadas, chamadas de smart FSK, que contêm informações adicionais de posição da música (o que eqüivale à mensagem de SPP, Song Position Pointer). Exemplos disso são o Tape-Sync II da Roland, e o Chase Lock Sync das interfaces da Music Quest.

Infelizmente, não existe um padrão universal para o sinal de FSK, de forma que cada fabricante acaba usando um sinal com características próprias, mais adequadas a seus produtos, impedindo que o material sincronizado por um equipamento possa ser aproveitado por outro.

USB - Universal Serial Bus

O USB (Universal Serial Bus) é um padrão de interconexão de equipamentos ao computador, e transfere os dados digitais de forma serial, bidirecionalmente. Através da conexão USB, pode-se acoplar ao computador scanners, impressoras, interfaces MIDI, interfaces para jogos, etc).

Uma das principais vantagens da conexão USB é permitir que a adição de um novo dispositivo seja feita de forma extremamente simples, bastando conectá-lo com o cabo ao computador, sem mesmo ter que desligar o computador! O sistema operacional detecta automaticamente o dispositivo e disponibiliza-o aos softwares aplicativos. Não é necessário se preocupar com interrupções (IRQ) ou endereços. O Windows tem suporte a USB desde a versão Win 95 OSR 2.5, e as placas-mãe de Pentium II em diante também já têm suporte físico para USB.

A conexão USB funciona como uma rede, com taxa de transferência da ordem de 1 Mb/s. Teoricamente, cada conexão ("hub") de USB pode ter até 127 dispositivos, sendo que a capacidade de corrente em cada conexão (cabo) é de até 500 mA.

	USB 1.0	**USB 2.0**
Taxa de transferência (Mbps)	12	480
Máximo de dispositivos no barramento	127	127
comprimento máximo do cabo	30m	4,5m

Para mais detalhes: www.usb.org

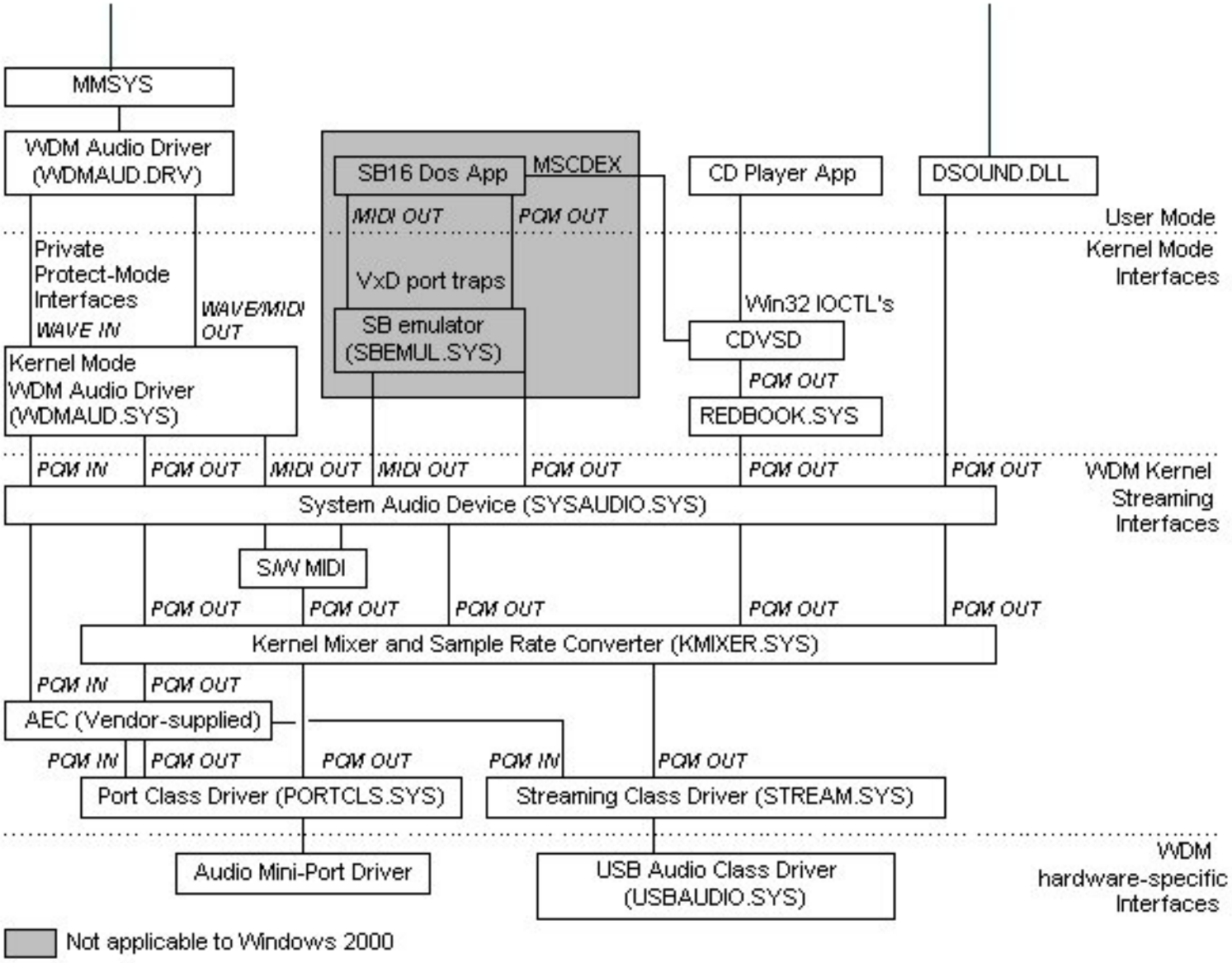
WDM - Windows Driver Model

O WDM é a opção da Microsoft para a simplificação do desenvolvimento de driver, e fornece um modelo unificado de driver tanto para sistemas operacionais domésticos quanto empresariais, prevendo também a possibilidade de migração para sistemas futuros. Neste tópico, examinaremos o quanto o WDM se aproxima deste objetivo e a sua relevância para a manipulação de dados de áudio.

Visão Geral

O WDM funciona nas plataformas Windows 98 e Windows 2000, e um driver criado dentro das especificações WDM é compatível com todas as plataformas a partir do Windows 98SE. A maioria dos drivers são até mesmo compatíveis em código binário com outras plataformas. Isso implica que os fabricantes de hardware podem desenvolver um único driver para o modo kernel.

O WDM tem uma influência considerável nas aplicações de áudio. Ele oferece um componente de mixagem e resampleamento de áudio que roda no modo kernel, chamado de "KMixer", que facilita o acesso de várias aplicações ao mesmo hardware, e faz parecer que ilimitados fluxos de áudio possam ser mixados em tempo-real.



Devido à sua arquitetura em camadas, o WDM também oferece suporte automático às APIs MME e DirectX. Dessa forma, o fabricante só precisa implementar o driver WDM, e as outras camadas do driver do sistema darão o suporte a MME e DirectX.

Infelizmente, essa facilidade tem um preço. Devido à bufferização interna o KMixer adiciona cerca de 30 milisegundos de latência na reprodução do áudio (até o época em que foi escrito este artigo, a Microsoft não apresentou um meio de as aplicações ignorarem o KMixer).

A adoção do WDM

O WDM é relativamente novo para a maioria dos fabricantes de hardware. Ele é muito mais parecido com o modelo de driver do NT do que o modelo VxD do Windows 95/98. Isso quer dizer que os fabricantes de hardware que ainda não desenvolveram drivers para NT terão que aprender a nova tecnologia para dar suporte ao WDM.

Para se criar um driver para uma nova plataforma é necessário conhecer o DDK para aquela plataforma, independente de qual API o driver terá que suportar.

A novidade do WDM é uma boa oportunidade para a comunidade de áudio do Windows. É o momento em que muitos fabricantes de software e hardware estão observando seriamente pela primeira vez o WDM. Nos momentos em que todos estão "no mesmo ponto" é muito mais fácil de se trabalhar juntos para obter a melhor solução para todos.

Outra oportunidade trazida pelo WDM é a sua sinergia com o Windows 2000. Já foi dito que o Windows 2000 é o sistema mais indicado para áudio por causa de sua latência de interrupção mais baixa. O Windows 2000 também tem o benefício de suportar gerenciamento avançado de arquivos, como entrada/saída assíncrona no disco. Tendo o Windows 2000 um grande potencial para o áudio profissional, e o WDM é o modelo de driver para ele, será inevitável uma grande tendência em se adotar o WDM.

O WDM é a resposta?

A tabela abaixo mostra os requsiitos desejáveis para uma solução de áudio e a capacidade do WDM.

Meta de projeto	**Suporte no WDM**
Requer um único e bem definido componente em modo kernel?	Sim. Um componente em modo kernel provê suporte automático para MME e DirectX.
Funciona igualmente bem no Windows 98 e no Windows 2000?	Sim. Os drivers WDM são compatíveis em ambos os sistemas.
Fácil de implementar?	Sim. Os drivers WDM são projetados conforme um modelo simples de mini-port, onde o fabricante precisa apenas dar os detalhes que são específicos ao seu hardware. Esse modelo remove muito do excesso de código que geralmente existe nos drivers.
Livre da bagagem legal ou política?	Sim. O WDM é uma tecnologia padrão construída dentro do Windows.
Oferece latência < 5 milisegundos para todo o hardware e software?	Não. O KMixer adiciona 30 milisegundos de latência.

Resolvendo as limitações do WDM

Felizmente, o WDM tem uma previsão para extensões, e o WDM DDK oferece uma função chamada IoRegisterDeviceInterface através da qual qualquer driver em modo kernel pode "avisar" que possui um comportamento espeçífico. Uma aplicação em modo usuário pode então solicitar ao sistema os drivers registrados, e se comunicar diretamente com eles através da função em modo usuário DeviceIoControl, enviando controles de entrada/saída

(IOCTLs).

Esse mecanismo sugere um meio de contornar o problema do KMixer no WDM. Se todos os fabricantes de hardware puderem concordar com um um conjunto comum de IOCTLs, e colocarem essas IOCTLs como interfaces padronizadas de dispositivos registrados WDM, então teremos uma solução ideal que todos os fabricantes de software poderão usar.

Um benefício ainda maior das IOCTLs é que os drivers as usam como base para seu suporte para APIs de modo usuário ASIO ou EASI. Assim, uma solução em modo kernel baseada em IOCTLs será compatível com as aplicações existentes que suportem ASIO ou EASI. Na verdade, qualquer fabricante de hardware que esteja considerando dar suporte a ASIO ou EASI no Windows 2000 terá de qualquer maneira que criar um mecanismo desses.

Em resumo, uma solução IOCTL oferece baixa latência de áudio através da placa para todos os aplicativos. Uma solução baseada em WDM com IOCTLs tem todas as propriedades mencionadas até agora:

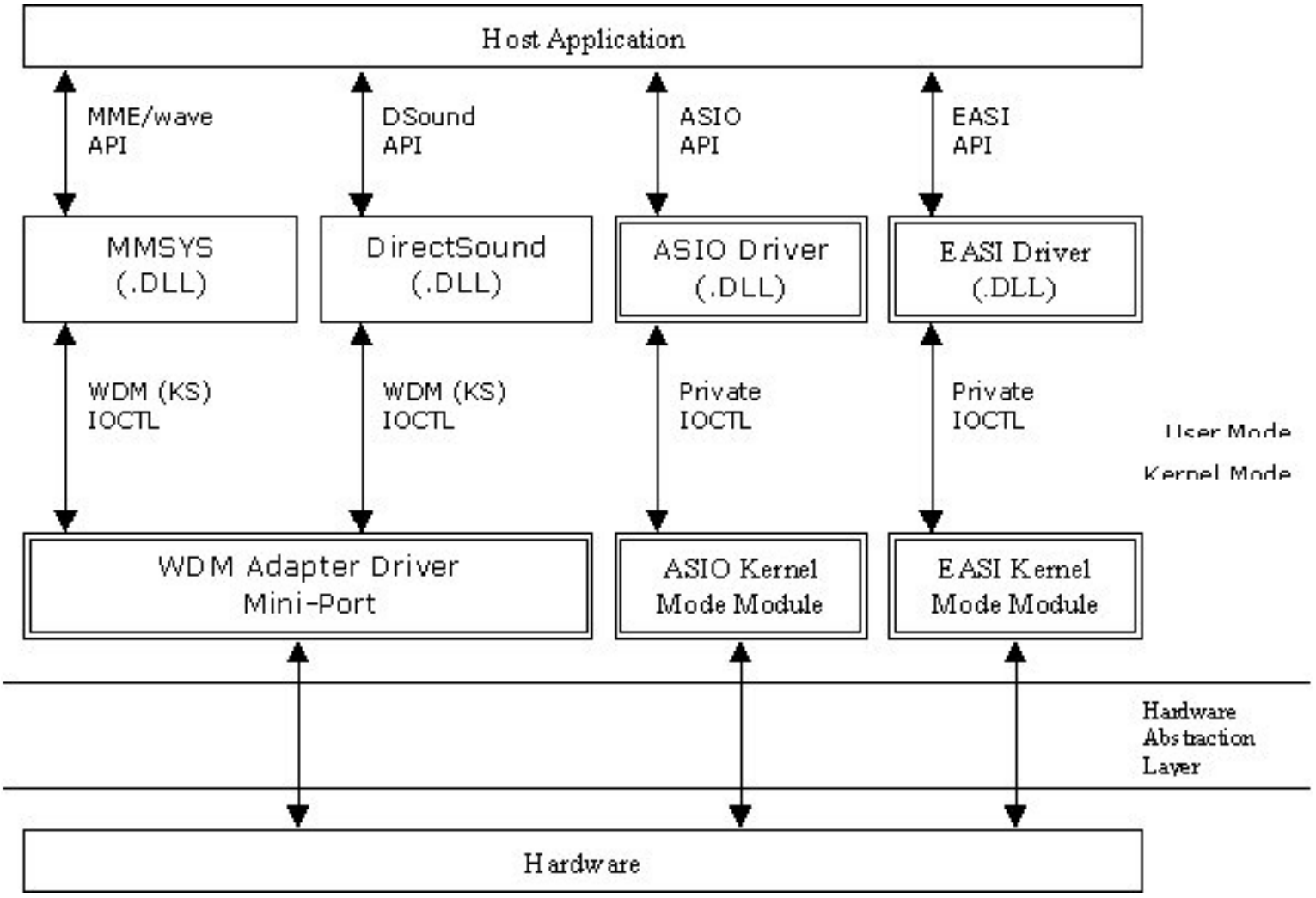
- Um único componente de driver em model kernel
- Utilizável tanto em modo kernel quanto em modo usuário
- Compatibilidade entre plataformas Windows 98 e Windows NT
- Fácil de implementar
- Latência muito baixa
- Livre de problemas legais ou políticos

O debate

NO NAMM Show de 2000, a Cakewalk promoveu o primeiro debate anual "Windows Professional Audio Roundtable". Dentre os participantes estavam representantes da NemeSys, Microsoft, Bitheadz, Emagic, IBM, IQS, Propellorheads, MIDI Manufacturers Association, Sonic Foundry, Sound Quest, Steinberg, Syntrillium, AMD, Creative/Emu, Crystal, Digigram, DAL, Echo, Gadget Labs, Guillemot, Lynx, Roland, Terratec e Yamaha.

Naquela ocasião, a Cakewalk propôs usar extensões IOCTL no WDM e conseguiu a ajuda da comunidade de hardware de áudio para se criar um projeto viável. A resposta inicial a essa proposta foi consideravelmente positiva, e a Cakewalk pretende ver este projeto frutificar e convida abertamente a todas a empresas a participar do desenvolvimento.

Figura 1 - Componentes do Driver WDM no Windows 2000



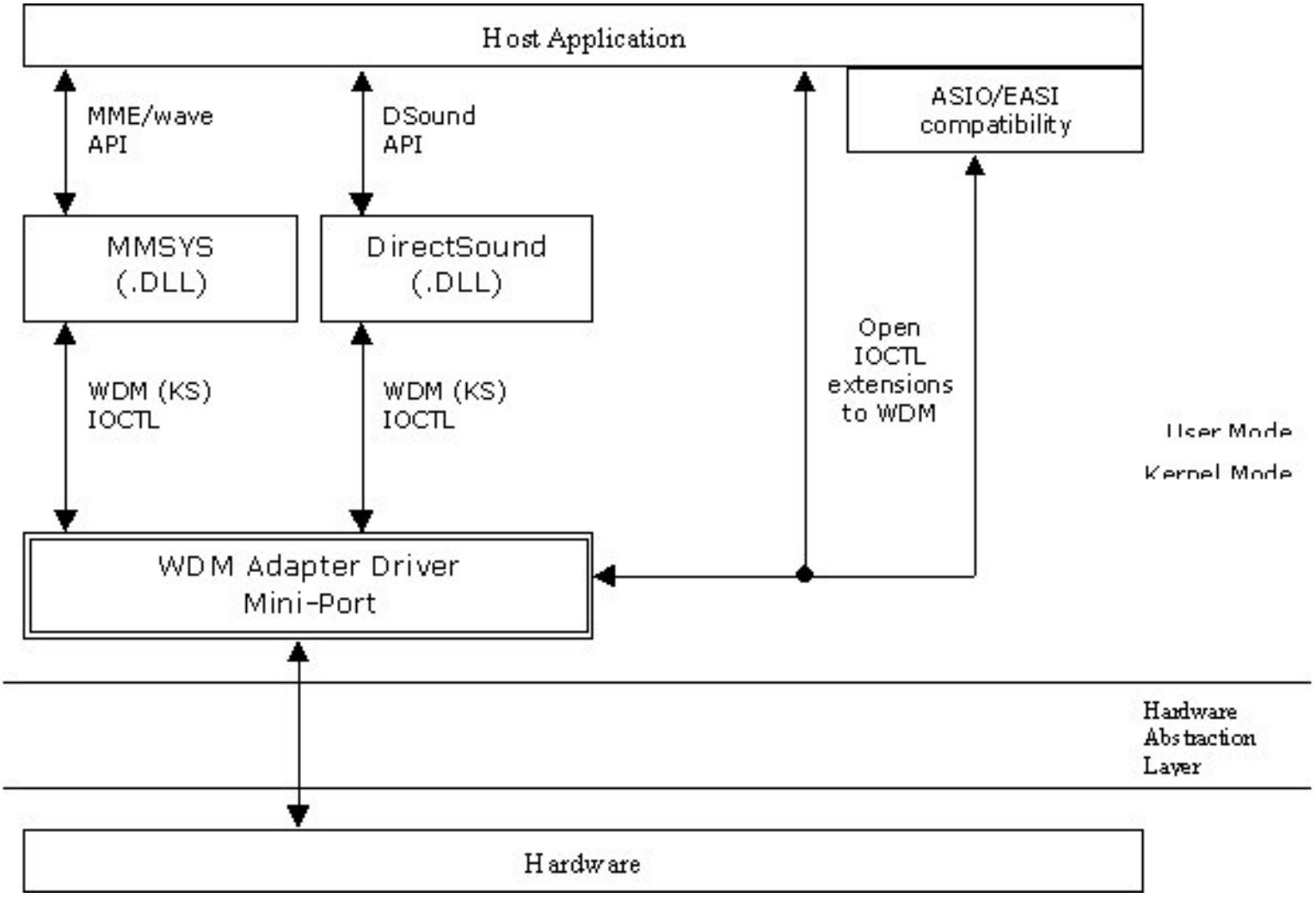
Esta figura mostra os componentes no estado atual da proliferação de APIs e drivers. Os componentes fornecidos pelos fabricantes de hardware estão desenhados comlinha dupla. É necessário um total de cinco componentes.

Observando de cima para baixo, vemos que um aplicativo (Host) tem a escolha de 4 APIs (application program interfaces) pelas quais ele tem que se comunicar com o hardware de áudio. Cada API é implementada dentro de seu próprio componente de modo usuário, tipicamente uma DLL de 32 bits.

Para se comunicar com os driver de nível inferior, cada DLL de modo usuário utilzia uma interface de controle de entrada/saída (IOCTL). No caso do MME e do DirectSound, essas IOCTLs são definidas pela interface WDM kernel-streaming. No caso do ASIO e do EASI, essas IOCTLs são deixadas abertas, o que significa que cada fabricante implementa sua própria versão.

A interface IOCTL fala com o driver de modo kernel. Se for desejada uma API MME, DirectSound, ASIO e EASI, então são necessários três elementos diferentes de modo kernel. Finalmente, a camada de abstração de hardware, conhecida como HAL (Hardware Abstraction Layer), controla estritamente todo o acesso ao hardware.

Figura 2 - Componentes simplificados do driver



Essa figura ilustra a redução de componentes que é possível com uma interface compartilhada de IOCTL para a mini-port do WDM. O fabricante de hardware precisa apenas fornecer um único componente com uma interface extendida IOCTL.

Como o componente único de driver é ainda um driver mini-port WDM, o aplicativo ainda terá acesso às APIs do Windows, como MME/wave e DirectSound, permitindo suporte para editores de áudio, games e aplicativos antigos.

Para ter baixa latência e alto desempenho, os aplicativos se comunicam diretamente com o driver adaptador, através da extensão aberta de IOCTL. Os aplicativos que precisem acessar o hardware com APIs ASIO ou EASI podem continuar a fazê-lo implementando uma fina camada "wrapper" sobre a interface IOCTL.

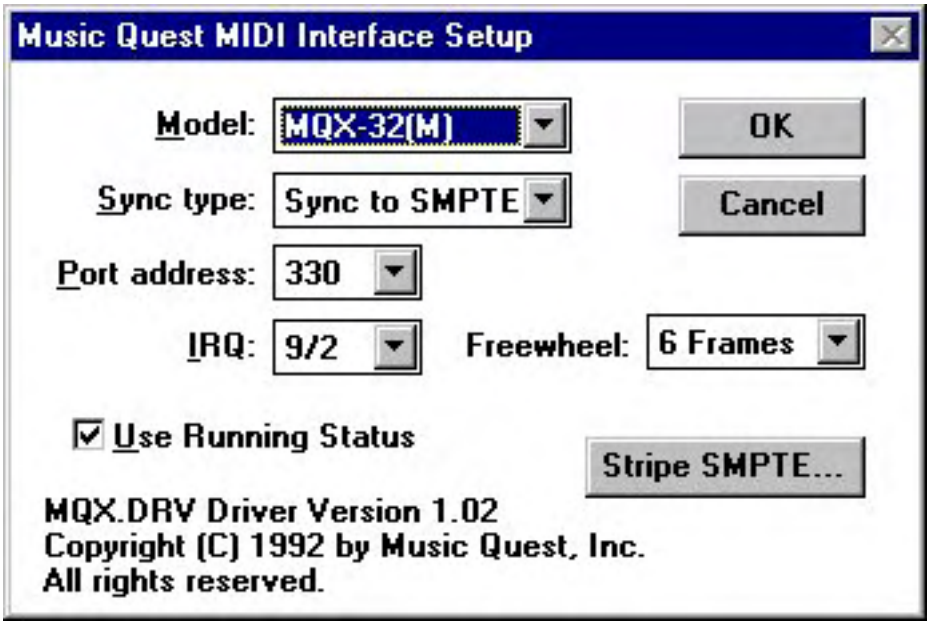
Texto original de Ron Kuper (Cakewalk Music)

Windows e MIDI: detalhes e configurações

No artigo anterior, vimos o que são os drivers das interfaces MIDI para Windows. Vejamos então como instalá-los e configurá-los adequadamente.

O processo de instalação do driver no Windows95 é feito através do Painel de Controle (Iniciar | Configurações | Painel de Controle). Entrando na opção Adicionar Novo Hardware, você deve pedir para o Windows95 não procurar pela interface instalada no computador pois, como já dissemos no último artigo, muitas vezes o Windows95 "se engana" e detecta erradamente a interface. Ao invés disso, insira o disquete que veio com a interface, selecione na lista de "Tipos de hardware" a opção "Controladores de som, vídeo e jogo" e clique no botão "Com disco". O Windows95 então procurará os arquivos do driver no disquete, e apresentará uma lista do que encontrou no disquete (se o driver por acaso vem em CD-ROM, proceda da mesma forma, apenas indicando ao Windows95 que o driver está em CD-ROM, e não em disquete).

A maioria dos drivers apresenta, durante a instalação, um quadro com as opções de configuração, que devem ser preenchidas corretamente (conforme o que você configurou na placa, se ela possui configurações por jumpers ou microchaves). No exemplo ao lado, veja as opções de configuração da interface MIDI MQX-32M, da Music Quest.



Em algumas interfaces, esse quadro pode não aparecer durante a instalação, mas está disponível no Painel de Controle, na opção Multimídia. Entre na ficha denominada como "Avançada", e selecione na lista de dispositivos a opção "Drivers de multimídia". No item "Dispositivos e Instrumentos MIDI", selecione a interface, e abra então o quadro de configuração, por meio do botão "Propriedades".

PORTAS E INTERRUPÇÕES

As interfaces MIDI, assim como outros tipos de placas, precisam ser identificadas dentro do computador, para que possam trocar dados com a CPU (processador central do computador). Para isso, é necessário que haja um "endereço" específico, pelo qual a interface é acessada fisicamente. Esse endereço (designado por "address", "port", "I/O"

ou outros nomes) deve ser configurado corretamente no driver da interface, caso contrário a CPU não poderá encontrá-la. As interfaces MIDI em geral usam o endereço 330 (originalmente adotado pela interface Roland MPU-401), mas quase sempre podem também ser configuradas para outros números. Se você não possui qualquer outra interface MIDI ou placa de áudio já instalada em seu computador, certamente o endereço 330 poderá ser usado sem problemas pela nova interface. Caso já exista uma placa de áudio (ex: Sound Blaster ou similar), e você está instalando uma nova interface MIDI, é melhor você configurar a nova para outro número de endereço, de forma a evitar o que chamamos de "conflito". Nesse caso, verifique no manual da placa quais são as alternativas (em geral, o endereço 300), e configure para outro valor diferente do 330.

No Windows95, é possível verificar os endereços já usados pelos dispositivos existentes no computador: no Painel de Controle, abra o ícone Sistema, e na ficha de "Gerenciador de Dispositivos", selecione "Computador", e clique no botão "Propriedades". Você poderá visualizar os números de endereço, de interrupção e de canal de DMA, usados pelos dispositivos instalados no seu computador.

Infelizmente, nem todos os dispositivos podem ser detectados pelo Windows95, de forma que essa lista não é completa nem absoluta. Mas com ela já dá para saber bastante coisa.

Além do endereço, as interfaces MIDI (e diversas outras placas) também utilizam um outra identificação, chamada de número de interrupção (IRQ - "Interrupt Request"), que é um tipo de "linha de chamada" que a placa usa para interromper o que o processador está fazendo, e requisitá-lo para atender à placa, manipulando os dados (no caso, dados de MIDI que chegam à interface). Esse número de interrupção (designado por "IRQ" ou "interrupt") também tem que ser configurado corretamente no driver da interface. As interfaces MIDI em geral usam a IRQ 2 (que é a mesma que a IRQ 9). Podem ser usadas outras IRQs como alternativa (a IRQ 7 é uma opção; ou a IRQ 5, se você não tiver nenhuma placa de som já instalada). Verifique no manual da placa quais são as alternativas possíveis na sua placa. No Gerenciador de Dispositivos, você pode verificar também quais as IRQs que já estão "ocupadas" no computador, conforme descrito acima.

Lembre-se de que se sua interface MIDI possui configurações que são feitas fisicamente na placa, por meio de jumpers ou microchaves, as configurações efetuadas no driver devem estar de acordo com as da placa (caso contrário, a interface não funcionará!).

Detalhe 1: Se a interface "toca" (envia MIDI), mas não "grava" (não recebe MIDI), é muito provável que esteja havendo um erro ou um conflito de interrupção. Experimente então outra alternativa para a IRQ (se a placa possui ajustes, não se esqueça de alterar igualmente as configurações tanto na placa quanto no driver).

Detalhe 2: As configurações efetuadas no driver só são efetivadas quando o Windows inicia, portanto, ao alterar qualquer configuração no driver, você precisará reiniciar o Windows.

Bem, com esses dois últimos artigos, pudemos conhecer o que faz o "famigerado" driver e como devemos configurá-lo corretamente. No próximo artigo: dicas para micreiros musicais.

Windows e MIDI: os "drivers"

No Brasil, a grande maioria dos usuários de computador utiliza máquinas PC/Windows. Não vamos abordar aqui as diferenças, vantagens e desvantagens dessa "plataforma" de computadores, em comparação com outras, como Macintosh, por exemplo. Mas a realidade é que o PC/Windows está tomando conta do mercado de computadores pessoais e, felizmente, a indústria de software e hardware musical tem lançado muitos produtos para estes computadores, o que para nós, usuários, é muito bom.

No entanto, muitas pessoas têm dificuldades para instalar e configurar seu computador para que ele possa trabalhar adequadamente com música, e por isso neste mês começaremos a explicar alguns detalhes sobre como o Windows gerencia os dispositivos musicais. A importância desse tipo de conhecimento é fundamental, visto que muitas pessoas perdem tempo e ficam com o computador inoperante - às vezes até acham que está com defeito - quando o problema é simplesmente de configuração.

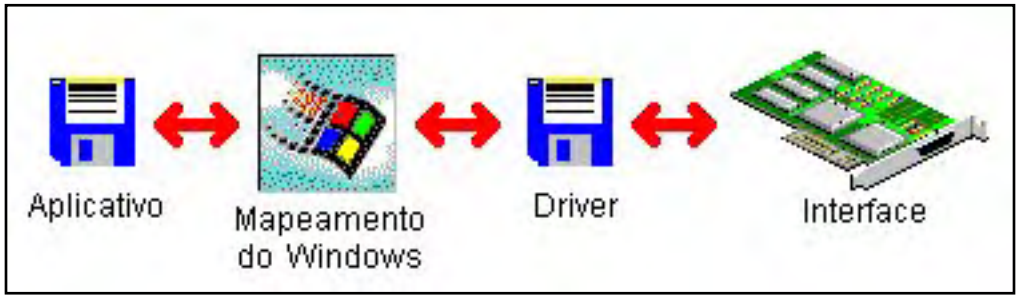
O caminho comum

O Windows é um sistema operacional(*), um conjunto de software que controla os recursos do computador (disco, vídeo, teclado, memória, etc), disponibilizando-os adequadamente aos softwares aplicativos que realizam efetivamente as tarefas que desejamos (editar textos, desenhar gráficos, fazer música, etc). Ele utiliza uma abordagem bastante inteligente para que os softwares possam acessar os dispositivos (hardware) instalados no computador, que são os chamados *drivers* (poderíamos traduzir como "acionadores").

Vejamos um exemplo simples: você acopla uma nova impressora a seu computador, conectando-a à porta paralela. Mas antes de usá-la, precisará instalar e configurar o respectivo driver, sem o qual não será possível imprimir. Cada impressora possui um conjunto próprio de códigos, que definem não só as letras e caracteres a serem impressos, mas também - e principalmente - os comandos para sua operação (carregar página, avançar papel, seleção de cores, etc). No passado, para que um software pudesse imprimir com vários modelos de impressoras, ele tinha que "conhecer" cada uma delas, e saber enviar os comandos específicos de cada uma. Dá para imaginar que isso era um grande problema para os desenvolvedores de software. Com o Windows, no entanto, esse trabalho fica por conta do driver, que se encarrega de transferir adequadamente para a impressora tudo o que o software manda imprimir. Ou seja, o software manda para o Windows as informações dentro de um formato conhecido (padrão do Windows), e o driver da impressora que está instalado no Windows é que gerencia a transferência dessas informações "traduzindo-as" conforme os códigos que a impressora entende. Dessa forma, basta que o software seja compatível com o Windows, que ele passa a ser compatível com qualquer impressora que tenha seu driver instalado no Windows.

Desde sua versão 3.1, com a inclusão das funções de "Multimedia Extensions", o Windows passou a dispor de uma série de recursos adicionais voltados para multimídia (áudio, MIDI, vídeo, etc). Assim, os dispositivos de áudio (placas de som, CD), interfaces MIDI e vídeo digital passaram a ser utilizados e explorados com mais facilidade pelos softwares.

O driver da interface MIDI é o "caminho comum" que os softwares musicais devem usar, para chegar à interface e, dessa forma, é preciso que ele esteja instalado e configurado de acordo com a interface (o Windows também pode fazer um "mapeamento", que veremos em outra oportunidade).



Existem diversos modelos de interfaces MIDI disponíveis no mercado, quer sejam internas (instaladas num dos slots dentro do computador) ou externas (conectadas à porta paralela ou à porta serial). Muitas interfaces têm pinos jumpers ou microchaves de configuração, que determinam suas características dentro do computador. Siga atentamente as instruções do fabricante quanto à configuração dessas chaves e, a princípio, adote as configurações recomendadas ("default"), pois são as que em geral funcionam bem. Anote sempre seus procedimentos, para o caso de precisar se lembrar posteriormente, quando for configurar o driver.

Toda interface MIDI deve vir acompanhada de seu respectivo driver, em disquete, que deve ser instalado corretamente. No Windows95, essa instalação é feita no "Painel de Controle", na opção "Adicionar novo Hardware". Embora o Windows95 possa "procurar" o novo hardware que foi instalado no computador e fazer a instalação e configuração do driver automaticamente, não recomendo isso, visto que invariavelmente ele detecta o hardware errado. Por exemplo: as interfaces da Music Quest, que possuem compatibilidade com a MPU-401, são instaladas automaticamente pelo Windows95 como uma MPU-401; essas interfaces devem ser instaladas com seus próprios drivers (os detalhes adicionais de configuração do driver no Windows serão abordados na próximo artigo).

Compartilhamento de drivers

Um detalhe importante a respeito de drivers de interfaces MIDI é quanto ao uso simultâneo por dois ou mais softwares. Alguns drivers não permitem que mais de um software acessem a interface, e quando um segundo software é aberto, em geral aparece uma mensagem de erro, que muitas vezes confunde o usuário, levando-o a acreditar que

há algum defeito na interface (quando a solução, na verdade, é simplesmente fechar o primeiro software antes de abrir o outro). Os drivers que permitem acesso de vários softwares simultaneamente são chamados de "multi-client", e muitas interfaces possuem drivers desse tipo.

No próximo artigo, veremos as configurações que devem ser feitas nos drivers de interfaces MIDI.

(*) *Na verdade, o Windows 3.1 não é um sistema operacional completo, pois depende da existência do MS-DOS no computador (este sim, é um verdadeiro sistema operacional). O Windows95, por sua vez, incorporou o DOS dentro de si, e podemos considerá-lo um " sistema operacional".*

Benefícios do x64 em sistemas de áudio

Ron Kuper

A arquitetura x64 é uma extensão da arquitetura atual x86 usada pelos processadores Intel e AMD. A Intel, especificamente, já teve antes outras plataformas de 64 bits (Itanium), mas esses processadores foram orientados para servidores e aplicações em empresas. O x64 traz o benefício da computação de 64 bits aos computadores comuns e notebooks.

Visão geral

Antes de entrar no bravo mundo novo do x64 os usuários, obviamente, deverão possuir um processador compatível com x64. Atualmente, tanto a Intel quanto a AMD produzem processadores x64. O Windows XP x64 Edition é o sistema operacional necessário para se tirar total proveito da computação em 64 bits. Nos nossos testes com a versão beta ele foi excepcionavelmente estável.

O sistema operacional x64 requer drivers de 64 bits. Após instalar o sistema operacional x64 em um computador x64, todos os drivers de áudio e de MIDI devem ser atualizados para 64 bits. Felizmente, muitos fabricantes já dispõem de versões beta de drivers de 64 bits drivers. Na época em que este artigo foi escrito, já havia drivers de 64 bits desenvolvidos pela Edirol, Creative e M-Audio. Certamente outros serão disponibilizados.

A última peça necessária para se começar a trabalhar no reino dos 64 bits é um aplicativo de gravação que seja "nativo" de 64 bits. Até o momento em que este artigo foi publicado originalmente, o único aplicativo disponível é o SONAR x64 Technology Preview, um pacote com a versão de 64 bits do SONAR 4 Producer Edition, incluindo o Sonitus:fx, assim como os instrumentos virtuais TTS-1, PSYN, sfz+, nPulse e Velocity. Este pacote fornece um farto ambiente de produção para avaliar os benefícios da plataforma x64.

A arquitetura x64 inclui duas novas melhorias que se traduzem em benefícios diretos para as aplicações de música e áudio: a habilidade de endereçar mais memória física e mais registradores internos no processador.

Maior memória endereçável

Nos processadores convencionais de 32 bits uma aplicação pode endereçar, teoricamente, um máximo de 232 bytes de memória, ou 4 gigabytes (GB). Como padrão, entretanto, o sistema operacional Windows dá ao aplicativo apenas a metade disso, ou 2 GB. Isto pode ser ampliado para 3 GB configurando o bit "large address aware" de um aplicativo, uma altreração que na verdade não requer qualquer mudança no código ou

trabalho especial. Portanto, o limite prático de memória num aplicativo de 32 bits é de 3 GB.

A arquitetura x64 amplia esse limite para 240, que dá 1.024 GB ou 1 terabyte (TB). Alguém poderia perguntar porque esse limite não é 264, uma vez que o processador agora é de 64 bits. Acreditamos que a resposta esteja em compromissos de projeto feitos para esta primeira geração de processadores x64. Basta dizer que ainda serão necessários alguns anos até que cheguemos à barreira prática de 1 TB de RAM.

Então, o que significa ter mais endereçamento de memória? Significa que, com um aplicativo verdadeiramente nativo em 64 bits como o SONAR x64 Technology Preview, o usuário poderá armazenar mais dados de sua música na memória RAM do que no disco rígido, permitindo ao software acessar os dados mais rapidamente. Um exemplo prático seria ao criar projetos que incorporam loops. O SONAR armazena os loops de áudio na memória RAM para possibilitar o ajuste de afinação e a compressão/expansão de tempo em tempo-real. Com as vantagens oferecidas pela plataforma x64, os projetos que usam loops serão beneficiados pela habilidade de ter uma quantidade significativamente maior de loops residentes na memória RAM física. Outro exemplo seria no uso de grandes blocos de samples em projetos, quando os usuários poderiam usar mais blocos simultâneos.

Com as limitações tecnológicas atuais, os samplers apresentam um obstáculo interessante. Muitos samplers empregam alguma forma de tecnologia de transferência de disco para contornar as limitações de RAM. No entanto, é difícil − se não impossível − obter os dados do disco instantaneamente quando o usuário começa a tocar uma nota. É um problema solucionável, mas a tecnologia requerida para combinar latência instantânea com transferência de disco é patenteada (pela Tascam, no Gigasampler). Para não correr riscos de infringir acidentalmente a patente e por causa dos seus custos de licenciamento, o que temos são poucos desenvolvedores de samplers virtuais usando transferência de disco na sua forma mais eficiente.

A possibilidade de se acessar até 1 terabyte de RAM acaba com esse problema. Com memória RAM suficiente, um sampler não necessitaria de transferência de disco, pois ele simplesmente carregaria todos os dados na memória RAM e sempre os leria da RAM. Isso significa a disponibilidade de enormes bibliotecas de samples disponíveis para mais samplers, o que ajudaria a estimular o desenvolvimento de samplers virtuais.

Mais registradores + melhor projeto = melhor desempenho

O segundo maior benefício da arquitetura x64 é o melhor desempenho. Isto é devido ao maior número de registradores nos processadores x64, assim como o projeto melhorado na unidade de ponto flutuante (FPU) nesses processadores.

É importante entedner as formas diferentes que os dados são armazenados e apanhados pela CPU. Tipos diferentes de memória estão conceitualmente "próximos" ou "distantes" da CPU. Essa distância determina a rapidez com que os dados serão apanhados da memória.

Os registradores são um tipo de memória que está muito perto da CPU. Os dados de um registrador podem ser acessados no momento em que a CPU precisa, sem qualquer atraso ou falha. Portanto, um ponto-chave para se fazer um aplicativo eficiente é manter o máximo de dados possíveis dentro dos registradores.

Quando o dado não está num registrador, o aplicativo precisa apanhá-lo na memória RAM. Nesse momento, começa a haver as perdas de desempenho, mas as CPUs possuem elementos de projeto que minimizam as perdas. Por exemplo, as CPUs empregam um "cache", que é uma memória especial dedicada para guardar dados que foram acessados recentemente. Quando um aplicativo lê o conteúdo de um local na RAM, o cache verifica se o local foi lido recentemente e, se foi, ele entrega o dado de novo ao aplicativo. Se o local da RAM não foi lido recentemente − o chamado "cache miss" − a CPU precisa de fato buscar o dado na RAM, acarretando uma grande perda de desempenho.

O quanto essas perdas são significativas? Um aplicativo cuidadosamente otimizado pode executar uma instrução de adição ou multiplicação a cada ciclo de clock da CPU. A perda num "cache miss" pode ser de dezenas de ciclos de clock. Durante um "cache miss" todo o aplicativo ficará "parado", nada fazendo a não ser esperar que os dados cheguem da RAM. Durante esse tempo, deixarão de ocorrer dezenas de ciclos de processamento de DSP, degradando o desempenho.

Claramente, um processador com mais registradores (e mais cache) será capaz de produzir aplicativos mais eficientes. No caso do x64, a CPU possui o dobro de registradores de uso geral e o dobro de registradores de unidade de ponto flutuaente (FPU), comparado aos processadores x86. E cada registrador também possui o dobro do tamanho, 64 bits em vez de 32 bits.

Para um exemplo específico do que nos interessa, considere um equalizador digital. A matemática envolvida em computar a equalização geralmente envolve um elemento de processamento conhecido como "biquad". Um biquad é um pequeno fragmento de código que manipula 8 valores numéricos numa série de adições e multiplicações. A unidade de ponto flutuante do x86 possui um total de 8 registradores, portanto mesmo algo simples como um 1 biquad usará todos os seus registradores. Na prática, a maioria dos equalizadores possui vários biquads, ou porque são processados em estéreo ou porque efetuam filtragem mais interessante. Nesses casos, a rotina de DSP precisaria carregar e armazenar repetidamente valores da RAM, ficando mais lento.

Como os processadores x64 possuem o dobro de registradores de FPU, a rotina de DSP para um filtro digital pode acessar a RAM com menos freqüência, aumentando assim o desempenho. Além disso, nos processadores x64 toda a matemática de ponto flutuante é computada usando a tecnologia de Streaming SIMD Extensions (SSE/SSE2), que significa que a rotina de DSP pode explorar o paralelismo dos dados, processamento, por exemplo, fluxos estéreo em paralelo.

Nos nossos testes com o SONAR x64 Technology Preview, quase todos os arquivos de teste mostraram um ganho de desempenho ao rodar em 64 bits. Nossa metodologia de testes foi iniciar com um sistema usando o mesmo hardware e os mesmos arquivos de

teste. O sistema foi configurado para "dual boot" em Windows XP de 32 bits ou Windows XP de 64 bits. Iniciamos o sistema no modo de 32 bits, carregamos a versão de 32 bits do SONAR e seus plug-ins, e medimos o desempenho do arquivo de teste. Em seguida, iniciamos o sistema no modo 64 bits, carregamos a versão de 64 bits do SONAR e seus plug-ins, medimos novamente o desempenho.

Nesse tipo de testes, quando houve ganho de desempenho ele foi da ordem de 20% a 30%. Uma grande revelação: apenas num número bem pequeno de o sistema de 64 bits teve o mesmo desempenho de 32 bits, mas nunca foi pior. Este tipo de ganho de desempenho é enorme. Se você possui um processador de 3 GHz, um aumento de 30% no desempenho significa ter um processador de 4 GHz. Quando foi a última vez que você ganhou um GHz de graça?

Compatibilidade de Plug-ins

A questão da compatibilidade de plug-ins e sintetizadores virtuais merce alguma discussão. Os plug-ins de 32 bits existentes não podem rodar num aplicativo de 64 bits. Para que esses plug-ins tenham total benefício do processamento em 64 bits eles devem ser portados para 64 bits.

A razão para isso é que quando um processador roda no modo 64 bits ele usa um conjunto de instruções totalmente diferente. Os códigos binários que fazem um aplicativo de 32 bits rodar em modo 32 bits não teria sentido no modo 64 bits. Por isso, se o seu aplicativo é de 64 bits, tudo no seu ambiente deve ser em 64 bits − plug-ins, sintetizadores virtuais, drivers, etc.

A Microsoft desenvolveu um modo de emulação que permite aos aplicativos de 32 bits rodarem no sistema operacional Windows x64. Esse desenvolvimento "engana" os aplicativos de 32 bits como se estivessem "vendo" um sistema operacional de 32 bits. A quantidade de perda nessa camada é mínima, mas os aplicativos que rodam dessa forma não terão o ganho de desempenho dos de 64 bits.

O melhor está para vir

O futuro traz ainda mais promessas para as plataformas de 64 bits. Estamos vendo o potencial para criar fluxos de dados de 64 bits dentro de nosso sistema de mixagem, em outras palavras, processar usando 64 bits em ponto flutuante e não em 32 bits. Isto tornaria o tamanho dos dados nos sistemas baseados em computador maior do que os sistemas baseados em DSP. Além disso, tanto a Intel quanto a AMD anunciaram planos de processadores duplos de 64 bits. Isso seria ter efetivamente dois processadores de 64 bits totalmente funcionais em um só chip, o que poderia dobrar o desempenho do SONAR.

Em resumo, o processamento x64 é um desenvolvimento muito significativo para os sistemas de áudio. Praticamente, pelo mesmo custo da atualização do processador você poderia ganhar 20 a 30% de poder de processamento, e mais a habilidade de tocar mais

loops e samples da memória RAM. Não temos visto um salto tão grande de desempenho há muito tempo.

Texto riginal: Ron Kuper (Cakewalk)
Tradução:

Para mais informações, consulte o site da Cakewalk.

Zip drive

Lançado em 1995, o Zip drive é um dispositivo de armazenamento magnético removível, com grande capacidade de armazenamento e alta velocidade de leitura e escrita (as unidades Zip 750MB superam a maioria das unidades de CD-RW). Há várias opções de discos, com diferentes capacidades de armazenamento (desde 100MB até 750MB).

O disco Zip tem dimensões similares às de um disquete de 3.5", e tornou-se uma mídia bastante popular e barata. As unidades ("drives") de discos Zip podem ser acopladas ao computador de várias formas: conexão interna, como um drive de CD-ROM (padrão IDE-ATAPI), paralela (conectado pela porta da impressora), USB, e SCSI. O desempenho de um drive de Zip é bastante bom, com acesso rápido aos dados e ótima confiabilidade. Vários equipamentos musicais utilizam unidades de Zip (ex: Boss BR-8, Yamaha A4000, etc).

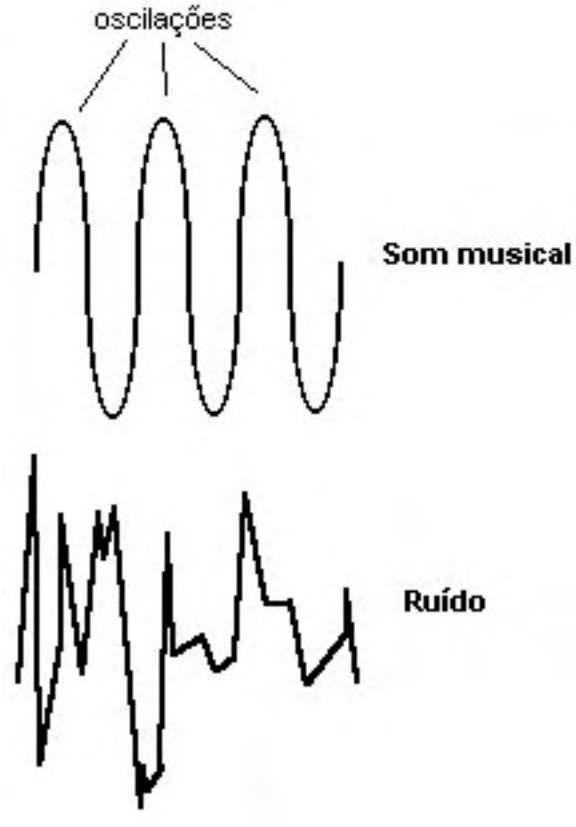
Para mais detalhes: www.iomega.com

Escalas musicais - quando a matemática rege a música

Embora este seja um tema extremamente vasto, apresentamos aqui uma abordagem resumida a respeito de alguns conceitos básicos sobre a afinação dos instrumentos musicais: origem, evolução e tendências.

Dentro do imenso mundo da tecnologia musical, este é um dos temas mais interessantes, não só porque envolve fatos históricos e científicos, mas pela eterna polêmica que sempre o acompanha. Infelizmente, além de não existir muita literatura sobre o assunto, principalmente na língua portuguesa, pouca ênfase é dada à matéria na maioria dos cursos de música no Brasil, o que faz com que muitos músicos desconheçam certos fatos ligados ao assunto.

Formação das escalas musicais



Do ponto-de-vista acústico, os sons utilizados para produção de música (excetuando os sons de alguns instrumentos de percussão) possuem determinadas características físicas, tais como oscilações bem definidas (freqüências) e presença de *harmônicos*. Entende-se, no caso, por oscilações bem definidas o fato de que um som musical, na grande maioria das vezes, ocorre de forma sustentada (pouco ou muito), de maneira que sua característica de oscilação se mantém por alguns ou muitos ciclos (veja figura 1), diferentemente dos ruídos e outros sons não musicais.

No que diz respeito à presença de harmônicos, cabe lembrar que a maioria dos sons musicais não ocorre apenas em seu modo mais simples de vibração (*modo fundamental*), pois são compostos sempre deste modo (fundamental) e de mais outros, chamados de *modos harmônicos*, que nada mais são do que o corpo vibrante oscilando também com freqüências múltiplas inteiras (x2, x3, x4, etc) da freqüência do modo fundamental. A figura 2 mostra alguns dos modos de vibração de uma corda (deve-se atentar para o fato de que na realidade a vibração da corda ocorre conforme a soma - superposição - de todos os modos presentes).

Os harmônicos presentes em um som são componentes extremamente importantes no processo musical, tanto na formação das escalas musicais, como na harmonia musical. Por causa dessas características naturais, sons com alturas (freqüências) diferentes,

quando postos a ocorrer ao mesmo tempo, podem criar sensações auditivas esteticamente diferentes.

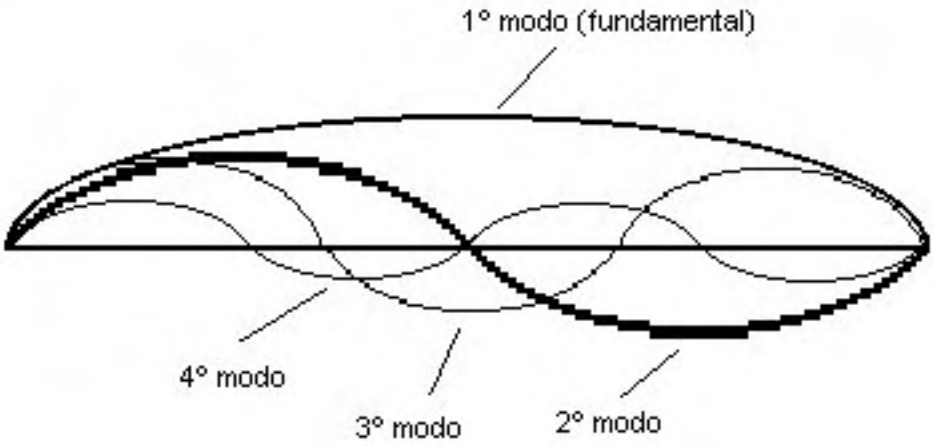


Figura 2 - Modos de vibração de uma corda

Em uma primeira análise, podemos entender que dois sons que mantêm uma relação inteira entre os valores de suas freqüências fundamentais certamente resultarão em uma sensação auditiva natural ou agradável, pelo fato de seus harmônicos estarem em "simpatia" ou "consonância". No caso específico em que a freqüência fundamental de um som (f1) é o dobro da freqüência fundamental de outro (f2), diz-se que o primeiro está uma *oitava* acima do segundo (f1=2 . f2).

A tabela 1 mostra três sons complexos (pois contêm harmônicos pares e ímpares), designados por S1, S2, S3, e os valores respectivos das freqüências componentes (fundamental e demais harmônicos). Podemos observar que todos os harmônicos pares de S2 têm freqüências idênticas às de alguns harmônicos ímpares de S1, e também que o fundamental e todos os harmônicos de S3 são freqüências dos harmônicos pares de S1.

Harmônico	Som S1	Som S2	Som S3
1o.	100	150	200
2o.	200	300	400
3o.	300	450	600
4o.	400	600	800
5o	500	750	1000
6o.	600	900	1200
7o.	700	1050	1400
8o.	800	1200	1600
9o.	900	1350	1800
:	:	:	:

Tabela 1 - Comparação de sons consonantes

Dessa forma, podemos dizer que S3 está em perfeita consonância em relação a S1, enquanto que S2, embora não em perfeita consonância, possui uma certa "simpatia" àquele primeiro. Observe que S3 está uma *oitava* acima de S1, uma vez que sua freqüência fundamental é o dobro da freqüência fundamental de S1.

Na verdade, a tabela apresentada tem apenas a finalidade de comprovar a análise psico-perceptiva feita pelo ouvido humano, quando recebe sensações auditivas oriundas de duas fontes (sons) diferentes. Alguns desses sons, quando em conjunto, podem produzir sensações agradáveis, como no caso dos sons S3 e S2 em relação a S1. Entretanto, sons cujas características não atendam a qualquer relação natural, podem dar a sensação de dissonância ou desafino, pouco agradáveis. A partir do princípio mostrado no exemplo é calcada então toda a teoria original a respeito da formação das escalas musicais.

Pelo que já foi exposto, e a partir da comparação apresentada na tabela 1, podemos concluir que se quisermos gerar dois sons musicais diferentes, que sejam perfeitamente consonantes, estes deverão manter uma relação de oitava, onde todos os harmônicos do som mais alto estarão em perfeita consonância com o som mais baixo. No entanto, sons gerados simultaneamente em alguns outros intervalos diferentes da oitava podem produzir sensação agradável aos nossos ouvidos, por conterem também uma boa parte de harmônicos coincidentes, como no caso de S2 em relação a S1, na tabela 1, que na realidade é o intervalo chamado de *quinta*, e que mantém uma relação de 3:2.

É claro que se fossem utilizados somente os intervalos de *oitava* e de *quinta* para criar sons em música, o resultado seria bastante pobre pela escassez de notas. Assim, várias civilizações procuraram desenvolver, científica e experimentalmente, gamas de freqüências dentro do intervalo de oitava, com as quais pudessem construir suas músicas. A essas gamas dá-se o nome de *escalas musicais*, e há uma variedade delas, baseadas em critérios diferentes para a definição das notas.

Intervalo	Relação
terça menor	6:5 (1,200)
terça	5:4 (1,250)
quarta	4:3 (1,333)
quinta	3:2 (1,500)
sexta menor	8:5 (1,600)
sexta	5:3 (1,667)
oitava	2:1 (2,000)

Tabela 2 - Intervalos consonantes

Além da *oitava* e da *quinta*, outros intervalos de sons também são considerados esteticamente consonantes pela maioria dos autores, e estão apresentados na tabela 2. Cabe ressaltar que os intervalos em questão foram representados por suas relações matemáticas no que diz respeito à relação harmônica. Tomemos como exemplo o caso do intervalo de quinta: sua freqüência é igual à freqüência do terceiro harmônico da nota de referência (três vezes a freqüência da fundamental), e é dividida por dois, de forma a abaixar uma oitava, para cair dentro da mesma oitava da nota de referência, daí a relação 3:2.

O tipo de escala musical mais utilizado hoje em praticamente todo o mundo foi desenvolvido pela civilização ocidental e baseia-se numa gama de doze sons (dodecafônica). Outras civilizações, como a chinesa, utilizam gamas diferentes. Até chegar-se aos doze sons da escala ocidental, muitas idéias foram experimentadas e discutidas.

- **Escala Pitagórica**

  A maioria dos autores atribui a origem da escala dodecafônica ocidental às análises e propostas feitas pelo sábio grego **Pitágoras** (Séc. VI a.C.), que definiu que tomando-se sucessivamente intervalos de quintas, multiplicando-se uma freqüência inicial (C1) sucessivamente, e dividindo-se os valores obtidos por 2, 4, 8, 16, etc, seriam então obtidas quatro notas consonantes entre si, dentro de uma oitava: C1 , D1 , G1 e A1. Tomando-se a nota da oitava C2 , e descendo-se uma quinta, ter-se-á a nota F1 (que é o intervalo de *quarta* em relação a C1). Essas seriam as cinco notas fundamentais. **Pitágoras** também observou que a relação entre C1 e D1 (9:8) é exatamente a mesma existente entre F1 e G1 e entre G1 e A1. E assim, tomando como base essa relação, estabeleceu mais outras duas notas: E1 e B1.

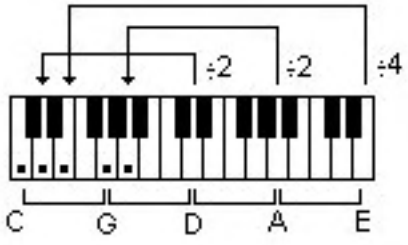


Figura 3 - Formação da escala pitagórica, a partir de quintas sucessivas

Na ilustração da figura 3, o desenho de um teclado foi usado somente para efeito didático, pois os teclados atuais, afinados conforme a escala temperada (apresentada mais adiante), não possuem os sons matematicamente exatos da escala pitagórica.

A tabela 3 apresenta uma série de freqüências obtidas pelo processo pitagórico, sendo que o valor atribuído à freqüência inicial (C1 = 100) é apenas para efeito didático para facilitar a compreensão dos valores, pois na verdade a nota C1 , pela afinação padrão atual, possui freqüência 32,703 Hz.

Nota	Freqüência	Relação com C1	Relação com a anterior
C1	100,0000	1:1	-
D1	112,5000	9:8	9:8
E1	126,5625	81:64	9:8
F1	133,3333	4:3	256:243
G1	150,0000	3:2	9:8
A1	168,7500	27:16	9:8
B1	189,8438	243:128	9:8
C2	200,0000	2:1	256:243

Tabela 3 - Escala musical pitagórica

Podemos observar então que, por meio desse processo, foram obtidos dois intervalos diferentes. Ao intervalo 9:8 dá-se o nome de *tom inteiro pitagórico*, e ao intervalo 256:243 dá-se o nome de *semitom diatônico pitagórico*. De forma a "completar" a escala, podemos tomar o menor intervalo (256:243) para obter outras cinco notas da escala, perfazendo um total de doze sons. Essas notas são C#1, D#1, F#1, G#1 e A#1, e estão localizadas imediatamente após as notas de mesmo nome.

Entretanto, se tentarmos atingir a nota C2 subindo seis intervalos sucessivos de tons inteiros (9:8), a freqüência obtida (202,7286 Hz) não corresponde ao valor exato de C2 (200,0000 Hz). Essa freqüência representa a nota B1 # da escala pitagórica, que não é igual à C2 , e a diferença entre elas, que equivale à relação 531.441:524.288, é chamada de *coma pitagórica* ou simplesmente *coma*. Observando também os intervalos de *terça* e de *terça menor* na escala pitagórica, temos que a terça C1 - E1 contém dois intervalos de *tom inteiro* (9:8), o que leva à relação 81:64, enquanto que a terça natural é 5:4, o que dá uma diferença de (81:64) / (5:4) = 81:80, o que quer dizer que a relação do intervalo de terça pitagórica é maior do que o da terça natural. No caso da terça menor, como por exemplo D1 - F1, temos a diferença de (6:5) / (32:27) = 81:80 abaixo da terça menor natural. Ao intervalo 81:80 é dado o nome de *coma sintônica*.

Dessa forma, podemos concluir que a escala pitagórica, baseada nos intervalos de quintas e quartas, não "fecha" seus valores em algumas notas, como pode-se ver claramente no caso da oitava, onde o valor da freqüência do som está 1,36 % acima do valor desejado, e também não atende com perfeição - sob o ponto de

vista acústico - em alguns intervalos, como no caso das terças. Tais limitações foram percebidas pelos músicos e estudiosos da antiguidade, e algumas alternativas foram propostas.

- **Escala de Tom Médio (Meantone)**

Como pudemos perceber, na escala pitagórica os intervalos de terça e de terça menor tendem a soar um pouco desagradáveis, devido às diferenças entre aqueles intervalos pitagóricos e os mesmos intervalos naturais (acústicos) perfeitos, conforme mostra tabela 4.

Intervalo	Natural	Pitagórico
terça menor terça	6:5 (120,000 Hz) 5:4 (125,000 Hz)	2304:1944 (118,518 Hz) 81:64 (126,563 Hz)

Tabela 4 - Intervalos de terças naturais e pitagóricas

Uma das soluções propostas foi abaixar 1/4 de *coma sintônica* em cada nota encontrada pela sucessão de quintas. Dessa forma, a nota G1 (primeira quinta) foi abaixada 1/4 de coma, D1 foi abaixada 1/2 coma, A1 foi abaixada 3/4 de coma e E1 foi abaixada 1 coma, e B1 foi abaixada 5/4 de coma. A nota F1 , por sua vez, foi elevada 1/4 de coma, ficando a escala da seguinte forma:

C1	D1	E1	F1	G1	A1	B1	C2
(0)	(-1/2)	(-1)	(+1/4)	(-1/4)	(-3/4)	(-5/4)	(0)

Os valores entre parênteses indicam a fração de coma sintônica utilizada para ajuste.

Esse procedimento, ao corrigir as terças, também altera as quintas (G1 foi abaixado 1/4 de coma), mas essa alteração é menos perceptível do que o efeito das terças na situação original da escala pitagórica. Entretanto, os intervalos produzidos por essa escala são bons desde que a música permaneça dentro de certos limites. A transposição utilizando essa escala era muito complicada, pois gerava notas enarmônicas não existentes na maioria dos teclados dos órgãos da época, sendo, portanto, evitada.

- **Escala Justa**

Considerando que os intervalos de quinta e de terça são os mais comuns nos acordes, foi proposta no passado a escala justa ("Just Intonation"), na qual aqueles dois intervalos eram sempre perfeitos acusticamente. Esta proposta não vingou, entretanto, pelo fato de ser baseada em uma única tonalidade, o que acarreta a impossibilidade de se efetuar transposição de tom em um instrumento afinado dessa forma, quando os intervalos então não serão mais perfeitos.

Nota	Relação com C1
C1	1:1
D1	9:8
E1	5:4
F1	4:3
G1	3:2
A1	5:3
B1	15:8
C2	2:1

Tabela 4 - Escala justa

- **Escala Temperada**

Com o desenvolvimento da música, utilizando-se modulação e transposição, tornou-se necessária a adequação da escala musical. Embora várias idéias tenham sido apresentadas, a escala musical que solucionou de forma mais satisfatória todos os problemas das anteriores foi a *escala igualmente temperada* ou, simplesmente, *escala temperada*.

Ela possui como característica fundamental o fato da relação matemática entre as freqüências de notas de um mesmo intervalo ser sempre igual, ou seja, a proporção entre as freqüências de duas notas distantes uma da outra de um semitom é sempre a mesma, não importando quais duas notas sejam (ex: C e C# ou G e G#). O temperamento igual foi proposto em 1691, por **Andreas Werkmeister**, mas há registros de que a idéia tenha sido desenvolvida um pouco antes, em 1596, pelo príncipe chinês **Chu Tsai-yu**, que teria escrito um trabalho no qual calculara os comprimentos de cordas para um instrumento, onde seria usada uma escala em que a oitava era dividida em intervalos iguais, de mesmas proporções.

Na composição da escala temperada, a relação entre as freqüências das notas Dó e

Sol (quinta), por exemplo, é igual a relação entre as freqüências da quinta formada por Ré # e Lá #, da mesma forma que a relação entre as freqüências de Dó e Fá (quarta) é igual à relação entre as freqüências de Fá # e Si. Por conseqüência, o intervalo entre duas notas consecutivas quaisquer da escala de doze sons (que é igual a um semitom) tem sempre a mesma relação matemática, que deve atender às seguintes premissas:

F2 = F1 . r

F3 = F2 . r

F4 = F3 . r ... etc

Onde **F1**, **F2**, **F3**, **F4**,... são as freqüências das notas consecutivas da escala de doze sons, e **r** é o fator de proporção entre elas. Ao fim da escala teremos:

F13 = F12 . r .: F12 = F11 . r => F13 = F11 . r . r = F11 . r2 (r2 = r ao quadrado)

Como **F11** também é igual a **F10 . r**, e assim sucessivamente, temos:

F13 = F1 . r12 (r12 = r elevado a 12)

Como **F13 = 2 . F1** (F13 está uma oitava acima de F1), temos então:

2 . F1 = F1 . r12 (r12 = r elevado a 12)

ou seja, **r** é igual à "raiz duodécima" de 2, que é igual a **1,059463**

A partir dessa definição, podemos estabelecer todos valores das notas da escala temperada, conforme mostra a tabela 5 (nesta tabela, o índice numérico de cada nota representa a oitava).

Nota	Valor (Hz)

C3	261,6256
C#3	277,1826
D3	293,6648
D#3	311,1270
E3	329,6276
F3	349,2282
F#3	369,9944
G3	391,9954
G#3	415,3047
A3	440,0000
A#3	466,1638
B3	493,8833
C4	523,2511

Tabela 5 - Valores da escala temperada

Portanto, a evolução da formação da escala musical utilizada por nós, a escala temperada, trouxe diversos benefícios, como por exemplo a possibilidade de transposição perfeita para qualquer tom. Em contrapartida, é correto afirmar que as notas da escala temperada não permitem a criação de intervalos acusticamente perfeitos, pois um intervalo temperado de quinta (dó-sol, por exemplo) já não tem mais a relação 3:2, embora o erro seja irrelevante para a maioria dos ouvidos humanos, não chegando nem mesmo a proporcionar efeito de batimento. As aproximações feitas pelo temperamento igual, no entanto, certamente trouxeram muito mais benefícios do que o prejuízo que aquele erro possa causar, e por isso se mantém até os dias de hoje.

- **A440 e Centésimos**

Os valores apresentados na tabela 5 seguem o padrão estabelecido em uma Conferência Internacional em Londres, em 1953, quando então estabeleceu-se que a altura padrão da nota Lá-3 (no piano, é o Lá central) possui freqüência igual a 440 Hz. Embora em termos musicais a oitava do Lá padrão seja a 3, a maioria dos engenheiros e técnicos, e também os equipamentos eletrônicos referem-se à essa nota como sendo o Lá-4.

O *centésimo* (ou "cent") é uma unidade para medir intervalos entre semitons. Pela sua definição, dividindo-se por cem o intervalo entre duas notas adjacentes (distantes um semitom), obtém-se um centésimo. Dessa forma, entre cada duas notas da escala temperada haverá sempre 100 centésimos. Muitos instrumentos eletrônicos dotados de recursos de afinação de escalas usam essa unidade como referência.

Escalas microtonais

Mesmo depois da escala igualmente temperada ter-se firmado como um padrão ocidental de afinação, muitas idéias continuaram a surgir. **Francesco Vallotti** e **Thomas Young**, por exemplo, idealizaram um procedimento para se criar uma escala a partir da escala pitagórica, onde as seis primeiras quintas seriam abaixadas 1/6 de coma pitagórica, de forma a possibilitar ao instrumento a execução de músicas em qualquer tonalidade. Há também civilizações que utilizam até hoje escalas completamente diferentes da ocidental convencional, como a escala indiana, composta por 22 sons, todos baseados em intervalos acusticamente puros.

Mesmo a partir do século XX, após o estabelecimento sólido do igual-temperamento, continuou havendo muito interesse por alternativas diferentes, principalmente escalas com mais do que doze sons. Algumas dessas escalas também mantém uma mesma relação proporcional entre duas notas vizinhas, como acontece na escala temeprada convencional. Dentre elas poderíamos citar as escalas de 19, 24, 31 e 53 sons, sendo que todas elas, da mesma forma que a escala temperada convencional de 12 sons, sofrem da imperfeição dos intervalos, embora possibilitem transposição de tonalidade sem problemas.

Outras escalas microtonais alternativas são baseadas nos intervalos acústicos perfeitos, como a escala de **Partch**, com 43 sons em intervalos puros, e as escalas propostas pela sintesista **Wendy Carlos**: *alfa* (17 sons), *beta* (20 sons) e *gama* (36 sons).

Bach e o temperamento igual

Johann Sebastian Bach, compositor do século XVIII que dispensa apresentações, escreveu uma série de 24 prelúdios e fugas, cobrindo as 24 tonalidades maiores e menores, chamada de *O Cravo Bem-Temperado*. Este certamente foi o primeiro trabalho que se tem registro que explora todas as tonalidades, apresentado logo após a proposta de **Werkmeister**. A maioria dos livros registra que **J.S. Bach** era um entusiasta do temperamento igual nas doze notas da escala musical. Entretanto, há controvérsias, levantadas por alguns estudiosos contemporâneos, como a já citada **Wendy Carlos**, que também é autora de trabalhos memoráveis como *Switched-On-Bach* e *The Well-Tempered Synthesizer*, e também por **Scott Wilkinson**, autor do livro *Tuning In - Microtonality In Electronic Music*. Este último argumenta em seu livro que "ao contrário do que a maioria das pessoas acredita, **J.S.Bach** escreveu o *Cravo Bem-Temperado* não para reforçar sua preferência pelo temperamento igual, mas sim com a intenção de ilustrar a coloração que há em cada tonalidade, devido às diferenças dos intervalos dos semitons temperados em relação a seus correspondentes não-temperados". Entretanto, de acordo com uma análise efetuada em 1979 por **John Barnes** nas peças de *O Cravo Bem-Temperado*, Bach haveria usado mais constantemente alguns determinados intervalos, o que levou Barnes a concluir que o compositor, na realidade, usara uma variação da escala **Vallotti & Young**, com o F# também elevado em 1/6 de coma.

Afinação nos instrumentos eletrônicos

Evidentemente, a eletrônica e os microprocessadores trouxeram novos horizontes para aqueles que desejam experimentar afinações diferentes da tradicional escala temperada. Atualmente, a maioria dos sintetizadores oferece recursos de afinação alternativa, desde escalas pré-definidas, com intervalos fixos, até a possibilidade do músico criar sua própria gama de notas, ao seu bel-prazer.

No século passado, foram desenvolvidos alguns instrumentos acústicos que usavam afinações baseadas em escalas não-convencionais, como por exemplo o *Voice Harmonium*, criado por **Colin Brown**, que tinha extensão de cinco oitavas, mas usava mais de 40 notas em cada oitava.

Na era eletrônica, o *Scalatron* é apontado como o primeiro sintetizador microtonal a ser comercializado. Lançado pela **Motorola** em 1974, ele permitia o uso de escalas alternativas, e podia ser equipado com um teclado convencional ou especial. Dentre os dinossauros dos sintetizadores, os *Prophet-5* e *Prophet T-8*, da **Sequential Circuits**, já ofereciam recursos de afinação alternativa, ainda que para programá-los não fosse uma tarefa muito fácil. A primeira série do *DX-7* da **Yamaha** não possuía opções de escalas alternativas, mas a placa de expansão *E!*, desenvolvida pela **Grey Matter Response**, além de outras coisas, dava-lhe possibilidade de ter mais 16 escalas alternativas à temperada. Posteriormente, a **Yamaha** lançou diversos instrumentos com tais recursos: *FB-01*, *TX-81Z*, *DX-11*, *DX-7-II*, *TX-802*, e por fim a série *SY*. A **Kurzweil** também incorporou em diversos modelos (*K150FS*, *K1000*, etc) recursos de microafinação, o que também foi feito pela **Ensoniq** em seu sampler pioneiro *Mirage*, e depois no *EPS*. A **Roland**, a **Kawai** e a **E-mu Systems** também introduziram esses recursos em diversos de seus modelos.

Configurando via MIDI

Para quem pensa que toda essa conversa tem apenas uma conotação científica e histórica, vale a pena mencionar que a comunidade MIDI já estabeleceu alguns recursos para a reafinação automática de instrumentos, o que mostra que certamente há, no resto do mundo, um número significativo de pessoas usando - ou pelo menos tentando usar - alternativas de afinação em seus instrumentos, e que necessitam de um controle mais eficiente e preciso desse processo durante a execução musical.

Dessa forma, a **International MIDI Association** já definiu alguns comandos, dentro da categoria das mensagens *Sys-Ex*, que permitem manipular os recursos de afinação dos instrumentos. Por meio deles, pode-se afinar qualquer nota do instrumento, individualmente, na faixa de 8,66 até 13.290 Hz, com uma resolução de 0,0061 cents, inclusive em tempo-real. Além disso, os comandos permitem mudar imediatamente de uma escala de afinação para outra.

Isso significa que se uma pessoa usar em suas músicas instrumentos com uma afinação não-convencional, esta afinação poderá ser "passada" instantaneamente pelo seqüenciador para outros instrumentos MIDI que forem usados posteriormente para executar aquelas músicas (evidentemente, se esses instrumentos implementarem tais recursos). Apenas a título informativo: esses comandos usam mensagens *Sys-Ex* com cabeçalho F0 7E <device> 08 ... para atuação em tempo-real, e F0 7F <device> 08 ... para atuação que não seja em tempo-real (abordaremos esse assunto com mais detalhes futuramente).

Tendências

Como pudemos ver no decorrer deste texto, a base da harmonia musical está calcada diretamente sobre as relações matemáticas entre as notas, embora muitos nunca tenham percebido. Infelizmente, a maioria dos estudos sobre métodos de afinação e escalas musicais foi desenvolvida por pessoas de áreas ligadas à física, e não propriamente à música, o que quer dizer que a colaboração dos músicos - aqueles que têm maior sensibilidade para o assunto em questão - tem sido muito tímida, o que revela, portanto, que a matéria deve ser mais divulgada, em todos os níveis.

Com os recursos de afinação alternativa, cada vez mais comuns nos instrumentos eletrônicos modernos, é de se esperar que as pessoas se envolvam mais com pesquisas sonoras baseadas em outras escalas que não a temperada convencional. Com a especificação de comandos MIDI possibilitando os instrumentos alterarem sua afinação em tempo-real, pode-se viabilizar a reafinação no meio de uma música, o que permitirá o uso de escalas como a justa, mesmo em composições transpostas ou com modulação.

O objetivo deste texto foi trazer à luz mais um conceito tecnológico fundamental da música, que, embora usado por todos, ainda é desconhecido ou obscuro para a maioria. As informações foram colhidas em diversos textos, sendo que os mais importantes estão listados a seguir.

Bibliografia:

- Carter Scholz, "The MIDI Tuning Standard (Keyboard Magazine", August 1992)
- Hermann Helmholtz, "On The Sensations of Tone" (Dover Publications, 1954)
- Igor Kipnis, "Bach's Well-Tempered Clavier" (Keyboard Magazine, March 1985)
- J. H. Jeans, "Science And Music" (1937)
- Jean-Jacques Matras, "O Som" (Livraria Martins Fontes, 1991)
- John Backus, "The Acoustical Foundations Of Music" (W.W. Norton & Co., 1968)
- Scott Wilkinson, "Tuning In - Microtonality in Electronic Music" (Hal Leonard Books, 1989)

Fontes de alimentação (adaptadores AC) - o que você precisa saber

Eis aqui os parâmetros fundamentais que você precisa saber quando vai comprar uma fonte de alimentação para ligar seu equipamento:

- **Tensão (voltagem) da rede**

  Muitas fontes podem ser ligadas em tomadas da rede elétrica tanto de 110V quanto de 220V. Algumas têm seletor automático, mas a maioria possui uma pequena chave que deve ser posicionada na tensão correta. Por medida de segurança, essas fontes geralmente vêm ajustadas para 220V. Certifique-se sempre de que a fonte está ajustada adequadamente para a tensão da rede elétrica onde vai ser usada.

- **Tensão (voltagem) de saída**

  Esse parâmetro é importantíssimo. Verifique atentamente no equipamento (ou no seu manual), qual é o valor da tensão de alimentação do mesmo. Não existe um padrão para isso, havendo equipamentos alimentados com 6V, 7.5V, 9V, 12V e outras tensões. A tensão de alimentação da maioria dos equipamentos é do tipo "contínua" (DC ou CC), mas existem alguns que operam com tensão de alimentação "alternada" (AC ou CA), como alguns equipamentos Alesis. Preste bastante atenção quanto a isso.

- **Tipo de plug e polaridade**

  Aqui também não existe uma padronização. Embora o plugue quase sempre seja do tipo P4, alguns equipamentos usam plugues diferentes. No caso de alimentação "contínua", a polaridade é importante; alguns usam o positivo na parte de dentro do plugue (figura à direita), outros na parte de fora.

- **Consumo do equipamento**

  O uso de fontes de alimentação com capacidade de corrente inferior ao consumo do equipamento é a maior causa de danos. Exemplo: se o equipamento consome 500 mA (miliamperes), jamais use uma fonte de 350 mA! Você pode até usar uma fonte de maior capacidade (nesse caso, o único prejuízo é financeiro!), mas jamais use uma fonte de menor capacidade do que o consumo do euqipamento.

Instrumentos musicais e tecnologia digital

Uma visão histórica e os benefícios de um casamento que deu certo

Uma enorme polêmica existe em relação ao uso de computadores e sintetizadores para se fazer e tocar música: algumas pessoas são extremamente radicais e se opõem ferreamente (devem ter lá suas razões) à utilização de "bits e bytes" dentro das partituras, enquanto que outros - incluindo muitos músicos eruditos - são simpáticos às novas idéias, e tratam de se aproveitar das novas ferramentas, como forma de somar recursos para sua atividade-fim, que é a música.

O objetivo do texto a seguir é, em primeiro lugar, recapitular quantas coisas aconteceram em poucos anos de uso efetivo de eletrônica na música e, em seguida, mostrar as incontestáveis vantagens que nós, usuários dessas máquinas maravilhosas, passamos a ter com tudo isso, e o que podemos esperar para o futuro.

Desde o começo, os instrumentos musicais usufruíram dos recursos tecnológicos disponíveis. Mesmo nos tempos antigos, quando a tecnologia era primitiva, confeccionar bons instrumentos já dependia de ferramentas e materiais de alto nível. Os luthiers e artesãos dedicados à fabricação de instrumentos musicais sempre foram considerados profissionais especializados, altamente qualificados e, por isso, muitíssimo respeitados.

De algumas décadas para cá, assim como aconteceu em outros setores, a indústria musical passou a se utilizar maciçamente dos recursos de alta tecnologia, mais precisamente dispositivos eletrônicos. Essa conjugação teve várias conseqüências muito importantes para a evolução não só dos próprios instrumentos - qualidade, preço, etc - mas também da música como um todo (novos estilos, comportamentos, etc).

O uso da eletrônica na música começou primeiramente como forma de se amplificar sons. Posteriormente foram se desenvolvendo novos dispositivos que possibilitavam a gravação e a reprodução. Paralelamente - aproveitando-se a mesma tecnologia - aconteciam experiências na geração de sons, usando-se osciladores eletrônicos. Os recursos ainda eram muito rudimentares, mas a semente já estava lançada.

Dó, ré, mi, 10010110, 10110100, 11010101...

Decorreram-se apenas algumas décadas desde o início da era eletrônica até começar a era dos computadores. Mas a transição foi brutal, principalmente quando surgiram os microcomputadores, e o "cérebro eletrônico" deixou de ser personagem de filme de ficção científica e entrou nos escritórios, nas indústrias, nos lares e - por que não? - nos estúdios, passando a ter uma importância fundamental para seus usuários. Se você utiliza o computador no seu trabalho, então responda: poderia viver sem ele? Provavelmente sim; da mesma forma que também poderia viver sem água encanada, sem luz elétrica, sem televisão... mas a sua vida seria muito pior, não seria?

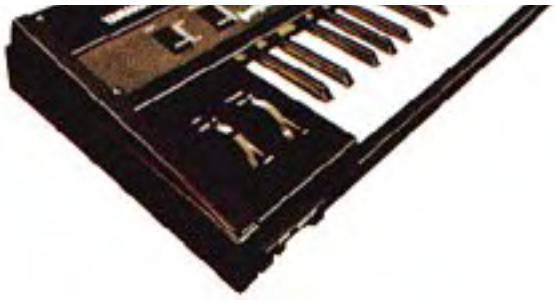
Pois bem, voltando ao ponto que nos interessa: no final da década de 70 a indústria musical começou a sofrer (sofrer ou se beneficiar?) uma mudança bastante radical: empresas pequenas, novas e desconhecidas no cenário da música, apareceram com máquinas que realmente impressionavam. Eram elas: E-mu Systems, Sequential Circuits, Polyfusion, New England Digital, Oberheim, Fairlight, Synergy e algumas outras. Os nomes nem de longe sugerem algum vínculo com a música, mas por trás havia um seleto grupo de engenheiros e técnicos com duas coisas em comum: o gosto pela música e o conhecimento da tecnologia digital.

Algumas fábricas de sintetizadores que tinham uma boa reputação - e sucesso - no começo dos anos 70, como a ARP e a Moog, sucumbiram frente à "nova onda" que surgia. Em grande parte pelo fato de não terem conseguido acompanhar o passo da evolução, ou até mesmo por não terem vislumbrado a tempo o começo da nova era, e acabaram por amargar dias cada vez mais difíceis, até fecharem as portas definitivamente (com a onda "retrô", muitas pessoas têm ressuscitado alguns desses instrumentos, ultimamente).

O ponto-chave para a ascensão daquelas novas empresas foi o seu domínio sobre a tecnologia digital. Embora (aparentemente) nada tivessem a ver com música, o conhecimento que possuíam na área de informática era suficiente para transformar sons em processos computacionais, e a partir daí obter resultados bastante aceitáveis. Ainda que a tecnologia digital daquela época não fosse das melhores para os padrões atuais, o potencial de vantagens era muito promissor. Isso encorajou outras pessoas e empresas a entrar na "onda", assim como também sacudiu alguns fabricantes bem-estabelecidos, como a Yamaha e a (àquela época, ainda jovem) Roland, que logo trataram de acelerar suas pesquisas no assunto. Embora várias das fábricas pequenas tenham fechado após alguns anos, grande parte de seu material humano foi aproveitado pelas que sobreviveram ou pelas mais novas que vieram depois.

O resultado dessa "corrida" foi um surto fantástico de desenvolvimento de instrumentos musicais eletrônicos - principalmente sintetizadores - que produziram alguns resultados fabulosos. Vejamos algumas máquinas marcantes:

- **Prophet-5** (Sequential Circuits): primeiro sintetizador polifônico (5 vozes) programável que podia memorizar timbres (40 patches); ano: 1978.



- **Emulator** (E-mu Systems): primeiro sampler (8 bits), com armazenamento de timbres em disquete, seqüenciador interno e interface para comunicação com computador; ano: 1982.
- **DX7** (Yamaha): instrumento revolucionário que produzia timbres nunca antes ouvidos usando síntese por modulação de freqüência (FM); incorporava MIDI, possuía polifonia de 16 vozes e teclado com sensibilidade a key velocity e aftertouch; memória com 32 patches, mais 64 em cartucho; tudo isso a um preço abaixo de dois mil dólares; ano: 1984.

Esses são apenas alguns exemplos. Se você folhear as revistas americanas de música da época, encontrará anúncios de diversos outros instrumentos de que nunca ouviu falar, mas que tiveram seu valor na evolução dos sintetizadores.

Os benefícios diretos

Uma das maiores vantagens que os instrumentos digitais (ou híbridos) trouxeram para os músicos foi a estabilidade da afinação. Os sintetizadores analógicos sofriam de um mal intrínseco à circuitaria que usavam, que era a dificuldade de permanecer afinado frente a variações de temperatura do ambiente. Isso era o terror dos projetistas. Para se ter uma idéia do problema que isso representava, basta ver os catálogos originais do Minimoog e do ARP 2600, onde o termo "estabilidade" merece destaque nas especificações técnicas. Com os circuitos digitais, a precisão e a estabilidade deixaram de ser um problema (alguém se preocupa com isso hoje?), uma vez que os instrumentos passaram a usar osciladores controlados por quartzo.

À medida que foram sendo usados mais e mais circuitos digitais dentro dos sintetizadores, e posteriormente microprocessadores, outras facilidades foram sendo incorporadas. Uma delas foi o sistema de comunicação MIDI, que talvez tenha propiciado a maior revolução nos processos de composição e execução de música, desde que Guido d'Arezzo criou o sistema de notação em pauta, por volta do século X.

Não cabe aqui entrar em detalhes sobre MIDI, mas vale a pena destacar as vantagens que ele trouxe: controle, controle, controle... Com o MIDI, o músico passou a poder controlar cada vez mais instrumentos, e não só isso: passou a controlar e a manipular sua música com rapidez e precisão. Diversos recursos surgiram como conseqüência do MIDI: softwares musicais de todo o tipo, intercambialidade musical (General MIDI, Standard MIDI File) e uma aproximação maior entre os fabricantes, pois usam o mesmo padrão (no setor de samplers, por exemplo, é cada vez maior a compatibilidade entre equipamentos, quanto à utilização de amostras). O MIDI propiciou até mesmo o surgimento de "instrumentistas do mouse", compositores antes incapazes de fazer música usando as ferramentas convencionais (instrumentos acústicos) que passaram a extravasar sua sensibilidade musical através de softwares no computador, controlando sintetizadores via MIDI.

O uso de microprocessadores dentro dos instrumentos também viabilizou a implementação de sintetizadores polifônicos, onde as vozes (polifonia) são alocadas eficientemente para que as diversas notas possam ser executadas (outro enorme problema nos sintetizadores analógicos). E a capacidade polifônica vem crescendo a cada ano (64 vozes é o padrão atual). Adicione-se a isso a capacidade de detectar a intensidade com que uma nota é executada pelo músico ("key velocity"), e então poder aplicá-la de diferentes formas no som produzido (além de transmitir essa informação para outros instrumentos, via MIDI).

À medida que chips microprocessadores mais avançados foram surgindo, mais funções foram sendo incluídas nos sintetizadores, ampliando sua capacidade ainda mais. O processamento digital de sinais (DSP) permitiu não só aprimorar a qualidade sonora dos timbres, como também incorporar ao instrumento módulos de efeitos (reverb, chorus, etc).

Surgiram então os sintetizadores multitimbrais, capazes de executar vários timbres simultâneos, e multiplicando a eficiência do equipamento, que se tornava capaz de acumular as funções de baixo, bateria, piano, base, pad, solo, etc, etc. Tudo muito bem gerenciado pelo microprocessador. Depois vieram as workstations (Korg M1 e similares), instrumentos que integram sintetizador (teclado e gerador de timbres multitimbral), processador de efeitos e seqüenciador MIDI.

Nessa altura dos acontecimentos, a tecnologia digital de 16 bits se estabeleceu e foi atingido um nível de qualidade sonora extremamente alto. Os timbres dos sintetizadores passaram a ter uma perfeição e uma clareza tão grandes, que até mesmo tecladistas acústicos "de carteirinha" se deixaram vencer pela eletrônica, pois apesar de ainda ter limitações sonoras (principalmente em termos de expressividade) é muito melhor usar um piano digital, quando a outra alternativa é um piano acústico com problemas afinação, captado por microfones ruins.

A evolução da tecnologia de memórias digitais vem pondo no mercado chips com capacidade de armazenamento cada vez maior. Isso permitiu aos fabricantes colocarem mais e mais timbres dentro dos sintetizadores, o que passou a ser um enorme valor agregado aos instrumentos. Só para citar um exemplo verdadeiro: o Roland JV-1080 vem de fábrica com 640 timbres (sem contar as baterias/percussões), e você pode adicionar um card e mais quatro placas de expansão, o que pode chegar a um total de mais de 1.200 timbres em um único equipamento! (haja música para usar isso tudo). No passado recente, tecladistas como Rick Wakeman precisavam levar uma dezena de teclados para o palco, para que pudessem ter disponibilidade imediata de diferentes timbres. Hoje, basta pressionar um botão.

Esse aumento na capacidade de armazenamento trouxe também um outro grande benefício direto para o músico, que não precisa mais perder tempo programando o sintetizador. Com uma quantidade tão grande de timbres, dificilmente será necessário programar um novo, já que na memória do sintetizador já terá praticamente tudo o que deseja. Se não tiver, o músico pode adquirir outros timbres de empresas especializadas, vendidos em disquete, card, CD-ROM ou via Internet. Outra vantagem conseqüente da

capacidade de memória é que o instrumento, por conter uma enorme variedade de timbres, torna-se cada vez mais versátil, e podendo ser usado em qualquer tipo de música.

Benefícios indiretos

Além de tudo o que já falamos até agora, existem ainda outros aspectos relevantes. À medida que os computadores foram se tornando objetos de uso quase obrigatório no dia-a-dia das pessoas, seus componentes foram se tornando mais padronizados e mais comuns. Dessa forma, com os instrumentos musicais se "computadorizando" cada vez mais, os fabricantes do setor musical foram procurando aproveitar não só a tecnologia disponível, mas também os próprios componentes comerciais e dispositivos já existentes no mercado.

Vejamos alguns exemplos desse aproveitamento positivo do que já existe no mercado de informática: praticamente todo sintetizador que possui unidade (drive) de disquete, utiliza disquetes de 3.5" e formatação compatível com o sistema operacional MS-DOS (o dos computadores PC); diversos instrumentos podem ter sua memória expandida, e para isso utilizam plaquetas de memória SIMM, também usados em "motherboards" de computadores comuns; alguns instrumentos utilizam cards do padrão PCMCIA, usados em computadores portáteis (notebooks); vários samplers e equipamentos de gravação de áudio podem acoplar unidades de armazenamento do tipo SCSI (discos rígidos, unidades de CD-ROM, unidades magneto-ópticas), também de fácil obtenção no mercado.

Uma conseqüência imediata desse aproveitamento industrial é não só a redução de custos de projeto e de fabricação (o que faz o instrumento chegar ao músico com um preço mais baixo), mas também a maior facilidade de manutenção, pois os componentes deixam de ser exclusivos e proprietários, podendo ser encontrados com mais facilidade.

Embora não seja uma prática comum da indústria de instrumentos, a tecnologia digital permite que um equipamento seja "atualizado", pela simples substituição do seu software de controle. Em alguns casos, o usuário pode adquirir (às vezes até recebe gratuitamente) do fabricante uma nova versão do software de controle, substituindo o chip interno de memória EPROM ou o disquete de partida do equipamento. A indústria de softwares musicais adota essa política desde muitos anos, o que aliás é uma forma muito inteligente de manter o cliente.

Mas não são só os sintetizadores que estão se aproximando dos computadores, pois o inverso também já ocorre. Com os computadores "multimídia", pode-se dispor de recursos de geração de som num computador comum. É bem verdade que o sintetizador OPL-3 que existe nas "soundblasters" da vida não se compara de longe a um instrumento "de verdade", mas é só uma questão de tempo. Já existem placas de som para computadores que vêm com chips sintetizadores de sonoridade bastante razoável, a um preço demasiadamente baixo, se comparado com um instrumento musical. Alguns desses sintetizadores permitem ao usuário carregar novos timbres; existem até placas de som que são verdadeiros samplers (SampleCell).

Por outro lado, à medida que o poder de processamento dos computadores aumenta, os softwares podem fazer mais coisas. E assim começam a surgir os "software synthesizers", como o CyberSound VS, da InVision. Isso poderá tornar os sintetizadores mais computadores, e vice-versa. De preferência com as vantagens de cada um, é claro. Imagine então um músico falando com outro: "Já fiz upgrade para a nova versão 2.0 do Korg X600dx-4, pagando uma taxa de $100." E o outro responde: "É, eu já tenho também. Agora a polifonia é de 512 vozes, e ele também já pode usar os timbres do Emulator 200."

Pagando menos por mais

Não poderíamos deixar de falar do aspecto econômico associado à evolução dos instrumentos musicais eletrônicos. É bastante interessante mostrarmos alguns fatos, sob o ponto-de-vista de custo/benefício.

Em 1980, o Minimoog custava US$ 1995. Era um instrumento monofônico, não memorizava timbres (tinham que ser programados por botões no painel), seu teclado não tinha sensibilidade, e ainda sofria dos problemas de estabilidade da afinação. Os sons que produzia - embora sensacionais - eram puramente sintéticos, isto é, era impossível tocar um som parecido com piano acústico, com sax, etc.

Em 1996, é possível adquirir por pouco mais de US$ 1000 um sintetizador multitimbral (16 partes), polifônico (64 vozes), com um teclado mais longo e com sensibilidade a key velocity e aftertouch, com mais de 640 timbres na memória (vários sintéticos, vários de instrumentos acústicos), possibilidade de expansão, processador de efeitos embutido, MIDI, etc, etc.

Isso só foi possível graças à redução de custos da tecnologia digital, que passou a ser a matéria-prima fundamental dos instrumentos modernos.

Só a título de comparação: quanto custava um piano acústico no começo do século? É bem possível que esse mesmo tipo de piano custe mais caro hoje, apesar de já se terem passado quase cem anos. Isso porque a matéria-prima (madeira) ficou mais escassa e sua exploração ecologicamente proibitiva (teclas de marfim, nem pensar).

O que nos espera no futuro

Uma vez que os instrumentos musicais modernos estão intimamente ligados à tecnologia dos computadores, não é tão difícil imaginar o que poderá vir nos próximos anos. Basta acompanhar as previsões dos especialistas da área de informática, e transportar para o nosso meio aquilo que podemos aplicar.

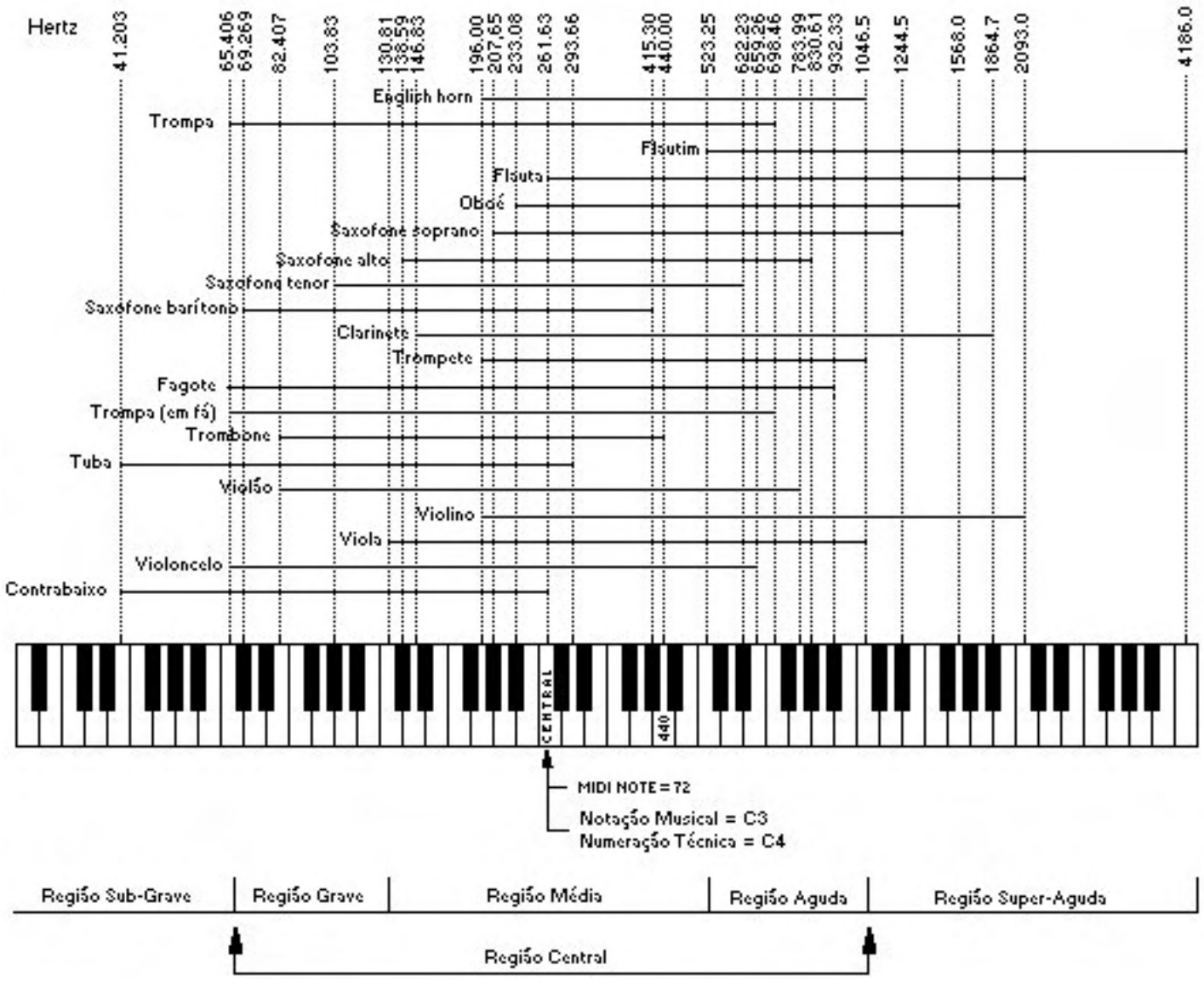
O aumento impressionante da capacidade de processamento dos chips será um fator

cada vez mais preponderante daqui para a frente, o que ajudará aos sintetizadores terem um aumento crescente de recursos. A maioria dos instrumentos provavelmente terá uma polifonia superior a uma centena de vozes nos próximos três anos. Da mesma forma, a capacidade multitimbral também será ampliada. Os recursos de síntese serão aprimorados ainda mais, e surgirão novos processos, como a adoção de técnicas de modelagem física para melhor controlabilidade do som. Com o barateamento das memórias digitais e outras mídias de armazenamento, certamente os sintetizadores terão uma capacidade ainda maior de memorização de timbres. O disquete será substituído por discos ópticos.

Os instrumentos musicais terão cada vez mais afinidade com os computadores, compartilhando cada vez mais componentes e dispositivos do que hoje. Por que não ter um barramento PCI dentro do sintetizador, para inserir uma placa de vídeo ou uma controladora SCSI comum do mercado? Isso dará maior expansibilidade ao equipamento. Além disso, a padronização cada vez maior poderá propiciar a intercambialidade entre equipamentos de fabricantes diferentes, até porque cada vez mais vêm sendo usados os mesmos dispositivos disponíveis no mercado.

Apesar dessas especulações, não tenho a menor intenção de profetizar qualquer coisa, mas apenas raciocinar em cima de fatos presentes e tendências mais evidentes. Mas uma coisa eu tenho como certa: qualquer que seja a velocidade dos acontecimentos, o usuário sempre terá vantagens.

Regiões do piano e demais instrumentos



Modelagem Física

Uma nova era para a síntese de sons

Embora a tecnologia eletrônica tenha se esforçado muito para oferecer instrumentos musicais com recursos comparáveis aos dos instrumentos acústicos, ainda há uma boa distância entre eles, principalmente quando se trata de expressividade.

É bem verdade que a popularização da tecnologia e sua aceitação por profissionais não se deu à-toa, pois os instrumentos eletrônicos também têm seus pontos fortes, como a praticidade: é melhor, mais prático e mais barato, por exemplo, usar um módulo eletrônico de piano do que ter de microfonar um piano acústico, se este último não estiver afinado e a captação não for bem feita. Além disso, o instrumento eletrônico também tem a grande vantagem de poder criar sons jamais obtidos, o que o torna mais um instrumento musical, e não apenas um equipamento que serve para simular ou copiar o que já existe. Mas, em certos aspectos, a tecnologia ainda não conseguiu oferecer recursos suficientes que possam colocar os instrumentos eletrônicos em mesmo nível de comparação com seus ancestrais acústicos.

Sonoridade

Os instrumentos eletrônicos ainda são incapazes de produzir ou reproduzir os sons dos instrumentos acústicos. Essa dificuldade - ou quase impossibilidade - deve-se, basicamente, a características inerentes aos próprios processos ora usados para gerar os sons.

Os sintetizadores antigos, que usavam osciladores eletrônicos analógicos e só podiam gerar senóides, ondas triangulares, quadradas e pulsos, embora tenham trazido novos timbres para o cenário musical, jamais poderiam substituir um piano - como ele o é - ou qualquer outro instrumento acústico. Processos científicos de síntese aditiva (usando osciladores) chegaram um pouco mais perto, mas também não se viabilizaram, devido a problemas relacionados ao custo para a sua implementação e a complexidade para o controle do processo.

O grande salto foi dado pelos samplers, que podem fazer amostras digitais de sons naturais e reproduzi-los com grande fidelidade. Esses instrumentos se tornaram bastante populares, graças à redução do custo dos microprocessadores e dispositivos de armazenamento (memórias digitais). Hoje, quase todos os instrumentos musicais eletrônicos usam amostras digitais, quer sejam samplers (nos quais o músico pode criar suas próprias amostras) ou simplesmente sample-players (nos quais as amostras já vêm prontas).

No entanto, os samplers e sample-players sofrem do mesmo mal intrínseco: as amostras existentes representam o som em determinada situação, estaticamente, não preservando as nuanças e variações dinâmicas que acontecem durante a produção do som. Essa amostra estática muitas vezes é melhorada quando são usados filtros variáveis, que simulam aquelas nuanças sem, no entanto, conseguir um resultado perfeito. Além disso, em instrumentos acústicos, como o piano, por exemplo, quando se produzem duas notas há mais do que somente duas notas individuais sendo produzidas, mas sim uma interação delas através do meio físico de ressonância (cordas, tampo, etc). Nenhum desses fatores pode ser obtido com perfeição em um sampler e, embora alguns instrumentos usem mais do que uma amostra para cada nota, ainda assim a tecnologia eletrônica só consegue uma falsificação do som real.

Expressividade e controle

Um outro aspecto bastante importante em um instrumento musical é a sua capacidade de controle sobre o som. Sem isso, o instrumento torna-se um dispositivo estático, de pouca aplicação artística, onde as alterações e, muitas vezes, a sutileza com que elas são conseguidas, são o ponto mais importante para o artista.

Os instrumentos acústicos passaram por centenas de anos de desenvolvimento até chegarem ao ponto em que chegaram. E com eles evoluiu a técnica de como tocá-los e extrair o máximo em termos de nuanças.

Os sintetizadores começaram com poucos recursos, pois eram monofônicos e usavam teclados sem sensibilidade, mas já ofereciam alguns meios de controle interessantes, como pedais que podiam controlar diversos parâmetros do som, e outros dispositivos, como as rodas de pitch e modulation. Na maioria dos casos, entretanto, eram adaptações ou tentativas de adaptações de recursos que, em instrumentos acústicos, são facilmente obtidos apenas pelos dedos. Depois vieram os teclados sensitivos, a maior polifonia e o controle MIDI, mas, na realidade, até hoje é impossível a um músico obter em um instrumento eletrônico os efeitos de expressividade como os que um bom guitarrista consegue facilmente em sua guitarra, ou um violinista em seu violino.

Physical modeling

De olho nesses detalhes é que algumas pessoas - cientistas e músicos - vêm pesquisando já há algum tempo um processo em que se possam parametrizar todos os detalhes existentes na produção dos sons, para então recriá-los, com total fidelidade. Pelo que sabemos, as pesquisas nesse sentido vêm sendo feitas desde antes dos anos 70, mas até bem pouco tempo esbarravam em problemas ligados às limitações de processamento dos computadores.

Essa tecnologia é chamada de Physical Modeling (modelagem física), e consiste

basicamente em se desenvolver algoritmos que descrevam todas as características sonoras e de execução de instrumentos acústicos, considerando, evidentemente, o aspecto dinâmico, isto é, o comportamento ao longo do tempo em que o som ocorre.

Graças aos crescentes aperfeiçoamentos dos computadores e, principalmente, por causa do aumento de poder e velocidade de processamento, começou a se tornar viável o desenvolvimento de algoritmos para a modelagem física de instrumentos musicais.

É sabido que qualquer evento físico pode ser descrito por uma equação matemática, mesmo se o evento se altera constantemente no tempo. A idéia parece bastante simples, mas o grande problema é realmente implementar o processamento de tais equações de forma que elas possam produzir algum resultado externo, isto é, gerar sons em tempo-real. Tomando o exemplo de uma corda vibrando, poderíamos pensar inicialmente que seu comportamento é simplesmente um movimento harmônico (oscilação) amortecido (pois vai diminuindo, até silenciar). Entretanto, durante todo o movimento da corda, diversos outros fatores influem sobre o processo, como a deformação da corda (que se estica e encolhe periodicamente), a interação dela com seus pontos de apoio e muitos outros parâmetros, que aqui não teríamos espaço para enumerar.

Para recriar matematicamente o comportamento de um instrumento musical, os cientistas e especialistas no assunto dividem o modelo em partes, sendo cada uma delas tratada separadamente por equações (que também levam em conta as interações com as demais partes) que depois são combinadas em um algoritmo final, descrevendo o comportamento do conjunto como um todo. No caso de um violino, por exemplo, são descritas em fórmulas matemáticas as características individuais do arco, das cordas, do corpo e da ponte do instrumento, a partir das quais é possível construir a situação real do instrumento sendo tocado. Se as equações e o algoritmo estiverem certos, um computador poderá simular com perfeição o comportamento daquele instrumento. Pode-se então usar algum dispositivo externo (um comando MIDI, por exemplo) para disparar o processo, e uma vez que o som está definido matematicamente, basta convertê-lo para o mundo real, transformando-o em som audível.

Pelo que foi dito até agora, podemos entender que a modelagem física seria capaz de

criar a sonoridade original de um instrumento. Entretanto, em um instrumento real, o processo não se resume apenas a um disparo do som, pois há uma série de intervenções do músico sobre o instrumento, que alteram o processo original, e que precisam ser permitidas e computadas pelo algoritmo.

Muitas formas de controle já existem, e outras também vêm sendo pesquisadas e poderão estar disponíveis brevemente. Mas como a indústria musical não pode abandonar certos padrões universais, como teclados, MIDI e outros dispositivos, as implementações que têm surgido utilizam os recursos convencionais, como pedais, key velocity, aftertouch, breath control. Embora tais recursos venham sendo usados há anos, a diferença é que sua atuação nos instrumentos baseados em modelagem física se dá em parâmetros jamais acessíveis ao instrumentista. Mas o preço desse novo potencial de sonoridade e controlabilidade é o tempo e o empenho que os músicos terão que despender para desenvolver as novas técnicas para os novos instrumentos.

A Yamaha sai na frente

Na corrida tecnológica, a Yamaha tem sido reconhecida por seus investimentos nas pesquisas de novos processos. Assim foi com o legendário DX7, fruto de um esforço industrial que viabilizou a produção de um instrumento incomum para a sua época, e que, sem qualquer sombra de dúvida, tornou-se um divisor de águas para a tecnologia de instrumentos musicais.

O DX7 utilizava modulação de freqüência (FM) para produzir formas-de-onda inusitadas e de composição harmônica extremamente rica. Além disso, devido à estrutura como os operadores FM podiam ser configurados, era possível ao músico obter timbres cujas características sonoras (em particular, o timbre) fossem alteradas por meio de diversos parâmetros, dentre eles a intensidade da nota (key velocity). Isso colocou o DX7 em posição de destaque, pela gama de nuanças timbrais que podiam ser obtidas pela expressividade dos dedos do músico. Devido à dificuldade de se criar com realismo alguns timbres convencionais, como o piano acústico, por exemplo, a tecnologia FM (DX7 e seus descendentes) foi perdendo terreno para os instrumentos sample-players, mas muitos músicos ainda preservam seu velho DX, pois muitas sonoridades e nuanças de expressividade jamais puderam ser conseguidos com outros instrumentos.

Agora, a Yamaha aposta na síntese por physical modeling, e já apresentou um primeiro modelo de instrumento que utiliza esse processo. Trata-se do VL1 Virtual Acoustic Synthesizer, apresentado com grande entusiasmo no último NAMM Show, em janeiro, nos EUA, que possui um teclado de 49 teclas, com sensibilidade a key velocity e aftertouch. Dentre os parâmetros usados na

programação de seus sons, há alguns convencionais, já conhecido pela maioria dos músicos, como pitch e amplitude, e mais outros totalmente novos para sintesistas, como embouchure, absortion e throat formant.

Basicamente, a estrutura do VL1 é formada por dois elementos, cada um contendo três blocos. O primeiro bloco, chamado de Instrument, é a peça-chave do processo e define o timbre ou característica fundamental do som a ser produzido. Ele utiliza conceitos encontrados nos instrumentos acústicos convencionais e é constituído por um tipo de driver (reed, mouthpiece, bow) e um tipo de resonant system (tube, air column, string), sendo possível compor qualquer combinação desses elementos. No segundo bloco, Controllers, estão os parâmetros que determinam a controlabilidade do som, como a embocadura, a pressão do sopro e a velocidade do arco. Ao todo são 14 parâmetros desses (pressure, embouchure, pitch, vibrato, tonguing, amplitude, scream, breath noise, etc), que podem ser programados para serem controlados por pedais, alavanca de modulation e breath control. O terceiro e último bloco contém os Modifiers, que atuam diretamente sobre o bloco Instrument, alterando-o. São cinco seções disponíveis: harmonic enhancer, dynamic filter, frequency equalizer, impulse expander e resonator.

Com essa estrutura, a Yamaha garante que é possível obter simulações extremamente realistas das situações observadas nos instrumentos acústicos, pois pode-se controlar com perfeição e precisão parâmetros muito mais expressivos do que o que normalmente é conseguido na maioria dos sintetizadores atuais, que só oferecem controle - com restrições - sobre amplitude, pitch e composição harmônica. Além disso, no VL1 pode-se obter interações entre duas ou mais notas executadas em seqüência, como ocorre na maioria dos instrumentos acústicos.

Entretanto, se para tocar o VL1 já é necessário um aprendizado que dê a habilidade necessária para tirar proveito dos novos recursos de expressividade e seus efeitos, programá-lo então será ainda uma tarefa restrita àqueles que estão podendo acompanhar de perto o desenvolvimento dessa nova tecnologia.

O VL1, infelizmente, ainda não pode ser considerado um instrumento popular, como foi o DX7, pois, apesar de sua extraordinária capacidade sonora, possui uma polifonia bastante restrita (2 vozes) e um preço bastante alto (US$ 5.000). Mas é uma realidade, e coloca a Yamaha mais uma vez na frente da corrida da tecnologia.

Sound Morphing: uma proposta interessante

Embora não utilize exatamente o conceito de modelagem física, o novo módulo multitimbral Morpheus, da E-mu Systems (EUA), é capaz de oferecer timbres extremamente interessantes, com graus de controlabilidade e expressividade muito grandes.

A estrutura das vozes do Morpheus segue

o modelo convencional usado pela maioria dos instrumentos sample-players atuais, com um oscilador (que reproduz amostras digitais - waves), um filtro (que altera a composição harmônica - coloração - do som inicial) e um amplificador (que controla a amplitude dinâmica do timbre). A grande diferença, entretanto, está na forma que o filtro pode atuar sobre o som original, gerado pelo oscilador.

O filtro do Morpheus - chamado de z-plane filter - é na realidade um conjunto de filtros passa-faixa, cada um atuando em uma fatia do espectro, que podem ser configurados de maneiras diferentes e independentes. Além disso, esse filtro (ou conjunto de filtros) pode alterar sua configuração em tempo-real, por meio de algum parâmetro (pedal, por exemplo). Como a quantidade de configurações possíveis é imensamente grande, a E-mu criou cerca de 200 e colocou-as na memória do instrumento. Cada uma delas produz formantes, naturais ou não, que podem levar tanto a sonoridades bastante realistas quanto a timbres extremamente sintéticos e impressionantes.

Mas as qualidades do Morpheus não param por aí. O z-plane filter pode passar de uma configuração (formante) para outra, em tempo-real sob o controle do músico (por meio de um pedal, alavanca de modulação, etc), de forma que é possível fazer um som se transformar em outro gradualmente (inclusive de trás para a frente). Esse processo, chamado pela E-mu de morphing, faz com o som algo parecido com o que já se vê há algum tempo em efeitos visuais criados por computação gráfica, em que uma imagem se transforma em outra.

O Morpheus é um instrumento que pode produzir sons pouco usuais, e por isso certamente não será usado de forma tão popular, até que se descubram todas as suas possibilidades. Mas é uma proposta bastante interessante, que oferece recursos novos e impressionantes de controle e expressividade, a um preço ainda convencional.

Physical Modeling

por Francisco Pakito

Todos dizem que o teclado KORG PROPHECY é ótimo por utilizar esta tecnologia. Mas, o que é exatamente PHYSICAL MODELING?

Physical Modeling é a técnica de sintetizar sons a partir de equações matemáticas complexas, capazes de fabricar virtualmente o corpo físico de um instrumento acústico!

Entendeu? Se entendeu, parabéns! Se não entendeu, vamos tentar explicar de outra maneira, mais detalhada, entretanto com algumas comparações:

Quando crianças, todos nós brincamos com massa de modelar. Em princípio, uma massa de modelar não tem forma. As esculturas surgem de acordo com a criatividade e o trabalho de mãos e dedos. Construíamos bonecos, animais, torres, objetos, etc.

Pois bem, PHYSICAL MODELING é a mesma coisa que MODELAGEM FÍSICA. Imagine que, com a mesma massa de modelar eu pudesse criar um instrumento musical acústico em tamanho natural, por exemplo, um SAXOFONE com palheta, boquilha, orifícios, chaves, curvas, campana e aquele espaço vazio que há por dentro do corpo do instrumento. Digamos que a massa seque, ficando rígida o bastante a ponto de um saxofonista poder tocar nesta imitação de instrumento.

A técnica de PHYSICAL MODELING é muito semelhante à esta situação fictícia criada no exemplo acima.

Uma vez que o teclado PROPHECY é capaz moldar o corpo físico de um instrumento, o som é perfeito, pois ele simula como o som ocorrerá a partir da modelagem imaginária do corpo de um instrumento acústico, em outras palavras, o PROPHECY "imagina" como o ar vibraria dentro do saxofone real, a partir do momento em que o músico sopra a boquilha.

O PROPHECY é um teclado monofônico, dedicado basicamente a operar como teclado SOLO, aliando toda esta tecnologia avançada com facilidade de uso. Não se preocupe! Você não precisará soprar o PROPHECY para que ele produza som, mas sim, tocar nas teclas para que o som de um SAX, TROMBONE, TROMPETE, FLAUTA, BAIXO ou GUITARRA seja produzido com uma perfeição jamais vista, sem esquecer, é claro, de sons analógicos clássicos (como o MINIMOOG e o ARP), num total de 128 sons na memória interna.

Key Velocity - expressividade nos instrumentos musicais eletrônicos

Até o final da década de 70, os instrumentos eletrônicos - na sua maioria, instrumentos de teclado - não ofereciam recursos de controlabilidade que atendessem plenamente às necessidades do músico, e por isso eram usados como instrumentos complementares. Com o surgimento dos teclados sensitivos, no entanto, novos horizontes foram abertos à expressividade artística, dando novos meios ao músico de controlar os sons. Nesse artigo, veremos quais são os recursos de expressividade disponíveis nos instrumentos modernos, e como ajustá-los e utilizá-los da forma mais adequada.

O meio de controle mais usado nos instrumentos eletrônicos modernos é, sem dúvida, o teclado, provavelmente por oferecer as melhores condições de polifonia e, por que não dizer, visualização de notas. Nos primeiros sintetizadores, os teclados efetuavam somente a comutação eletrônica (liga/desliga) dos sons produzidos pelo instrumento, sem detectar qualquer diferença de força dos dedos do músico. Com o aprimoramento da tecnologia, começaram a ser produzidos instrumentos que têm capacidade de perceber as diferentes maneiras como o músico pressiona as teclas. Basicamente, o processo é muito simples, havendo dois contatos associados à cada tecla: quando a tecla está em repouso, ela fecha um dos contatos; quando ela é pressionada, ela abre este contato e, ao final do curso, fecha o outro contato. Para detectar a força que o dedo do músico fez para abaixar a tecla, o processador do instrumento usa uma avaliação indireta, calculando a velocidade com que a tecla foi abaixada a partir do tempo que a mesma leva para abrir um contato e fechar outro (engenhoso, não?). A figura 1 ilustra esse processo, e por isso os teclados são designados por sensíveis a key velocity. Por causa da relação entre força e velocidade (a força inicial do dedo se transforma em velocidade da tecla), este processo é bastante eficiente para captar a dinâmica de execução do músico. Uma vez detectada a velocidade da tecla, esse valor pode ser direcionado pelo processador para atuar sobre diversos parâmetros do som, como volume ou intensidade (mais comum), brilho, e até mesmo afinação.

A graduação de níveis de key velocity possíveis vai de 1 a 127 (o valor 0 é usado para indicar que a tecla foi solta). A maioria dos instrumentos opera com toda essa faixa (o velho Yamaha DX7 é uma das exceções, operando com uma faixa de 16 a 110). Os instrumentos que não têm teclados sensitivos geram key velocities sempre com valor igual a 64, que é o valor médio da faixa. Nas guitarras-MIDI, o valor do key velocity, obviamente, não é detectado por contatos mas sim medido a partir da amplitude da oscilação da corda. Nos tambores MIDI (pads), o key velocity também é detectado a partir da intensidade do sinal do transdutor.

Ao se usar um instrumento comandando outro via MIDI, como no caso comum de um teclado controlando um módulo de som, para que haja variação de dinâmica no som do módulo, é necessário que ambos possuam recursos de sensibilidade ao key velocity: o teclado deve ser sensitivo (e, obviamente, transmitir as informações de notas com respectivas intensidades), e o módulo, por sua vez, deve reconhecer a informação de key velocity. Para saber se determinado instrumento transmite e/ou reconhece key velocity via MIDI, basta consultar sua tabela de implementação MIDI (MIDI Implementation Chart), normalmente incluída no fim do manual. Se o item Velocity Note On estiver marcado com uma bolinha (o), então a função é implementada; se estiver com um X, a função não é implementada.

Não é comum, mas há teclados que também avaliam a velocidade com que a tecla é solta, efetuando um procedimento inverso ao descrito acima. Essa sensibilidade é chamada em alguns instrumentos de release velocity, e seu uso pode ser aplicado para fazer com que o som morra (reduza seu volume) mais rápido ou mais devagar, dependendo de como o músico tira o dedo da nota (na tabela de implementação, este recurso pode ser verificado no item Velocity Note Off). Os teclados que não detectam essa velocidade com que a tecla é solta, geram valores de Velocity Note Off sempre iguais a 64, que é o valor médio.

Curvas de resposta. Quando o pianista não gosta da resposta de um piano (muito pesado, ou muito leve), a solução é experimentar outro piano. Nesse aspecto, os instrumentos eletrônicos levam uma certa vantagem, pois atualmente a maioria deles permite um ajuste (por software) da maneira como deve responder à dinâmica de execução do músico. Essa adequação pode ser feita pelo músico, selecionando uma das curvas de resposta disponíveis no instrumento. Em geral, há quatro ou mais tipos de curvas dessas, e uma delas provavelmente irá satisfazer à necessidade do músico.

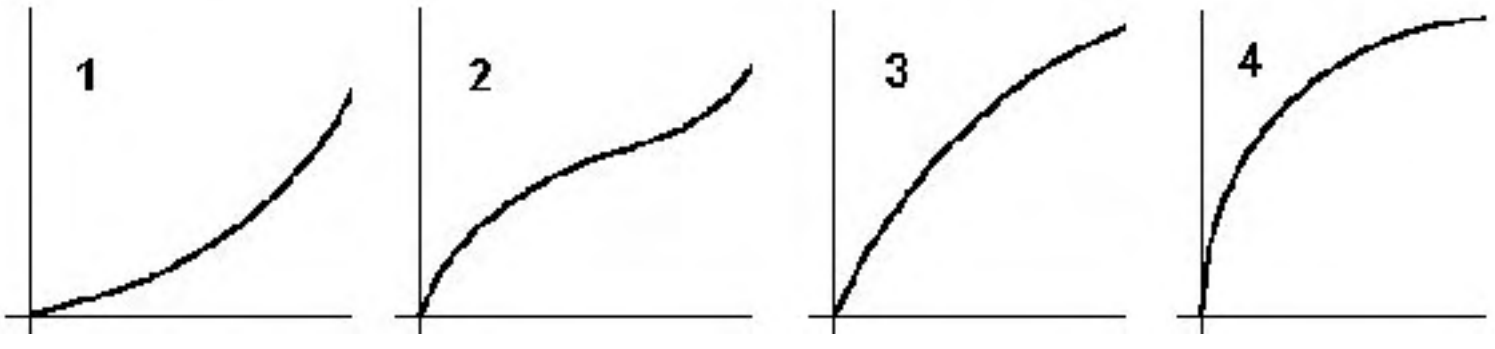


Figura 2

Como exemplo, vejamos as curvas de resposta disponíveis no E-mu Proteus/1, chamadas de velocity curves (figura 2). As curvas são traçadas em gráficos bidimensionais onde o eixo horizontal indica a força feita pelo músico, e o eixo vertical indica o valor do key velocity. Na curva 1, pode-mos ver que, para se obter valores altos de key velocity, é necessário fazer muita força, e por isso essa curva deve ser usada quando se estiver

sentindo o teclado muito leve. Na curva 2, com pouca força já se consegue respostas razoáveis (acima do que obtido com a curva 1), mas para se obter key velocities altos, também é necessário fazer muita força. A curva 3 permite ao músico obter valores altos de key velocity mesmo com pouca força, e a curva 4 é uma variação da curva 3, tornando o teclado ainda mais leve.

Ajustes de sensibilidade. Há instrumentos que, ao invés de oferecer curvas fixas de resposta, permitem criá-las através do ajuste de parâmetros. Por exemplo, no Roland Sound Canvas, um módulo de som sem teclado, há um parâmetro chamado de velocity sensititvity depth, que determina como a força do dedo é convertida em key velocity, de forma que para valores baixos de depth, o músico deve fazer muita força para obter intensidade, e para valores altos de depth, com pouca força ele produz uma intensidade alta. Esse parâmetro pode ser associado à inclinação da reta (figura 3).

O outro parâmetro, chamado de velocity sensitivity offset, determina qual o valor da força onde se tem o menor valor de key velocity. Com valores de offset abaixo de 64, a intensidade mínima será obtida com mais força do que o normal, enquanto que para valores altos (acima de 64) de offset, qualquer mínima força já produzirá uma intensidade maior do que zero. Assim, o parâmetro depth ajusta a amplificação ou atenuação que a intensidade do som terá, em relação à força feita pelos dedos, enquanto o parâmetro offset pode compensar anormalidades da escala de valores de velocity produzidos pelo teclado controlador.

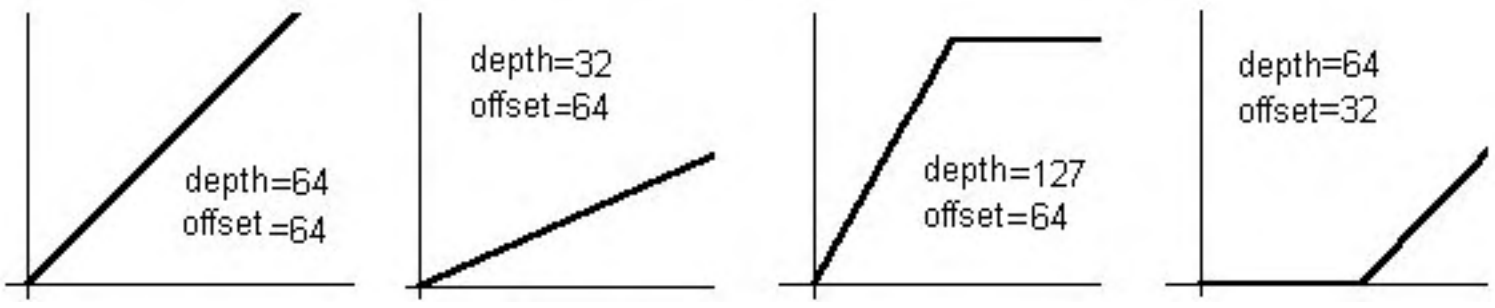


Figura 3

Direcionando o key velocity. Na maioria dos instrumentos, o valor de key velocity é usado para atuar sobre o volume (intensidade) do som produzido. Entretanto, muitos deles permitem que aquele parâmetro seja direcionado para atuar sobre outros aspectos do som. Em quase todos os instrumentos acústicos a intensidade do som está diretamente relacionada com a composição harmônica, isto é, quanto mais forte é o som, maior a quantidade de harmônicos presentes, o que o faz mais brilhante. Por outro lado, quanto mais fraco for o som, mais suave e aveludado será o timbre (menos harmônicos são produzidos).

Por causa dessa característica natural, muitos instrumentos eletrônicos permitem que se direcione a informação de key velocity para o filtro, dispositivo do sintetizador que controla a composição harmônica, de forma que, quanto maior a força (key velocity),

mais brilhante será o timbre (filtro abre - passam muitos harmônicos), e quanto menor a força, mais aveludado será o timbre (filtro fecha - passam poucos harmônicos). Essa abordagem funciona na maioria dos sinte-tizadores atuais, que usam a arquitetura convencional do tipo oscilador-filtro-amplifica-dor, mas não se aplica a instrumentos mais peculiares como os que utilizam processo de síntese FM (Yamaha série DX, por exemplo), onde a composição harmônica, embora possa ser controlada pelo key velocity, não é manipulada por um filtro, mas sim por um outro processo, mais complicado.

Outros parâmetros também costumam ser controlados pelo key velocity, como o pitch (afinação) e tempo de ataque da envoltória. No primeiro caso, pode-se obter efeitos interessantes, fazendo com que o som fique mais grave ou agudo, de acordo com a intensidade (usado em alguns timbres de percussão). O segundo caso permite que se consiga variações sobre um mesmo timbre, fazendo com que uma orquestra de cordas entre mais devagar ou mais rápido (ataque curto), dependendo da intensidade da força usada na execução das notas.

O Filtro do Sintetizador

No processo de síntese por subtração de harmônicos, o filtro (filter) é o elemento mais importante. A forma-de-onda (wave) produzida inicialmente pelo oscilador, em geral é complexa e possui uma grande quantidade de harmônicos, e é a quantidade e a intensidade desses harmônicos presentes na forma-de-onda que determinam a qualidade timbral, também chamada de coloração do som. Quanto maior for o número de harmônicos presentes no som, mais brilhante é a sensação, enquanto que, à medida que são subtraídos ou retirados os harmônicos, mais aveludado ou abafado ele se torna para os ouvidos.

A operação do filtro do sintetizador é bastante semelhante à dos controles de graves e agudos existentes em um equipamento de som comum, que, aliás, também são filtros. Sua função é justamente filtrar, de forma controlada, os harmônicos do som que esteja passando através dele. Há alguns tipos diferentes de filtros, sendo que nos instrumentos musicais, o mais comum é o filtro do tipo passa-baixas (low-pass filter), que filtra as freqüências harmônicas que estejam acima de determinado valor e deixa passar as que estão abaixo dele (veja gráfico da Figura 1).

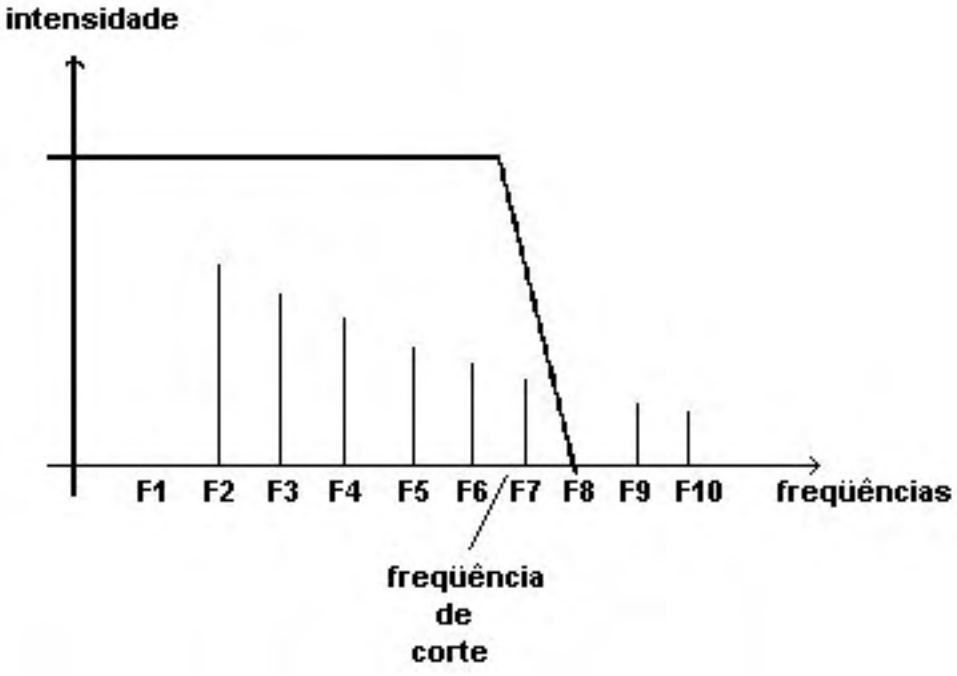


Figura 1 - Neste gráfico da atuação de um filtro do tipo passa-baixas, os harmônicos F7 a F10, que estão acima da freqüência de corte serão reduzidos e suprimidos.

Chama-se de freqüência de corte (cut-off frequency) a freqüência de referência a partir da qual o filtro passa a atuar, isto é, a freqüência a partir da qual são filtrados os harmônicos. No caso de um filtro passa-baixas, qualquer freqüência (harmônico) acima

da freqüência de corte é eliminada do som original. Na maioria dos instrumentos modernos, pode-se ajustar a posição da freqüência de corte, para obter o timbre desejado.

Um outro parâmetro muito importante no filtro é a chamada ressonância (resonance), que possibilita enfatizar a intensidade das freqüências vizinhas à freqüência de corte. Esse recurso é bastante útil e, no filtro passa-baixas, permite obter-se sons sibilantes, pois destaca os harmônicos mais altos do som, que originalmente têm pouca amplitude.

Os outros tipos de filtros encontrados em instrumentos são: o passa-altas (high-pass), que corta as freqüências abaixo da freqüência de corte, e o passa-faixa (band-pass), que só permite a passagem de determinadas freqüências, de uma certa faixa.

Na maioria dos sintetizadores, ao se programar um timbre, normalmente pode-se ajustar os seguintes parâmetros relativos à atuação do filtro:

Type: Determina a configuração de filtro a ser adotada (passa-baixas, passa-altas, passa-faixa, etc). Na maioria dos instrumentos, existe apenas o tipo passa-baixas).

Cut-off frequency: Define a posição da freqüência de corte, limitando a faixa de freqüências (harmônicos) que devem passar pelo filtro. Nos filtros passa-baixas, mais comuns nos sintetizadores, quanto maior este valor, mais freqüências harmônicas poderão passar, resultando em som mais agudo; à medida que a freqüência de corte é reduzida, mais abafado fica o som.

Resonance: Determina a quantidade de ressonância a ser aplicada sobre as freqüências nas vizinhanças da freqüência de corte. Quanto mais ressonância for aplicada, mais sibilante se torna o som, graças a presença acentuada de harmônicos altos (Fig.2).

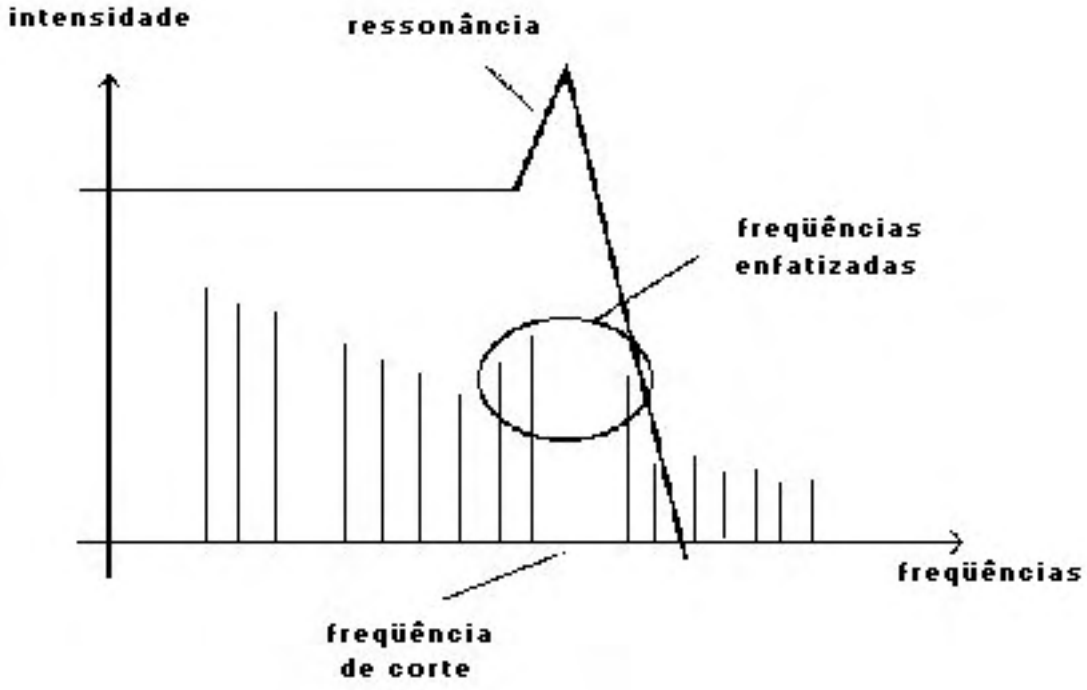


Figura 2 - Ressonância em um filtro passa-baixas.

Tracking: Determina como a freqüência de corte do filtro deve acompanhar a nota executada pela voz do sintetizador. Dependendo deste ajuste, a freqüência de corte permanece constante ou se altera proporcionalmente à nota executada no sintetizador. Neste último caso, consegue-se manter constante a quantidade final de harmônicos do som inicial, independentemente da sua altura (veja Figura 3).

Envelope amount: Determina o quanto o gerador de envoltória (envelope generator) do filtro irá atuar sobre a posição da freqüência de corte. Veremos mais adiante que os geradores de envoltória pode atuar sobre o filtro, controlando dinamicamente o valor da freqüência de corte.

A influência (amount) do gerador de envoltória sobre o filtro faz com que a coloração do som (presença de harmônicos) se altere no decorrer do tempo, do início (note on) ao fim (note off) da execução da nota. Isso produz uma variação dinâmica de timbre, de forma que, quanto maior for o amount, mais alteração de timbre será percebida. Essa interação do gerador de envoltória sobre o filtro produz, automaticamente, o mesmo efeito como se o músico alterasse manualmente a freqüência de corte do filtro, no decorrer da execução da nota.

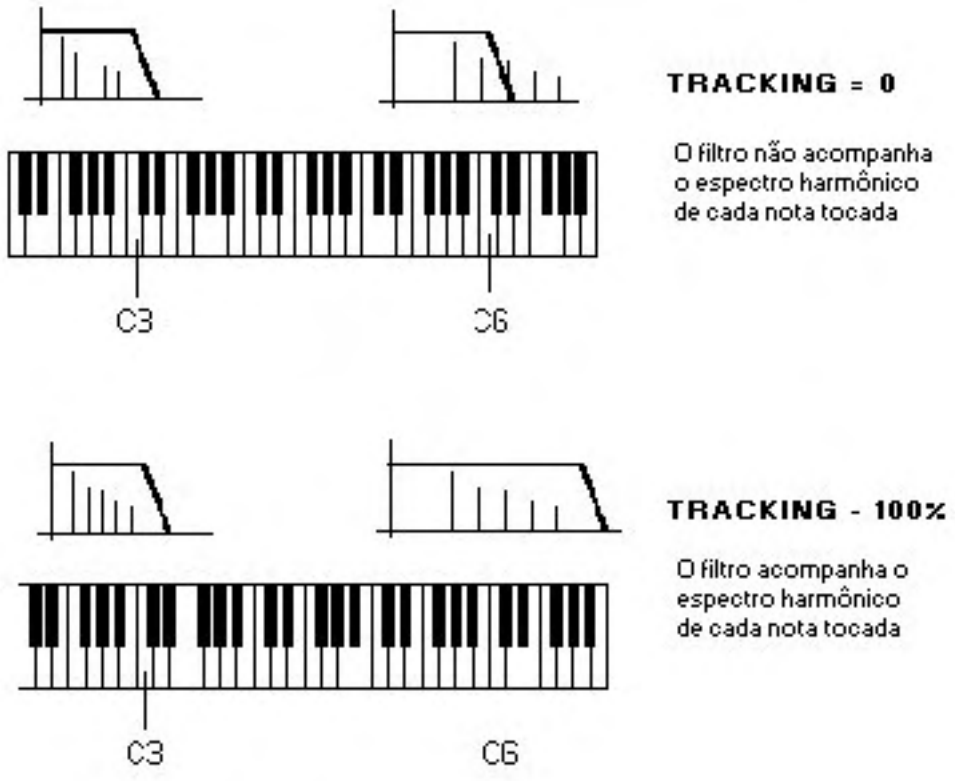


Figura 3 - Exemplos de ajuste de tracking no filtro.

Para alterar a coloração (composição harmônica) do timbre, o gerador de envoltória controla o valor (posição) da freqüência de corte do filtro, de forma que, em cada estágio da envoltória (atack, decay, sustain, release) tem-se uma quantidade diferente de harmônicos presentes no som, durante a execução da nota. Com este recurso, o músico pode então obter uma alteração dinâmica da qualidade (coloração) do timbre, criando sons que mudam sua composição harmônica no decorrer da execução da nota. Um exemplo de som natural onde isso ocorre é o som do trompete, que abre (aumenta a quantidade de harmônicos) após iniciar a nota.

Nesta série de artigos abordaremos as tecnologias utilizadas nos instrumentos musicais eletrônicos. É um assunto muito vasto e interessante, sobretudo pela sua dinâmica no decorrer dos anos, em que os processos para a produção do som modificaram-se e aprimoraram-se de acordo com as tecnologias disponíveis.

Faremos uma recapitulação histórica das experiências mais antigas, apresentando os produtos mais significativos em cada época. Em seguida, mostraremos os principais processos − antigos e atuais − utilizados para a geração de sons, e também os recursos de controle disponíveis. Finalmente, concluiremos com uma apresentação de algumas das tendências que vêm surgindo em direção ao futuro.

1. Do Passado aos Dias Atuais
2. Síntese Subtrativa
3. Síntese aditiva
4. Síntese FM
5. Samplers
6. Modelagem Física
7. Síntese Granular
8. Dispositivos de Controle
9. Sintetizadores Virtuais
10. Referências para consulta

Teclados Arranjadores - uma visão prática

No começo, eles eram chamados de órgãos eletrônicos. Depois, com a inclusão de ritmos eletrônicos, passaram a ser chamados de órgãos com acompanhamento automático. Atualmente, com a imensa gama de timbres e variados recursos que possuem, são chamados de teclados arranjadores.

O nome não importa muito, mas a verdade é que eles se tornaram o instrumento familiar moderno, assim como o piano o foi por muito tempo. Muitas pessoas se aproximam da música ao tomar contato com um desses teclados. Outras passam a conhecer estilos musicais que ignoravam, graças aos diversos ritmos pré-programados, ainda que em certos teclados esses ritmos não sejam tão bem elaborados assim.

Com o passar dos anos, no entanto, os teclados arranjadores foram incorporando uma grande variedade de facilidades e recursos, de forma que hoje tem-se, não só acompanhamento automático, mas, em muitos deles, seqüenciadores (compatíveis com arquivos Standard MIDI Files), timbres padrão General MIDI, recursos para alteração de sons, processadores de efeitos (chorus, reverb, etc), além da possibilidade de expansão de estilos de acompanhamento, via programação pelo próprio usuário ou por meio de disquetes fornecidos pelos fabricantes, o que amplia imensamente os limites do instrumento.

Estrutura

A estrutura típica de um teclado arranjador é ilustrada na Figura 1. A partir das notas executadas no teclado, o arranger (ARR) gera o acompanhamento para as partes timbrais executarem. Esse acompanhamento pode conter diversas partes diferentes, dependendo do instrumento. Em geral, existe baixo (bass - BS), bateria (drums - DR) e um ou mais bases de acompanhamento (accompaniment - AC). Além do acompanhamento automático, o instrumento ainda produz as notas tocadas pela mão direita (upper - UP) e esquerda (lower - LW).

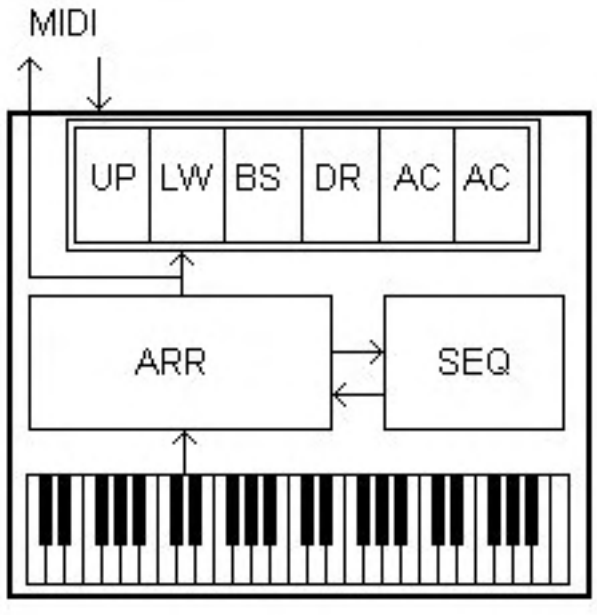


Figura 1 - Estrutura típica de um teclado arranjador

O arranger é um processador inteligente que, a partir da harmonia tocada pela mão esquerda, cria as notas dos acompnhamentos (acordes, arpejos, etc), as notas do baixo (tônica da harmonia ou a nota mais grave tocada). Em alguns teclados mais modernos o arranger também gera uma harmonização sobre as notas da melodia, tocadas pela mão direita. O músico, em geral, pode ligar ou desligar imediatamente cada parte do acompanhamento automático, de forma a selecionar quais delas deseja que o instrumento execute em cada música.

Na maioria dos teclados arranjadores tudo o que o arranger cria é transmitido também via MIDI, sendo que as notas executadas por cada parte timbral (UP, LW, BS, DR, AC, etc) são transmitidas em canais de MIDI diferentes. Isso não só permite que o músico use os timbres de outro instrumento para tocar o acompanhamento produzido pelo teclado arranjador (veja Figura 2), o que lhe dá a possibilidade de novas sonoridades, mas também de gravar em um seqüenciador externo (um computador, por exemplo), toda a sua execução e arranjo, para ser usado posteriormente com outros instrumentos não-arranjadores. Aliás, esta é uma facilidade que permite a um músico pegar um teclado arranjador emprestado, tocar todas as músicas que deseja e gravá-las em um seqüenciador. Depois de devolver o teclado arranjador, ele pode executar as mesmas músicas pelo seqüenciador em qualquer outro teclado ou módulo multitimbral (inclusive editando e alterando partes no seqüenciador).

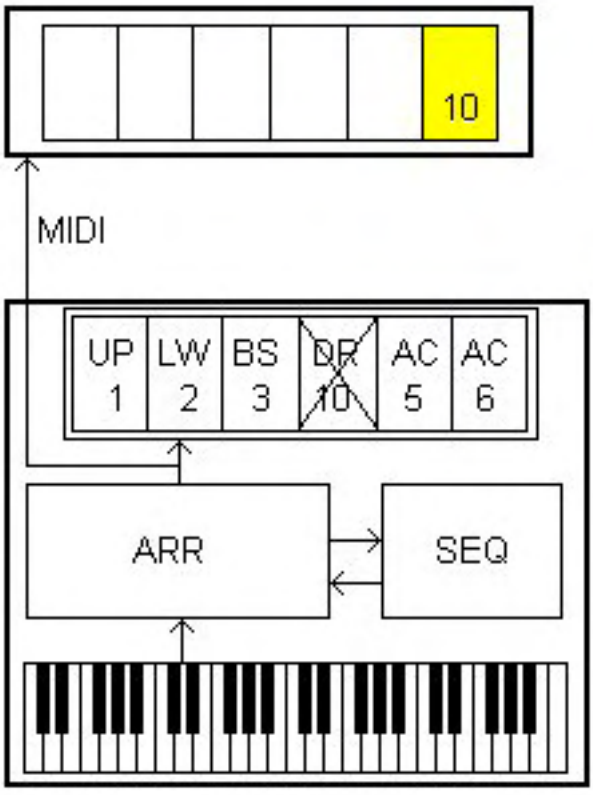


Figura 2 - Pode-se usar um instrumento externo para executar, via MIDI, partes do arranjo.
No exemplo, as notas da parte da bateria são tocada por uma das partes timbrais de um módulo externo
(a parte timbral da bateria do teclado arranjador é desligada, para não tocar junto).

Nos teclados mais recentes pode-se escolher quais os canais de transmissão MIDI para cada parte do arranjo, o que nos mais antigos, não era possível. Alguns arranjadores ainda permitem que o usuário ajuste, para cada parte do arranjo, a região (oitava) de notas a ser transmitida via MIDI, independente da região executada pelas partes timbrais do próprio teclado, de forma que o músico pode usar um instrumento externo para dobrar ou oitavar determinadas partes do acompanhamento.

Se o teclado arranjador for compatível com o padrão de timbres General MIDI (quase todos os atuais o são), qualquer instrumento que for conectado a ele para executar partes via MIDI será comandado corretamente, no que diz respeito à troca de timbres durante o arranjo.

Por outro lado, o teclado arranjador também pode operar como um simples instrumento multitimbral. O músico que possui um computador e deseja tocar suas seqüências neste tipo de teclado poderá fazê-lo facilmente, desde que as notas das partes da seqüência estejam sendo transmitidas nos canais correspondentes às partes timbrais do teclado arranjador. Isso quer dizer que, se a execução do baixo na seqüência estiver usando o canal 4, então deve-se ajustar uma das partes timbrais do arranjador (preferencialmente, aquela chamada de bass) para receber notas via MIDI (Rx Channel)

no canal 4. O uso do teclado arranjador para executar notas geradas por um seqüenciador externo requer algumas precauções a respeito de sincronização.

Sincronização

Pode ocorrer a necessidade de se gravar em um seqüenciador externo (um computador, por exemplo) o arranjo produzido no teclado. Isso pode ser feito facilmente, desde que as notas do arranjo sejam ralmente transmitidas via MIDI (isso pode ser confirmado no manual do instrumento, no item Transmited da seção MIDI Implementation Chart). Nesse caso, é recomendável sincronizar via MIDI o seqüenciador pelo teclado arranjador, de forma que o andamento de ambos seja sempre o mesmo, pois o seqüenciador recebe comandos MIDI de start, clock e stop, e com isso grava exatamente nos compassos do arranjador (Figura 3).

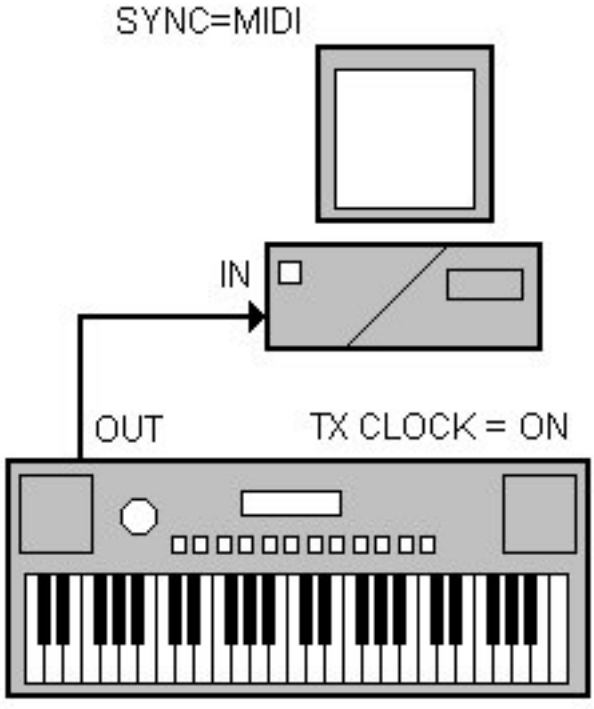


Figura 3 - Gravação sincronizada do arranjo em um seqüenciador externo

Para isso, é necessário certificar-se de que a transmissão dos comandos de sincronismo está ativada no teclado arranjador, pois em alguns ela pode ser desativada. Essa função pode estar designada como TX CLOCK, TX REALTIME ou SYNC OUT. Também é preciso ajustar o seqüenciador externo para gravar sincronizado (SYNC=MIDI ou SYNC=EXT).

Seqüenciador interno

Muitos dos teclados arranjadores possuem também um seqüenciador interno, que

permite ao músico gravar sua execução. Na maioria, o seqüenciador limita-se a registrar a música, sem recursos de edição ou correção, mas alguns oferecem seqüenciadores mais sofisticados, com múltiplas trilhas de gravação e facilidades para editar notas e os demais eventos da seqüência.

Em alguns dos teclados arranjadores modernos, há uma unidade de disquete que serve para salvar os estilos criados ou alterados pelo usuário e as músicas gravadas no seqüenciador interno. Quase todos eles usam disquetes no formato MS-DOS (de computadores PC), e muitos também são capazes de executar seqüências de arquivos Standard MIDI Files.

A conexão MIDI

No artigo anterior falamos da revolução que o MIDI causou, e sua enorme importância na viabilização do uso do computador para fins musicais. Veremos agora como podemos interligar equipamentos via MIDI.

Uma das maiores preocupações dos idealizadores do MIDI, foi de que a sua inclusão nos instrumentos não produzisse um aumento no custo de fabricação. Isso foi conseguido graças à simplicidade dos circuitos de interfaceamento (que não abordaremos aqui), e às facilidades para o usuário interconectar seus equipamentos. A peça-chave para a conexão MIDI é um cabo que utiliza conectores do tipo DIN comuns, de cinco pinos (conhecidos outrora como "plug Philips"), interligados por um cabo de áudio blindado com dois condutores internos (o mesmo usado em cabos balanceados, usados por microfones profissionais). Isso significa que, mesmo que você não consiga um "cabo MIDI", poderá montar um sem muita dificuldade, pois todo o material pode ser encontrado em qualquer loja de componentes eletrônicos. Eu sei que você deve estar mais interessado nas conexões entre os equipamentos do que na construção do cabo MIDI, por isso abordaremos os detalhes construtivos em outra ocasião.

Em quase todas as situações mais comuns, a transmissão de dados MIDI se dá de forma unidirecional, isto é, os dados trafegam em um único sentido, e por isso, costumamos designar os instrumentos como "transmissor" (aquele de onde a informação sai) e "receptor" (aquele onde a informação chega). Algumas pessoas também designam os equipamentos como "mestre" e "escravo", respectivamente. Em alguns casos mais complicados, pode-se operar o MIDI em modo bidirecional, de forma que os equipamentos tanto recebem quanto transmitem informações. Deixaremos essas aplicações para uma outra oportunidade.

Os instrumentos MIDI possuem tomadas apropriadas para as ligações MIDI, que são MIDI In, MIDI Out e MIDI Thru. A primeira (MIDI In) serve para o instrumento receber informações; ela é a entrada de dados para quando o instrumento é receptor. A tomada MIDI Out, por sua vez, serve para o instrumento transmitir informações; ela é a saída de dados para quando o instrumento é transmissor. A terceira tomada, MIDI Thru, e que em alguns instrumentos pode até não existir, é também uma saída de dados, mas ao invés de transmitir as informações geradas no próprio instrumento, ela serve para retransmitir para outros as informações recebidas pelo instrumento. A MIDI Thru é uma espécie de "papagaio" (repete tudo que ouve pela MIDI In), e serve para fazer encadeamentos múltiplos de instrumentos, como veremos a seguir.

Uma coisa interessante (e bem feita) nos circuitos eletrônicos de interfaceamento MIDI é que mesmo que o usuário faça a conexão errada entre as tomadas MIDI, não há como danificar os circuitos. Apenas não vai funcionar!

Como já mencionamos antes sobre transmissores e receptores, você já pode imaginar

que para ligar dois teclados MIDI um ao outro, deverá conectar a saída MIDI Out do instrumento transmissor (aquele que irá gerar as informações ou comandos) à entrada MIDI In do instrumento receptor, que vai receber e presumivelmente usar as informações recebidas. Eu falei "presumivelmente"? Sim, pois o simples fato de estarem conectados fisicamente de forma correta (MIDI In conectado em MIDI Out) não significa necessariamente que tudo vai funcionar. Explico: o sistema MIDI foi muito bem elaborado, e em um único cabo pode haver informações simultâneas para diversos instrumentos diferenciados. Isso é conseguido pela canalização das informações, e por isso, se os canais de MIDI do transmissor e do receptor não estiverem ajustados adequadamente, a comunicação não poderá acontecer (mostraremos mais detalhes sobre os canais de MIDI no próximo artigo).

TIPOS DE CONEXÃO

A forma mais simples e mais comum de interligação MIDI (figura 1) é quando a saída MIDI Out de um instrumento (um teclado, por exemplo) é conectada à entrada MIDI In de outro instrumento (outro teclado ou um módulo).

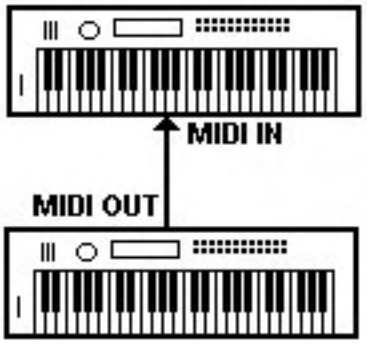


Figura 1

Se você quer controlar dois instrumentos a partir de um teclado, então poderá encadeá-los usando a tomada MIDI Thru (figura 2). As informações geradas pelo instrumento transmissor chegam ao primeiro teclado receptor e são usadas por ele (desde que o canal de recepção esteja selecionado corretamente). Independentemente disso, as mesmas informações passam através do teclado receptor (saindo pela tomada MIDI Thru) e chegam à entrada MIDI In do módulo sintetizador, que usará (executará) as informações, desde que o canal de recepção esteja selecionado corretamente.

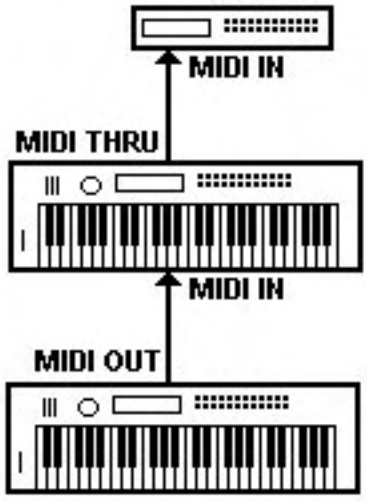


Figura 2

Bem, já que nosso assunto diz respeito a computador, por que não colocar um no sistema? Pela ilustração da figura 3 podemos observar que o computador pode funcionar tanto como receptor (quando você toca a música no teclado e o computador armazena as informações MIDI), quanto como transmissor (quando ele re-executa a música no teclado, a partir das informações armazenadas MIDI). Por isso, há duas ligações In-Out: uma do computador para o teclado; outra do teclado para o computador. As interfaces MIDI dos computadores em geral não possuem tomada MIDI Thru. Esse e outros aspectos referentes a interfaces MIDI serão abordados nos próximos artigos.

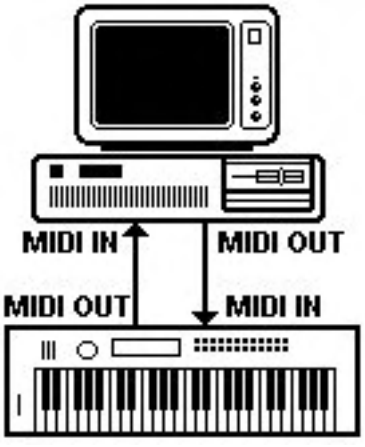


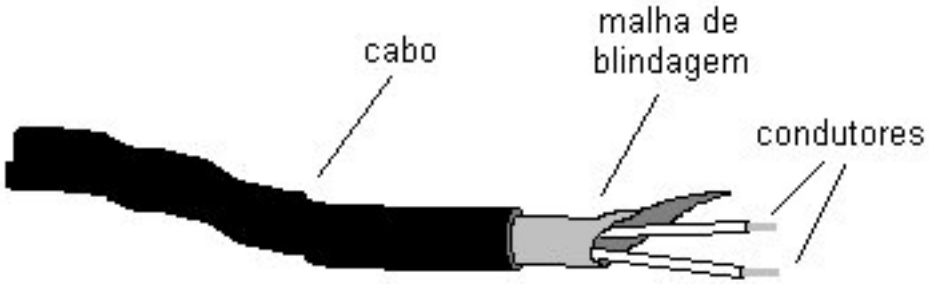
Figura 3

Não se esqueça de que a conexão física (com o cabo MIDI) não é a única coisa que tem que ser feita para que equipamentos possam operar interligados via MIDI. É preciso selecionar corretamente os canais de MIDI, bem como verificar alguns outros parâmetros relativos à transmissão e à recepção das informações. Veremos isso no próximo artigo.

Por dentro do cabo MIDI

Neste artigo, vamos abordar uma coisa que aparentemente pode parecer sem importância - pelo seu baixo preço e simplicidade - mas que, não funcionando corretamente, pode comprometer um sistema inteiro de dezenas de dólares.
O cabo MIDI é o elo de ligação entre dois equipamentos MIDI. É através dele que são transferidas as informações digitais que vão de um equipamento para outro (lembre-se de que o cabo MIDI transfere informações digitais, mas nenhum som - o som é produzido pelo instrumento que recebe os comandos MIDI).

À época da concepção do sistema de comunicação MIDI, no início dos anos 80, a idéia era usar componentes de baixo custo, que não encarecessem significativamente o projeto e fabricação dos equipamentos, e assim viabilizar a implementação do sistema por um maior número possível de fabricantes. Nesse sentido, optou-se pela utilização de cabo e conectores de fácil disponibilidade no mercado de eletrônica (imaginem o problema que seria se o MIDI utilizasse, por exemplo, um cabo de 128 vias, e conectores de 128 pinos!).



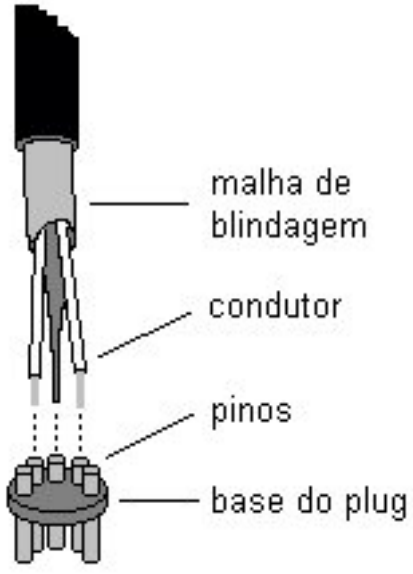
O cabo MIDI é, na verdade, um cabo de áudio (embora não passe som por ele!), do tipo usado por microfones balanceados. É um cabo blindado, composto de dois condutores e uma malha de blindagem ("shield"). Nas lojas de componentes eletrônicos esse cabo é conhecido como "cabo de microfone", "cabo balanceado" ou "cabo stereo" (possivelmente deve haver ainda outros nomes). Observe bem quanto à qualidade do cabo, no que se refere a acabamento de fabricação, tipo de malha de blindagem, e maleabilidade dos condutores. Não utilize um cabo demasiadamente fino (que sempre é mais barato), pois poderá não ter resistência mecânica adequada, com risco de romper os condutores. No Brasil, temos algumas boas opções: Santo Angelo MIDI Cable, Santo Angelo MIC Cable 2x22, Tiaflex 2x22, e Kmp 2x22.

Informação técnica

A transmissão de dados MIDI é serial, e é feita à velocidade de 31.250 bits por segundo. Embora isso fique um pouco acima do limite superior da banda de áudio (20 kHz), a maioria dos cabos de áudio suporta muito bem esse sinal. A especificação técnica do MIDI (MIDI Specification 1.0) recomenda que o cabo MIDI não tenha um comprimento superior a 15 metros.

Vamos agora falar um pouco sobre o plug MIDI. Na verdade, o plug usado para a conexão MIDI é o famoso "plug Philips", um componente muito antigo do setor de áudio. Esse plug, tecnicamente denominado como plug DIN de 5 pinos em 180°, é também de fácil aquisição nas lojas especializadas. Atente para ofato de que os cinco pinos estão posicionados em semi-círculo (180°). Embora o plug tenha cinco pinos, o MIDI só utiliza efetivamente os três do meio. Nas lojas de eletrônica, você encontará com facilidade os plugs da Emetal, que são uma opção de boa qualidade.

A malha de blindagem do cabo deve ser soldada ao pino central do plug, e os dois condutores devem ser soldados nos dois pinos adjacentes (os dois pinos das extremidades não devem ser usados). Ao soldar os condutores, preste atenção na posição: se num dos plugs o condutor vermelho, por exemplo, for soldado no pino à esquerda do pino central, então no outro plug o condutor vermelho deve ser soldado no pino de mesma posição.



Se você tem habilidade manual e um pouco de experiência com soldagem de eletrônica, a montagem do cabo MIDI é muito fácil. Você precisará de um ferro de soldar comum (com ponta fina), um rolo de fio de solda para eletrônica (chumbo-estanho). Uma pinça com trava ou um alicate de bico podem ser de grande utilidade para segurar o plug ou o condutor.

Se você pretende montar muitos cabos, uma boa idéia é construir uma "base de trabalho", usando um pedaço de madeira do tamanho de um taco de assoalho, e nele fixar uma tomada MIDI fêmea; essa tomada fêmea poderá então ser usada como um excelente suporte para o plug, facilitando o trabalho de soldagem em seus terminais. E se você não tem experiência com soldagem, vale a pena seguir os conselhos abaixo:

- Deixe o ferro de soldar esquentar o suficiente. Para saber se ele já está na temperatura ideal, encoste o fio de solda na ponta do ferro e verifique se ele se derrete com facilidade. O segredo da soldagem está na fusão correta da solda.
- Não se esqueça de colocar as capas dos plugs no cabo, antes de fazer a soldagem nos pinos. Enfie no cabo as capas plásticas dos plugs, já na posição correta em que ficarão.

- Não é necessário fazer pressão com o ferro sobre o fio e o terminal. Simplesmente encoste o fio de solda no fio do condutor, estando este último devidamente posicionado no terminal; encoste então a ponta do ferro no fio de solda, e deixe-o derreter-se completamente sobre o condutor, formando um corpo que une este com o pino do plug.

- Não deixe a ponta do ferro muito tempo encostada ao pino do plug. Se isso acontecer, a base plástica do plug poderá derreter, e deformar-se.

- Observe bem se todos os pequenos fios do condutor estão juntos. Um pequeno fio que se encoste no pino vizinho, embora não ofereça risco de danos aos equipamentos, pode impedir o funcionamento do cabo MIDI.

- Preste sempre atenção em tudo o que está fazendo. A maioria dos erros ocorre por desatenção. Após terminar o trabalho, não se esqueça também de limpar a ponta do ferro de soldar (usando um pano úmido), e depois desligá-lo!

Finalmente, algumas dicas úteis:

- Evite enrolar o cabo em espirais muito pequenas, pois isso pode forçar demais seus condutores. Tente sempre enrolar o cabo do mesmo jeito que estava. Preferencialmente, guarde seus cabos pendurados, sem enrolá-los.

- Nunca desconecte puxando pelo cabo. Puxe sempre pela capa do plugue, de forma a evitar esforços sobre os pontos de solda.

- Identifique os seus plugs, usando uma etiqueta ou fita colorida. Isso facilitará bastante quando você tiver que alterar as conexões, principalmente se elas estão atrás de racks ou em lugares de visibilidade precária e/ou acesso mais complicado.

- Evite que os cabos fiquem pelo chão, pois podem amassados por cadeiras, móveis e equipamentos.

- Tenha sempre cabos de reserva, principalmente em shows. Evite que um componente tão barato comprometa seu trabalho...

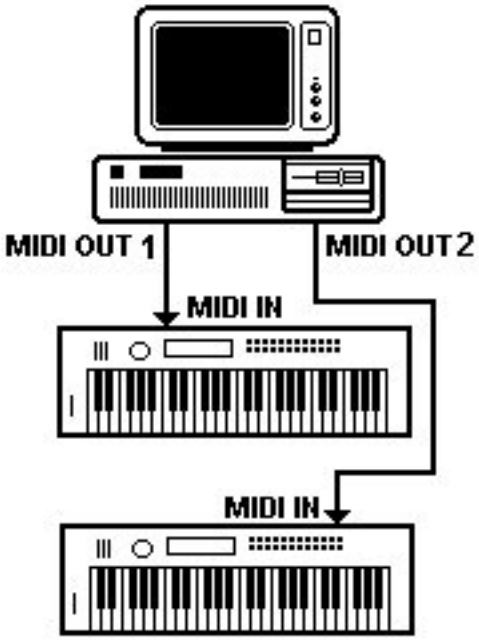
E como já dizia o General MIDI:

> "Um bom cabo, antes de mais nada, tem que ser bem soldado".
> *(hum, essa foi horrível!)*

Os canais de MIDI

No artigo anterior, vimos alguns exemplos de como interconectar equipamentos MIDI, mas alertamos para o fato de que não basta haver a conexão física para que o sistema funcione. É preciso que os equipamentos estejam ajustados adequadamente.

Para transmitir informações de notas e outros eventos musicais (como o acionamento de pedais, por exemplo), o sistema MIDI dispõe de 16 canais. A coisa funciona de forma bastante semelhante ao sistema de TV: se o transmissor utiliza um determinado canal MIDI (digamos, canal 1), o equipamento receptor só poderá efetivamente receber as informações se estiver ajustado também para mesmo canal MIDI (no caso, o canal 1). Os equipamentos atuais possuem ajustes separados de canal de transmissão e de recepção, o que significa, por exemplo, que um sintetizador pode estar configurado para transmitir MIDI pelo canal 2, e receber pelo canal 4. Na verdade, como os instrumentos mais modernos são "multitimbrais" (veja adiante), podem receber em vários canais simultâneos, independentemente do ajuste do seu canal de transmissão.



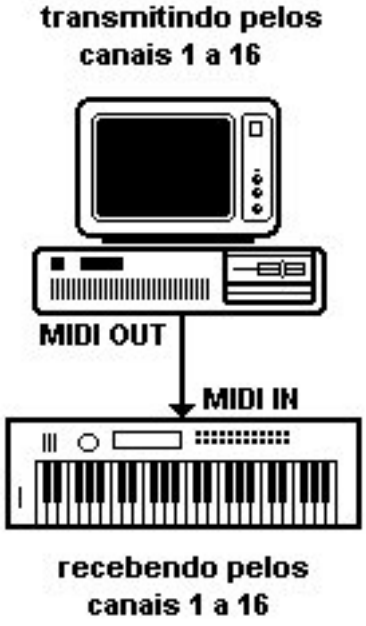
Então, uma providência essencial ao se conectar dois ou mais equipamentos MIDI é verificar se eles estão configurados corretamente quanto aos canais de transmissão e recepção. Sem isso, provavelmente o sistema não funcionará. Nos sintetizadores e equipamentos MIDI, os ajustes de canais de transmissão e recepção são efetuados em funções em geral denominadas MIDI TX CH e MIDI RX CH.

O número máximo de canais de MIDI "trafegando" pelo cabo é 16, mas esse limite não significa que você não poderá trabalhar com mais do que 16 instrumentos individuais. Nos estúdios profissionais, para se ultrapassar o limite dos 16 canais, usam-se equipamentos (ex: interfaces MIDI) com múltiplas portas de saída MIDI Out, de forma que por cada uma são transmitidos simultaneamente 16 canais MIDI. Assim, um sistema com oito saídas MIDI Out (o que não é tão raro assim) pode trabalhar com até 128 canais de MIDI, o que significa poder comandar até 128 instrumentos diferentes, ao mesmo tempo (imagine uma banda com 128 músicos!). Na verdade, como o MIDI é

utilizado para controlar outros equipamentos além dos instrumentos musicais, alguns canais são usados para controlar processadores de efeitos, mesas de mixagem e outros recursos de estúdio.

Sintetizadores multitimbrais

Este tipo de sintetizadores começou a se popularizar no final dos anos 80, e hoje é difícil encontrar um instrumento que não tenha essa característica. Num equipamento multitimbral é como se existissem vários sintetizadores embutidos na mesma "caixa". Em geral, eles possuem 16 "partes timbrais", onde cada uma delas pode tocar um timbre (instrumento) diferente. Dessa forma, o mesmo equipamento pode executar todo o arranjo de uma música (bateria, baixo, paino, cordas, sax, etc). Cada parte timbral atua como um instrumento "receptor", operando em seu próprio canal de recepção MIDI (o canal 10 é reservado para bateria e percussão). Se duas partes timbrais estiverem configuradas para receber pelo mesmo canal de MIDI, elas executarão juntas exatamente as mesmas notas.



A multitimbralidade viabilizou uma redução muito grande de custo nos estúdios MIDI, pois hoje um sintetizador multitimbral pode fazer sozinho o que antes só era possível com vários equipamentos separados. Além disso, ganha-se em espaço e em praticidade também (com um menor número de equipamentos dentro do estúdio).

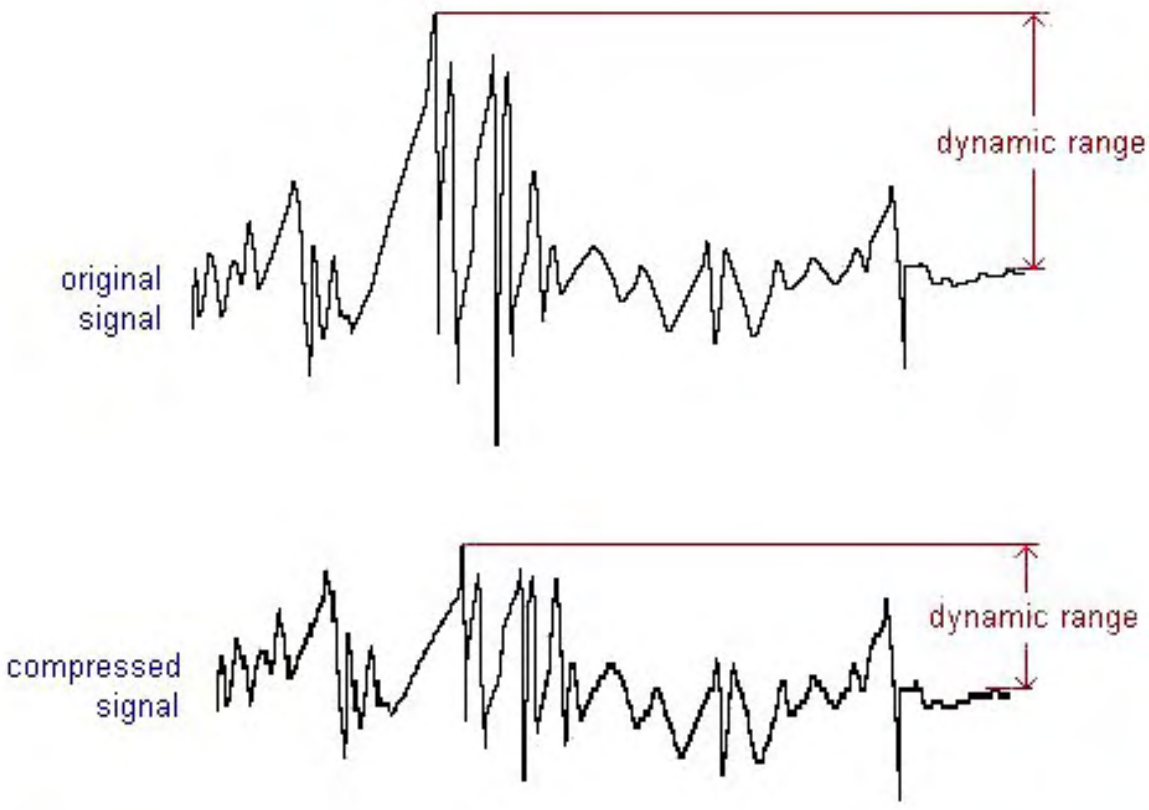
Compressão via MIDI

Corrigindo no seqüenciador as discrepâncias de dinâmica das notas

Compressão dinâmica - conceito

A compressão dinâmica ("dynamic compression") é um processo utilizado em áudio para reduzir diferenças de amplitude (volume) existentes em um sinal sonoro. Ela é muito útil quando se quer corrigir variações ou flutuações de volume de voz, resultantes de deficiências da captação, por causa da movimentação do cantor (ou locutor) à frente do microfone ou mesmo por sua incapacidade de manter um volume constante da voz.

A compressão dinâmica também pode ser usada para fazer com que o som fique sempre dentro de determinada faixa dinâmica ("dynamic range"), evitando momentos muito baixos ou muito altos, e tornando a audição - em alguns casos - mais inteligível.



O processo de compressão é proporcional, de forma que níveis muito altos são muito reduzidos, níveis ligeiramente altos são pouco reduzidos, níveis dentro do valor desejado não são alterados, níveis ligeiramente baixos são pouco aumentados, níveis muito baixos são muito aumentados, e para efetuar o processo deve haver um nível de referência. A tabela mostra uma simulação numérica aproximada do processo, com os valores antes e depois da compressão.

Nível de referência = 60

antes	depois
120	90
80	70
60	60
30	40
1	20

A contrapartida da compressão é a perda da realidade dinâmica original. Uma execução de música, por exemplo, pode conter partes de volume muito baixos (um solo de clarineta, por exemplo) e partes muito fortes (tutti). Efetuando-se compressão, tais diferenças são perdidas, alterando-se portanto a idéia original do compositor, que era a de criar contrastes dinâmicos.

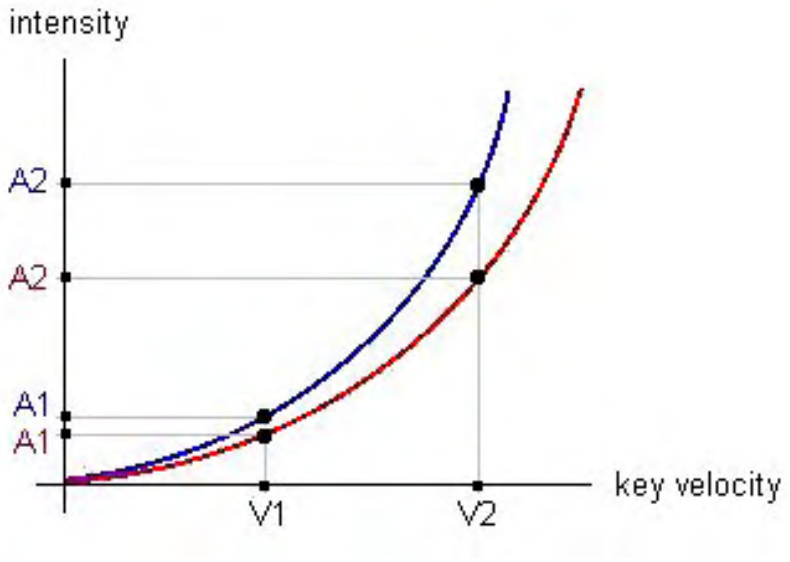
Muitas vezes, a redução da faixa dinâmica é necessária por razões técnicas, como é o caso de gravações em fita: o sinal na fita não pode conter todas as nuances de dinâmica reais (se for muito baixo, aparece ruído; se for muito alto, distorce), e portanto deve ser comprimido para ser gravado. Existem dispositivos especiais que comprimem ao gravar, e descomprimem na reprodução, devolvendo a característica original do sinal.

A quantidade (magnitude) de compressão em geral pode ser ajustada, de forma a obter-se o resultado desejado. Nossa análise, no entanto, não tem por objetivo abordar todas as características e aplicações da compressão (e descompressão), mas apenas apresentar seu conceito, para que possamos compreender o processo de compressão MIDI.

Discrepância de dinâmica em MIDI - um caso comum

É muito comum o músico se defrontar com problemas de dinâmica em notas gravadas no seqüenciador. Isso freqüentemente ocorre quando uma música que foi feita para um instrumento que possui uma resposta dinâmica irregular é posta para tocar em outro com resposta mais uniforme. Nesses casos, ocorre que o músico teve que tocar algumas notas muito fortes, para que pudessem ser ouvidas, e outras fracas, para não sobressairem muito. Quando essa mesma execução é posta para tocar em outro equipamento, com resposta mais uniforme, certamente algumas notas vão soar muito baixas enquanto outras soam muito altas, não reproduzindo então a situação original.

Para ilustrar o exposto, observe a figura abaixo, que mostra a representação gráfica da resposta de dois instrumentos aos valores de "key velocity". Podemos perceber que, para uma força (key velocity) de execução de nota igual a V1, os instrumentos produzem notas com intensidades ("intensity") muito próximas (A1), mas para um key velocity igual a V2, há uma grande diferença de intensidades (A2). Na prática, as curvas de resposta podem possuir formatos diversos, não exatamente como as ilustradas na figura, podendo ser bem mais irregulares (o que faz as diferenças serem imprevisíveis).



Isso serve para ilustrar as diferenças de dinâmica que podem acontecer quando uma determinada música MIDI é executada por um ou por outro instrumento.

Além disso, no caso de execuções de percussão, as discrepâncias podem acontecer individualmente, para cada peça da bateria. Por exemplo: a parte rítmica de uma música é criada usando um determinado módulo MIDI de percussão, com resposta ruim, onde o músico executou os instrumentos de ritmo de tal maneira que os sons ficassem equilibrados (mixados); então, ao usar um outro equipamento MIDI para executar a mesma música, e este possuir uma resposta mais uniforme, as execuções discrepantes (pois o músico teve de compensar na mão a resposta inadequada do equipamento) farão com que os instrumentos de percussão soem desequilibrados (ex: bumbo muito alto, contra-tempo baixa, etc), devido às diferenças de resposta.

Usando-se compressão, não se resolve plenamente o problema, mas é possível minimizá-lo e tornar a execução razoavelmente aceitável. O ideal, na realidade, seria ajustar todos os key velocities individualmente, de acordo com a resposta do novo equipamento, o que é um processo bastante trabalhoso. A compressão, no entanto, é uma solução fácil e rápida.

Compressão dinâmica em MIDI

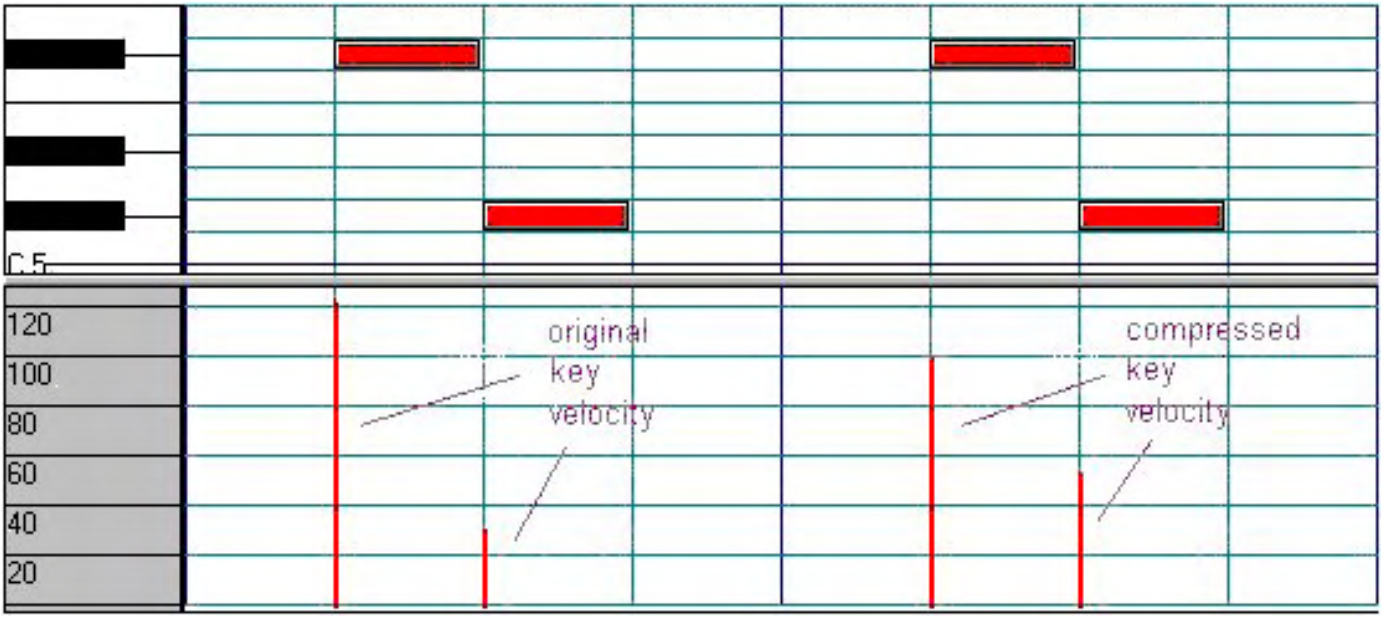
O objetivo (e o resultado) da compressão MIDI é o mesmo da compressão dinâmica de áudio: minimizar as diferenças de amplitude. O grau dessa minimização pode ser controlado, através da manipulação de parâmetros adequados. Vejamos como o processo ocorre.

A intensidade dos sons, quando codificados em formato MIDI, está nos valores de key velocity associados a cada nota. Portanto, se alterarmos tais valores, produziremos alterações de intensidade (volume) nas notas. Dessa forma, para aumentarmos a intensidade de uma nota, basta aumentar seu valor de key velocity, e para diminuir sua intensidade, basta diminuir seu key velocity.

Sabendo disso, podemos então produzir compressão através de um processo coordenado em que os key velocity muito altos são reduzidos, enquanto os muito baixos são aumentados, e os

valores intermediários são aumentados ou reduzidos, baseados em um valor de referência, ao qual os demais vão se aproximar.

A figura mostra as situações de duas notas MIDI antes e depois da compressão. Na situação original, as notas possuem valores de key velocity bastante diferentes, enquanto depois de aplicar-se compressão, seus key velocity estão bastante próximos.



Para efetuar este tipo de alteração, alguns seqüenciadores oferecem recursos adequados, através da manipulação inteligente dos valores dos key velocity, conforme um critério de redução/aumento, em torno de um valor médio de referência, ou através da definição prévia da faixa dinâmica (em termos de key velocity) permitida.

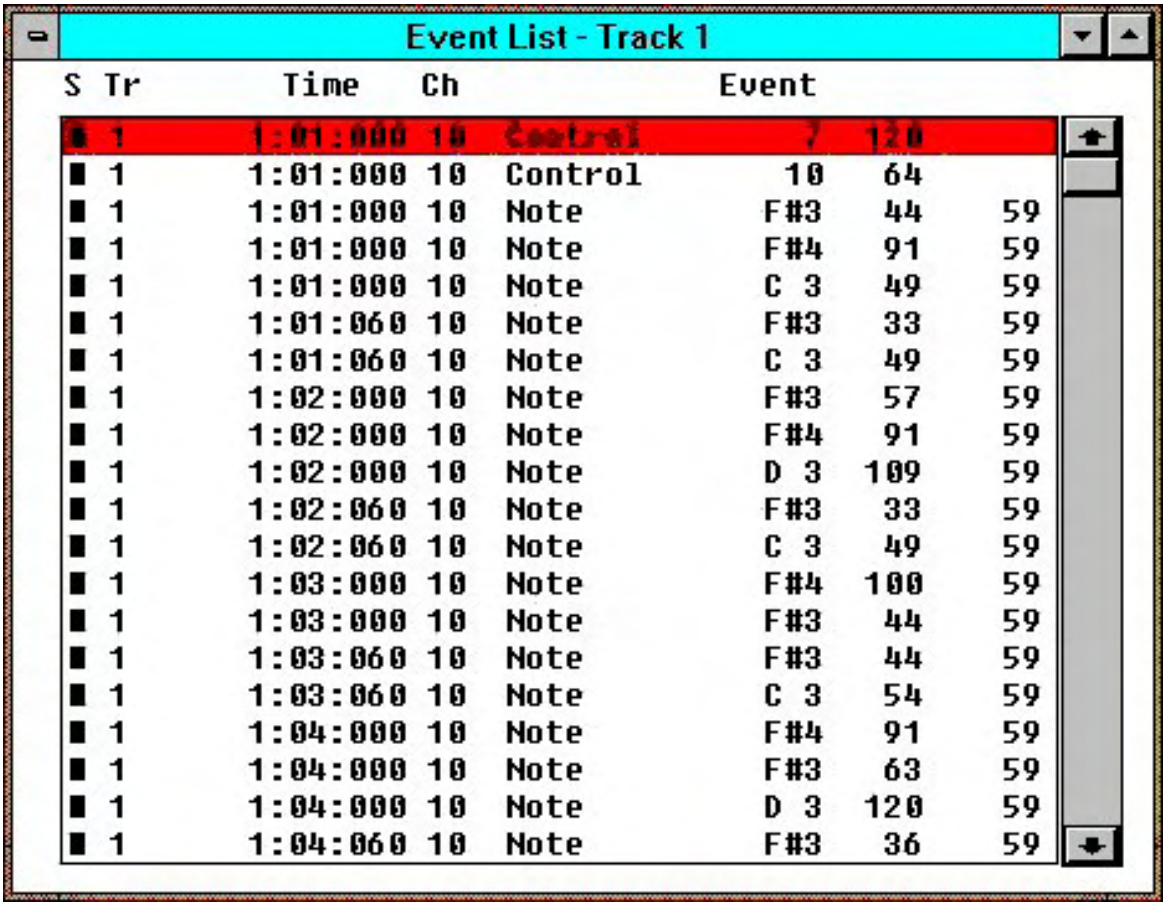
Neste tutorial, realizamos o processo em dois softwares seqüenciadores: o *Power Tracks* (PG Music) e o *Cakewalk Professional* (Cakewalk Music). Veja os procedimentos em cada um, a seguir.

Criando compressão dinâmica no seqüenciador *Power Tracks*

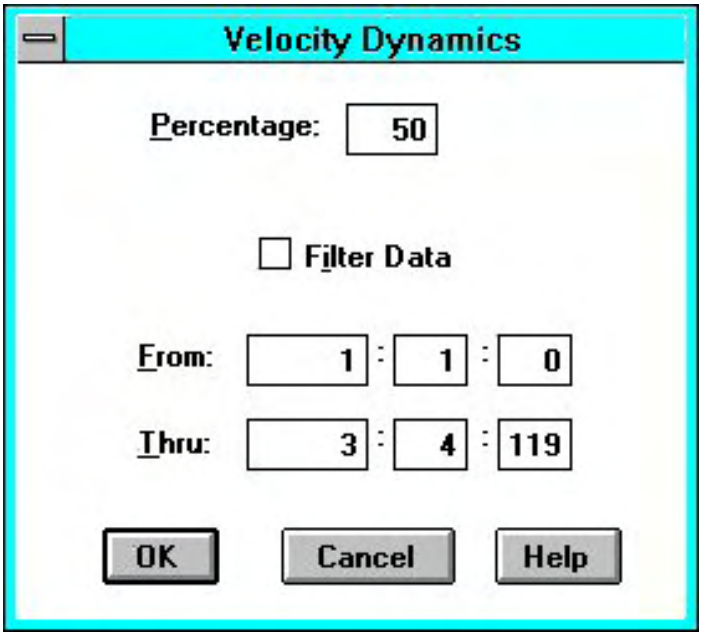
Tomemos como exemplo alguns compassos de bateria, onde os instrumentos não estão devidamente equilibrados. Podemos observar que o bumbo está sempre mais fraco, enquanto a caixa está sempre mais forte.

A compressão dinâmica no *Power Tracks* é bastante fácil, uma vez que já existe um comando específico para isso, no menu *Edit*, chamado *Velocity Dynamics*.

As notas dos compassos de bateria são mostradas na janela da lista de eventos, pois o *Power Tracks* não oferece visualização gráfica do tipo *piano-roll*. Na coluna Event os nomes das notas (que correspondem aos instrumentos de percussão); à direita das notas estão suas respectivas intensidades (key velocity). Observe que realmente há uma discrepância de dinâmica: a caixa (D3) está muito mais forte do que o contra-tempo (F#3).



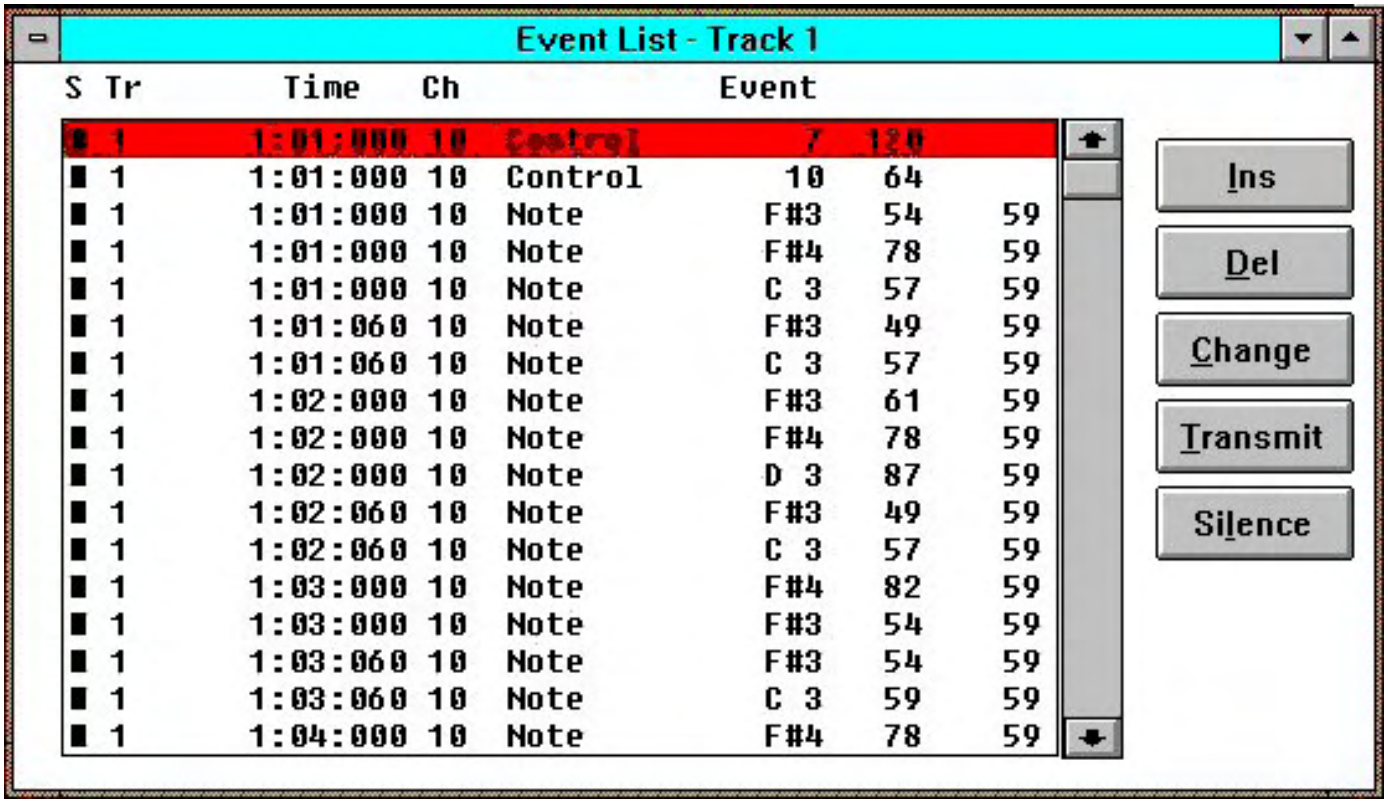
Para efetuar uma compressão dinâmica, basta marcar (selecionar) o trecho desejado (*From ... Thru*), e então aplicar a função *Velocity Dinamics* (menu *Edit*):



Pelo parâmetro *Percentage* podemos determinar o quanto os valores de key velocity das notas serão aproximados - percentualmente - ao valor médio de referência (o valor médio é a média dos valores de key velocity das notas do trecho marcado). Usando-se um valor de 50%, por exemplo, fará com que os key velocity das notas sejam aproximados 50% da diferença que eles

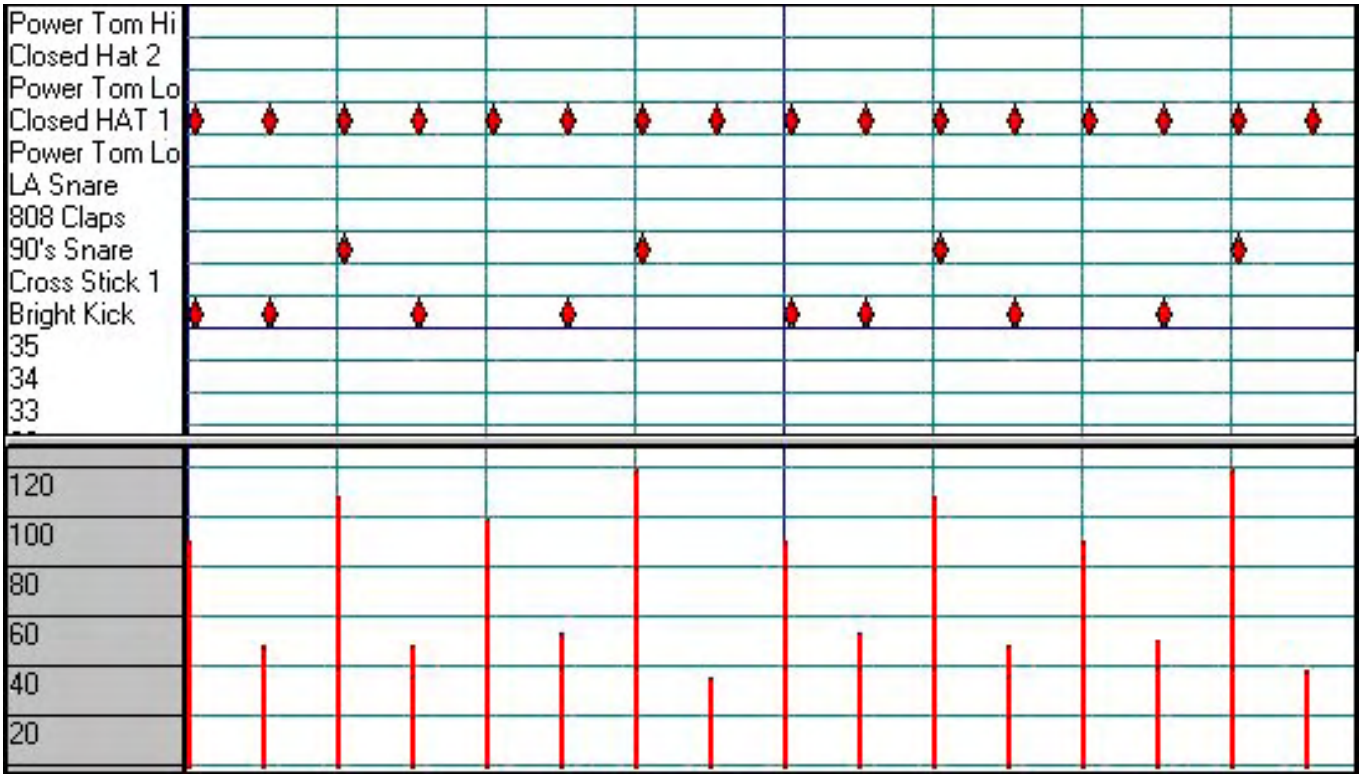
têm em relação ao valor médio. Se o valor do key velocity de uma nota é 100, e o valor médio é 50, então a aproximação de 50% vai alterar o key velocity dessa nota para 75.

Dessa forma, aplicando-se uma aproximação de 50% às notas da seqüência apresentada no exemplo, tem-se o resultado apresentado na figura abaixo.



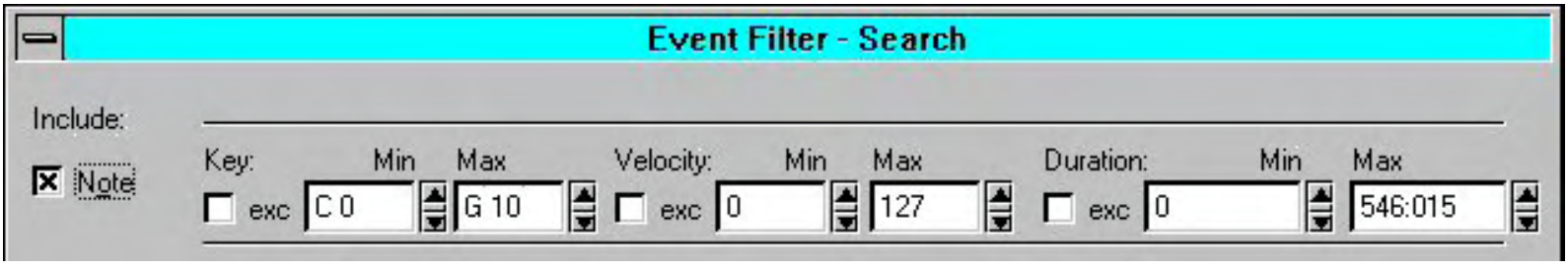
Criando compressão dinâmica no seqüenciador *Cakewalk*

Tomemos como exemplo alguns compassos de bateria, onde os instrumentos não estão devidamente equilibrados. Podemos observar que o bumbo está sempre mais fraco, enquanto a caixa está sempre mais forte.



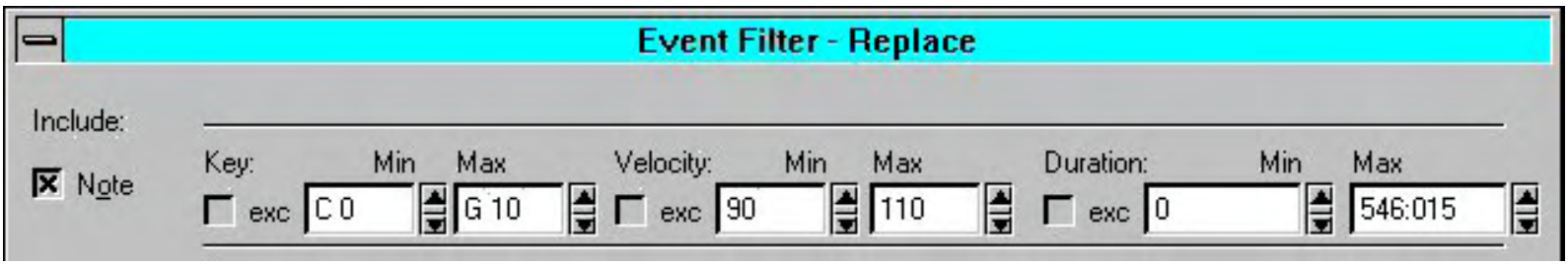
Para comprimir o trecho no *Cakewalk*, em primeiro lugar é necessário marcar o trecho desejado. Em seguida, usa-se a função *Interpolate*, que é dividida em duas etapas.

A primeira etapa da compressão - *Search* - é a busca dos eventos a serem alterados; como somente serão editados eventos de *Notes*, os demais eventos não devem ser selecionados para edição.

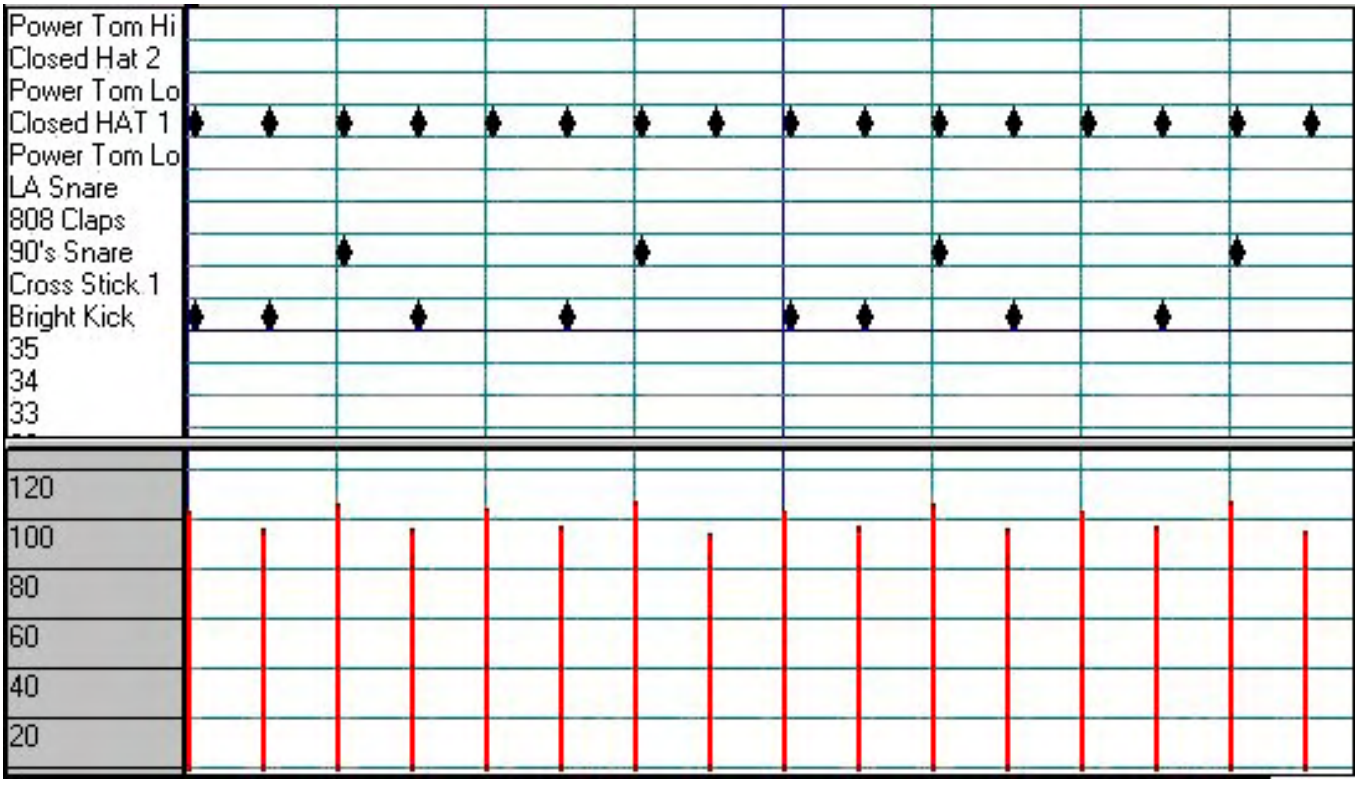


A faixa de notas (*Min-Max*) é a faixa total, pois todas as notas devem ser incluídas na busca; a faixa de valores de key velocity também é a faixa total, pois todas as notas (fracas ou fortes) devem ser manipuladas; idem para as durações das notas (no caso de bateria, isso não é relevante).

Feita a busca, devem ser indicadas as características de alteração, na etapa de *Replace*. A faixa de notas permanece a mesma, mas a nova faixa de valores de key velocity deve ser diferente, pois é ela quem vai determinar a compressão.



No nosso exemplo, atribuímos uma faixa de 90 a 110; isso significa que a faixa dinâmica original, que ia de 0 a 127, ficou agora entre os limites de 90 e 110 (o que significa que o valor médio de referência deve estar em torno de 100). Dessa forma, key velocities muito baixos serão extremamente aumentados, para se aproximar de 100, enquanto os muito altos, serão ligeiramente reduzidos. Podemos observar o resultado final pela figura a seguir, notando que sumiram as discrepâncias entre bumbos e caixas, e seus valores de key velocity agora estão em torno de 100, como previámos.



Texto apresentado no Informus Tutorial de mar/96

em 1996

Comandos MIDI de Control Change

Quando foi criado o padrão MIDI, através da MIDI Specification 1.0 (1983), não só foram definidas as características elétricas da transmissão de informações entre equipamentos, como também foram estabelecidos os códigos digitais para diversas mensagens de comando a serem transferidas de um instrumento para outro, como a execução de notas, por exemplo. Dentre essas mensagens, há uma categoria que engloba todos os tipos de controles, como ajuste de volume e de pan, posição do pedal de sustain, ajuste de tempo do portamento, de intensidade de efeitos, etc, e essas mensagens são chamadas de control change messages, ou mensagens de alteração de controle.

Como são diversos os comandos de control change, o assunto foi dividido em uma série de artigos, iniciando com este que trata de tópicos genéricos sobre os controles e detalha o Bank Select.

Considerações Iniciais

Os comandos de control change se subdividem em dois subgrupos: controles contínuos (cujo valor pode variar gradualmente) e controles liga/desliga (que atuam como chaves de dois estados).Todas as mensagens de control change contêm identificação de canal, para que possam ser dirigidas ao instrumento desejado, que está configurado para receber no mesmo canal em que a mensagem está sendo transmitida.

Quando o músico move algum dos dispositivos de controle de seu instrumento (pedal de volume, alavanca de modulation, etc), são transmitidas mensagens correspondentes de control change, que contêm três códigos, compondo o seguinte formato:

control change / canal
número do controle
valor do controle

O primeiro código identifica que a mensagem MIDI é de control change, e também informa qual o número do canal de MIDI em que ela está sendo transmitida; o segundo código identifica qual o controle (volume, pan, etc) que se está ajustando; o terceiro código indica qual o valor do ajuste a ser feito naquele controle.

Exemplo: Ao se pressionar o pedal de sustain de um instrumento que está transmitindo pelo canal MIDI nº1, é enviada a seguinte mensagem (através de MIDI OUT), contendo três códigos, aqui representados em hexadecimal:

B0 40 7F

No primeiro código, o valor B (que em decimal vale 11) identifica que o comando é de control change, e o valor 0 identifica que o comando está sendo transmitido pelo canal nº1; no segundo código, o valor 40 (que em decimal vale 64) identifica o número do controle (no caso, é o pedal de sustain); e finalmente no terceiro código, o valor 7F (que em decimal vale 127) indica que o pedal de sustain foi pressionado (onde valor 0=solto, e 127=pressionado).

Observe que o valor de canal 0 corresponde ao canal MIDI nº1, pois os 16 canais são codificados por números de 0 a 15:

em hexadecimal	em decimal	canal MIDI
0	0	1
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10
A	10	11
B	11	12
C	12	13
D	13	14
E	14	15
F	15	16

A especificação original estabeleceu 121 números para comandos de control change, mas alguns até hoje ainda não têm função definida, e continuam vagos para aplicações futuras, para o caso de novos dispositivos de controle que venham a ser implementados.

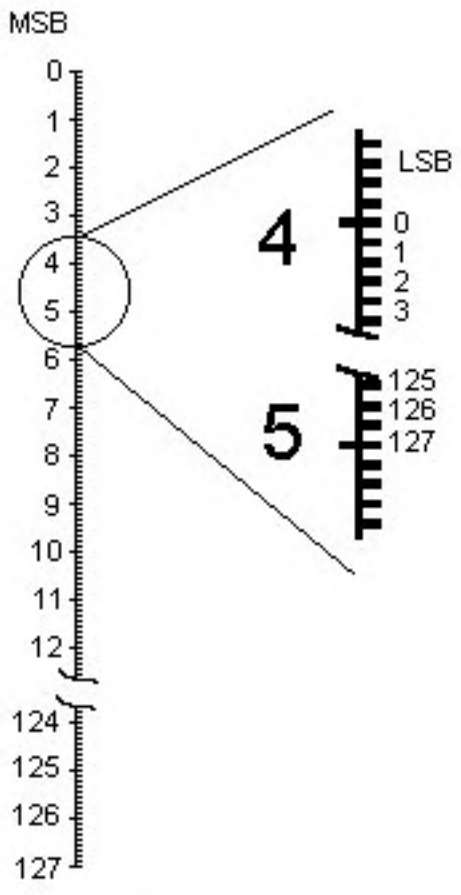


Figura 1: Ilustração do mecanismo de representação de valores com MSB e LSB.

Antes porém, é preciso esclarecer um aspecto importante a respeito da definição destas mensagens. Como com o grupo de três códigos só podemos ajustar os controles para valores dentro da faixa de 0 a 127 (veja exemplo anterior sobre o pedal de sustain), e como em alguns casos é necessário uma faixa maior de valores, criaram-se mensagens complementares, que são usadas quando se requer ajustes mais minuciosos (em mais do que 128 passos). Dessa forma, estabeleceu-se que quando um comando de control change necessita de uma precisão maior do que 128 valores, então é transmitida uma mensagem complementar, que pode indicar valores intermediários a cada um dos 128 valores originais. Os 128 valores originais são chamados de parte mais significativa (em inglês, most significant byte - MSB), enquanto os demais 128 valores intermediários são chamados de parte menos significativa (em inglês. least significant byte - LSB). Veja pela ilustração da Fig.1 que os valores MSB servem para ajustar controles que não necessitam de muita precisão. Caso seja necessária uma precisão maior, então usa-se um byte LSB para indicar o valor exato, com mais 128 níveis intermediários.

O valor MSB é o que é transmitido normalmente na maioria dos comandos de control change. Quando se precisa enviar também o LSB, então é transmitida uma mensagem complementar, cujo número de control change é igual ao número daquele controle somado de 32. Por exemplo, no caso do controle de volume (controle nº 7), quando apenas 128 níveis são adequados, então basta enviar uma mensagem de control change 7, com o valor desejado (de 0 a 127). Entretanto, caso se deseje ajustá-lo com mais

precisão, então é necessário enviar também uma mensagem de control change nº 39, com o valor LSB (de 0 a 127).

Importante: O ajuste só será preciso se o equipamento receptor tiver capacidade de efetuá-lo, caso contrário, ele ajustará dentro da precisão dele (descartando o LSB).

Condições para transmissão e recepção de control change

- É importante que se tenha em mente de que um equipamento só executará os ajustes de volume, pan, expression ou qualquer outro control change se estiver habilitado para isso. Alguns equipamentos permitem que se habilite ou desabilite individualmente a recepção de cada tipo de control change. No caso de equipamentos transmissores, vale o mesmo raciocínio, considerando que se pode habilitar ou desabilitar a transmissão de control change, individualmente ou não.

- É preciso também certificar-se de que os canais de recepção e de transmissão dos equipamentos envolvidos estão devidamente ajustados.

Veja a descrição detalhada de alguns comandos MIDI de control change nos tópicos abaixo:

- Control Change 0 - Bank Select
- Control Change 1 - Modulation
- Control Change 2 - Breath Controller
- Control Change 4 - Foot Controller
- Control Change 5 - Portamento Time
- Control Change 6 - Data Entry MSB
- Control Change 7 - Volume
- Control Change 8 - Balance
- Control Change 10 - Pan
- Control Change 11 - Expression

Os controles MIDI de numeros 64 a 69 atuam como chaves do tipo liga/desliga, possuindo apenas dois estados (On e Off). Eles podem ser implementados sob a forma de pedal (como o de sustain), ou mesmo uma chave ou tecla no painel do instrumento, com duas posições. Estes controles só utilizam uma parte de mensagem, que é o MSB, não possuindo o complemento LSB (parte baixa).

- Control Change 64 - Sustain On/Off
- Control Change 65 - Portamento On/Off
- Control Change 68 - Legato On/Off

Existem ainda outros comandos MIDI de control change que são chaves do tipo liga/

desliga implementadas como pedais. Eles são bem menos comuns nos instrumentos atuais, mas foram definidos na especificação MIDI para atender a possíveis necessidades em futuros instrumentos. São eles o Pedal de Sostenuto (control change nº 66), o Pedal Abafador (control change nº 67) e o Pedal de Hold-2 (control change nº 69). Todos eles podem assumir dois estados, ligado ou desligado, que são codificados, respectivamente, pelos valores 127 e 0.

Há ainda uma outra categoria de controles que, embora ainda usada em poucos equipamentos, tem grande potencial de uso. Eles são usados para controlar funções ou recursos dos instrumentos não cobertos pelos controles usuais (modulation, volume, pan, etc), e são designados como controles RPN e NRPN.

Controle nº 0 - Bank Select

Este número de controle estava sem função até o início dos anos 90. No passado, os idealizadores do MIDI não previram que os instrumentos poderiam chegar a ter centenas de timbres (programas) armazenados em sua memória interna (na época, os sintetizadores continham 16, no máximo 32 timbres). Por isso, a especificação original prevê um total de apenas 128 timbres possíveis de serem selecionados via mensagens de program change. Com o surgimento de instrumentos com enorme capacidade de armazenamento interno (alguns hoje com mais de 500 timbres!), houve a necessidade de se ampliar a possibilidade de seleção além de 128. Esse problema foi contornado com a criação da mensagem de seleção de banco de timbres (bank select), através da qual pode-se selecionar via MIDI um banco específico de timbres e então, no banco selecionado, escolher qual dos 128 timbres dele se deseja selecionar.

Para se codificar este comando, aproveitou-se a mensagem de control change nº 0, até então ainda vaga (sem utilidade), e deu-se a ela o nome de Bank Select. Essa mensagem só tem efeito se em seguida for enviada uma mensagem de program change.

Como a mensagem de bank select pode conter duas partes (veja tópico anterior sobre MSB e LSB), tem-se a possibilidade de se selecionar via MIDI um total de 16.384 bancos diferentes de timbres. Considerando que em cada banco pode-se ter até 128 timbres, então o MIDI atual permite ao músico selecionar um dentre 2.097.152 timbres diferentes!

O fato de se poder usar apenas uma (MSB) ou então duas partes (MSB e LSB) para se codificar o número do banco selecionado tem causado bastante confusão entre os usuários. Alguns equipamentos usam somente o MSB, como é o caso dos Roland JV-80, JV-880 e SC-55. Outros, como o JV-90, usam as duas partes (MSB e LSB). Dessa forma, é importante verificar exatamente como devem ser enviadas essas mensagens pelo seqüenciador, quando se quiser trocar os timbres dos instrumentos em uma música seqüenciada.

Exemplo 1: No Roland JV-90, para selecionar o timbre C67 Velocifex localizado no banco Preset D, é necessário selecionar primeiramente esse banco, e depois o timbre C67 (que é o 47º timbre do banco; program change = 47). O banco em questão pode ser selecionado via MIDI usando-se as mensagem de bank select MSB=81 e LSB=2. O MSB deve ser enviado pelo control change 0, enquanto o LSB deve ser enviado pelo control change 32. Na realidade, o número verdadeiro do banco é 10.370, que pode ser calculado da seguinte forma: MSBx128 + LSB, que dá 81x128 + 2 = 10.370. Em seqüenciadores onde o bank select é indicado por eventos diferentes para MSB e LSB, deve-se inserir os seguintes eventos:

control change 0	81
control change 32	2
program change	47

O primeiro evento define a parte alta do número do banco de timbres; o segundo a parte baixa do número do banco de timbres; e o terceiro define o número do timbre, de 1 a 128. No caso de seqüenciadores onde o bank select pode ser indicado por um único evento (contendo tanto o MSB quanto o LSB), o usuário deve inserir os seguintes eventos:

bank number	10370
program change	47

O primeiro evento define o número verdadeiro do banco de timbres; o segundo define o número do timbre, de 1 a 128.

Exemplo 2: No Roland Sound Canvas, para selecionar o timbre Ukulele, o nº 25 do banco de Variations nº 8, é necessário selecionar primeiramente esse banco, e depois o timbre 25 (program change = 25). O banco em questão pode ser selecionado via MIDI usando-se apenas a mensagem de bank select MSB=8, que pode ser enviado somente pelo control change 0. Na realidade, o número verdadeiro do banco é 1.024, que pode ser calculado da seguinte forma: MSBx128 + LSB, que dá 8x128 + 0 = 1.024. Em seqüenciadores onde o bank select é indicado por eventos diferentes para MSB e LSB, o usuário deve inserir os seguintes eventos (o control change 32 não é necessário):

control change 0	8
program change	25

O primeiro evento define a parte alta do número do banco de timbres, e o segundo define o número do timbre, de 1 a 128.

No caso de seqüenciadores onde o bank select deve ser indicado por um único evento (contendo tanto o MSB quanto o LSB), o usuário deve inserir os seguintes eventos:

bank number	1024
program change	25

O primeiro evento determina o número verdadeiro do banco de timbres, e o segundo determina o número do timbre, de 1 a 128. Na realidade, muitos fabricantes usam apenas o MSB (control change nº 0), como forma de reduzir a seleção de banco a uma única mensagem. Usando apenas o control change nº 0, temos os seguintes números verdadeiros de bancos:

control chge 0	no. do banco
0	0
1	128
2	256
3	384
:	:
80	10.240
81	10.368

Os valores intermediários só podem ser conseguidos se forem usadas mensagens de control change 32, que indicam a parte baixa do número verdadeiro (LSB).

Dessa forma, quando o manual de um equipamento menciona banco 80 e define que este é selecionado apenas por uma mensagem de bank select MSB = 80, na realidade, o número verdadeiro do banco não é 80, mas sim 80x128 = 10.240. Essa prática, porém, tem se tornado muito comum, e por isso o usuário deve estar ciente do processo de representação e cálculo do número do banco, para poder efetuá-lo corretamente em seu seqüenciador. Alguns seqüenciadores, como o Cakewalk, facilitam para o usuário, permitindo que este defina se seu instrumento trabalha com o bank select completo (control change 0 e 32), o que é designado por Normal, ou se ele usa apenas o MSB (control change 0) ou apenas o LSB (control change 32).

Em tempo: em alguns manuais, o comando de bank select é designado pela sigla CC0 (control change 0).

Controle nº1 - Modulation

O controle de modulation é um dos mais antigos dispositivos a ser implementado nos sintetizadores. Usado desde os primeiros Moogs, no final da decada de 60, em quase todos os instrumentos o modulation está localizado à esquerda do teclado, e são tres os seus formatos fisicos mais comuns: roda (Moog, Yamaha, Ensoniq, etc), alavanca (Roland) ou joystick (Korg, Polyfusion). Quando controlado por uma roda (modulation wheel), existe a vantagem de se poder posicioná-la em qualquer ponto, pois não há uma mola que a retorne para a posição de repouso). Já nos controles por alavanca ou joystick, isso não é possível, pois ao se soltar o controle, ele sempre volta à posição inicial.

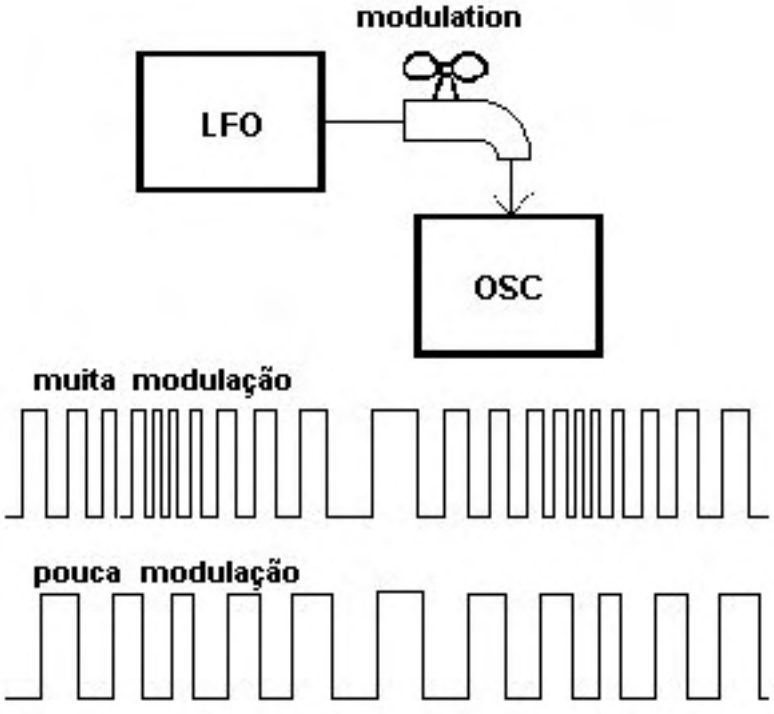


Figura 1: Aplicação do modulation para controlar a intensidade de vibrato produzido pelo LFO sobre o oscilador gerador de som.

O nome modulation vem da função que normalmente este controle efetua, que é uma alteração ou modulação do som do sintetizador. Normalmente, usa-se o modulation para controlar a intensidade de vibrato (alteração ciclica da afinação), que é gerado pelo LFO do sintetizador. A ilustração da Figura 1 mostra o dispositivo de modulation representado como uma sendo uma torneira, que controla a quantidade de modulação produzida pelo LFO sobre a frequencia do oscilador, aumentando ou diminuindo a intensidade do vibrato. Na maioria dos sintetizadores, entretanto, é possível direcionar o controle de modulation para outras funções, como o ajuste do equilíbrio de volume entre dois timbres ou o controle da velocidade de oscilação do LFO.

Do ponto de vista MIDI, que é o que mais nos interessa no momento, ao se mover o dispositivo de controle de modulation (roda, alavanca ou joystick), são geradas inumeras mensagens MIDI de control change nº1, cada uma indicando cada posição em que passa o controle. De acordo com o padrão definido na MIDI Specification 1.0, o controle de modulation pode ter até 16.384 posições diferentes. Entretanto, praticamente nenhum equipamento utiliza esta resolução maxima, usando uma gama de 127 valores, como mostra a Figura 2 (para que se poder transmitir 16.384 valores, seria necessário usar o recurso de duas mensagens: control change nº1 - MSB, e control change nº33 - LSB).

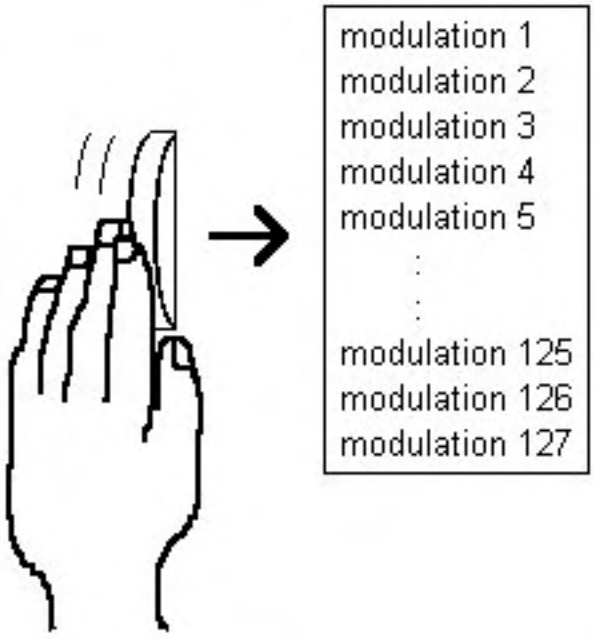


Figura 2: Movimentando-se o dispositivo de modulation, é transmitida uma mensagem MIDI
indicando o valor de cada posição pela qual ele passa.

Quando operando com equipamentos controlados via MIDI, há algumas considerações importantes a respeito do controle de modulation:

- Função efetiva: Ao se fazer a conexão via MIDI de um teclado a outro equipamento (outro teclado ou um modulo), é importante saber quais as funcoes executadas no equipamento controlado (receptor) para cada mensagem recebida por ele. Como já foi mencionado aqui, embora na maioria dos equipamentos, o comando de modulation atue sobre a intensidade do vibrato, muitos equipamentos podem ter suas funcoes reconfiguradas, de forma que seja possível usar a mensagem MIDI de control change nº1 (originalmente definida como modulation) para atuar sobre outro parametro, tal como volume, velocidade do LFO, intensidade de efeito, etc. No E-mu Morpheus, por exemplo, diversos patches usam as mensagens de modulation para efetuar o morphing de um timbre para outro. Dessa forma, é importante saber o que se está controlando via MIDI no(s) outro(s) equipamento (s), ao se mover o dispositivo de controle de modulation no equipamento controlador (transmissor).

- Faixa de atuação: Quando usando o modulation para controlar via MIDI algum parametro de outro equipamento, é importante tambem verificar a faixa de valores que atuarão efetivamente sobre o parametro controlado. Alguns instrumentos, como o E-mu Proteus e o Alesis Quadrasynth, por exemplo, possuem ajustes do tipo amount ou modulation level, que determinam a extensão da controlabilidade efetiva que os valores das mensagens MIDI de modulation terão sobre o parametro controlado

- Reset de modulation ao interromper uma sequencia: Durante a elaboração de uma música no sequenciador, muitas vezes é necessario interromper sua execução no meio (efetuando Stop). Nesses casos, se no momento em que a música foi interrompida estava sendo efetuado um controle de modulation, então é muito provavel que o instrumento receptor fique com o modulation ligado, pois a música foi interrompida antes que ele pudesse receber as mensagens que desligariam gradualmente o modulation. Isso faz com que, ao se reiniciar a música de outro ponto, o timbre toque com vibrato ou outro efeito que estivesse sendo controlado pelo modulation. Diversas providencias podem ser tomadas para acabar com o efeito:

    - desligar e ligar novamente o instrumento, o que em geral faz restaurar as condicoes normais de operação;
    - direcionar o teclado controlador para o canal daquele instrumento e mover o dispositivo de modulation (roda, alavanca ou joystick) para a posição de valor zero;
    - usar algum recurso de reset de control change no sequenciador. Essa ultima opção é a mais pratica. Nos sequenciadores portáteis (ex: Roland MC-50), em geral há uma função MIDI Update ou similar, que, entre outras coisas, atualiza todos os valores de controles; nos softwares sequenciadores (ex: Power Tracks, Cakewalk, Master Tracks), isso é efetuado se estiver habilitada uma opção do tipo patch/controllers search back ou chase controllers.

Controle nº2 - Breath Controller

O controle por sopro ou breath controller foi uma idéia original usada praticamente só pela Yamaha. É um dispositivo que permite ao músico usar o sopro para controlar algum parâmetro do som do sintetizador. Definido à época da criação do MIDI, o breath controller foi incluído já nos primeiros DX7, em 1984.

O dispositivo, com o aspecto de um apito, funciona da seguinte forma: um transdutor converte a pressão do ar produzida pelo sopro em corrente elétrica que, através de um fio aciona uma entrada de sinal no sintetizador. Esse sinal é então direcionado para atuar sobre algum dos parâmetros do som, como volume ou vibrato. Dessa forma, o músico pode criar alterações no timbre que está executando, sem ter que usar as mãos ou os pés, que ficam livres para outras funções. O sinal de controle produzido pelo breath controller também é codificado como um comando MIDI, e a intensidade do sopro é transmitida através da mensagem de control change 2, com valores contínuos que podem variar de 0 (inativo) até 127.

Como todas as demais mensagens de control change, esta também utiliza um canal de MIDI (o canal de transmissão que está sendo usado pelo teclado, modulation, pitchbend, etc). A atuação que o comando de breath controller terá em um outro equipamento que o está recebendo via MIDI dependerá, obviamente, se este último reconhece o control change 2, e para qual função ele está direcionado a atuar.

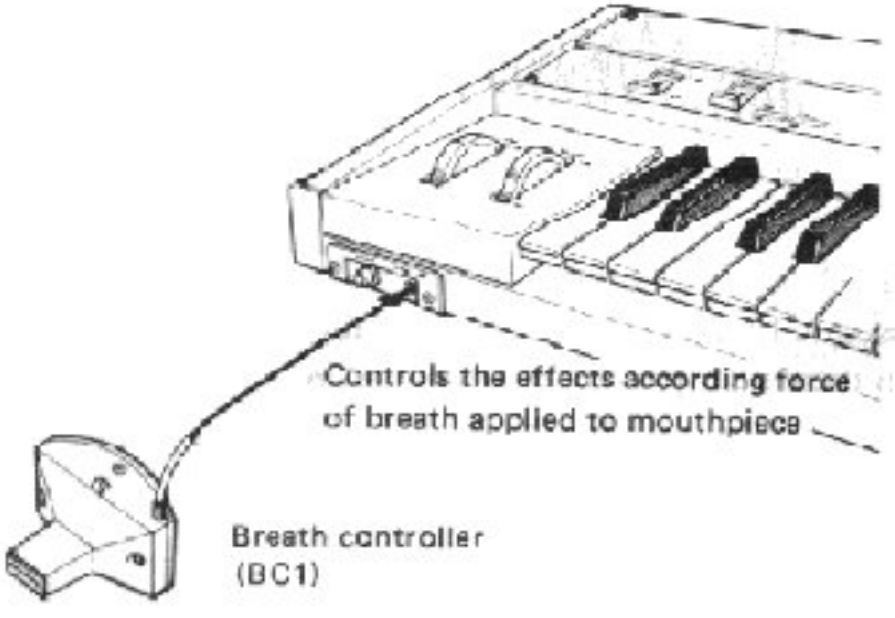


Figura 1 - Breath Controller no Yamaha DX7

Hoje, muitos equipamentos que não implementam breath controller usam o control change 2 para outra função, em geral controlado por um botão deslizante (slider) no

painel, de função programável.

Controle nº4 - Foot Controller

O control change 4 foi definido na especificação original como um comando para ser gerado por um dispositivo de pedal de ação contínua (gradual), e sua atuação específica (o parâmetro que altera) pode ser programada no instrumento. No velho DX7, por exemplo, o foot controller é um pedal daqueles similares a um acelerador, e é usado para dosar a intensidade de atuação do LFO. O movimento do pedal gera mensagens MIDI de control change 4, que transmitem a sua posição física, identificada por valores de 0 (pedal totalmente para trás) a 127 (pedal totalmente para a frente). Já no E-mu Proteus, o comando MIDI de control change 4 não tem função específica, e ao ser recebido via MIDI pode ser direcionado para atuar em um dentre diversos parâmetros.

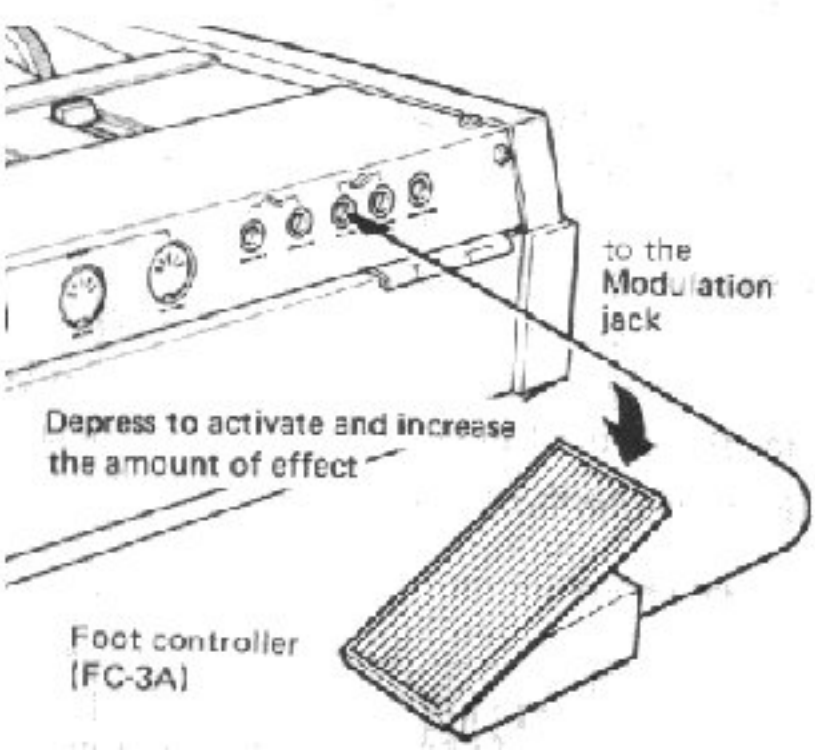


Figura 1 - Foot controller usado pelo Yamaha DX7

Controle nº5 - Portamento Time

Este controle foi idealizado para ajustar, via MIDI, o tempo do portamento, que é um efeito semelhante ao pitchbend, obtido quando se passa da freqüência de uma nota para a de outra. É o efeito que o violinista faz ao deslizar o dedo da mão esquerda na corda, enquanto passa o arco sobre ela. O tempo do portamento é, portanto, o intervalo de tempo que decorre para ir da nota inicial até a nota final.

Nos sintetizadores que produzem portamento, é possível programar-se o tempo de portamento, como um dos parâmetros configuráveis no timbre ou performance. O comando MIDI de control change 5 foi criado para que esse ajuste possa ser feito também via MIDI, de forma que o músico, de seu teclado controlador, possa ajustar o tempo de portamento de um ou mais equipamentos remotos. A faixa de valores de ajuste via MIDI de tempo de portamento, através do comando de control change 5 vai de 0 (tempo=0) até 127 (tempo=máximo).

O valor exato do tempo máximo de portamento não depende do comando de control change 5, pois esse só determina que seja ajustado para o máximo, cujo valor - em segundos - depende do instrumento que o está recebendo o comando. Supondo que um determinado instrumento possa ter o portamento ajustado de 0 a 5 segundos, então ao receber um comando de control change 5 = 127, o tempo de portamento será ajustado para 5 seg. Se o mesmo comando for enviado a um instrumento cujo tempo máximo de portamento seja 3 seg, então ao receber control change 5 = 127 ajustará o tempo de portamento para 3 seg.

Controle nº6 - Data Entry MSB

Este controle foi criado com o objetivo de se poder efetuar ajustes de parâmetros diversos via MIDI. O Data Entry, cuja tradução mais próxima seria entrada de dados, é o controle onde se faz o ajuste fino de valores de parâmetros de edição. Em muitos instrumentos e equipamentos ele é designado por Value. Dessa forma, na especificação MIDI original, foi prevista uma mensagem de control change (nº6) que pudesse transmitir o movimento que se faz naquele controle de ajuste de valores. No entanto, nem todos os equipamentos transmitem essa informação quando o botão ou slider de Value é movido. Também no caso da recepção, nem todos reconhecem o control change 6. Alguns o reconhecem, mas não especificamente com o objetivo de alterar valores de edição, mas sim permitindo que este comando seja redirecionado para ajustar outro tipo de parâmetro, como volume, intensidade de LFO, etc, como ocorre no Proteus e demais módulos da E-mu. A faixa de valores do Data Entry vai de 0 a 127 quando usado apenas o MSB, ou de 0 a 16.383, quando usado o control change 6 combinado com o control change 38 (LSB)

Recapitulando: parte alta (MSB) e parte baixa (LSB) dos controles

Os comandos de control change podem possuir dois tipos de precisão. Quando uma faixa de apenas 128 valores atende ao que se quer controlar, então é usada somente a parte alta (MSB - Most Significant Byte) da mensagem de control change, que pode assumir valores de 0 a 127. Os comandos de control change de 0 a 31 transmitem a parte alta, e por isso são chamados de MSB. Caso seja necessário uma gama maior de valores, então é necessário trabalhar com as duas partes do control change (alta e baixa): envia-se o control change MSB seguido do control change LSB. Com isso, tem-se uma faixa que vai de 0 a 16.383. Os números de control change LSB são calculados somando-se 32 ao número do control change MSB. Por exemplo, quando se precisa transmitir as duas partes (MSB e LSB) de um comando de bank select, então deve-se mandar o control change 0 (MSB) e o control change 32 (LSB). No caso do controle de volume, teriam que ser enviados o control change 7 (MSB) e o control change 39 (LSB). O valor do MSB combinado com o valor do LSB produzem o valor final desejado para o parâmetro/ controle. Isso é válido para todos os controles do tipo contínuo de números 0 a 31. Os controles contínuos de números 70 a 120 usam um comando MSB (parte alta)..

Controle nº 7 - Volume

A mensagem MIDI de control change nº7 é destinada ao controle de volume. Normalmente ela é utilizada apenas na sua forma mais simplificada, sendo transmitida apenas a parte alta (MSB), que é o próprio control change nº7. A parte alta (LSB) - comando control change nº39 - praticamente não é usada pelos equipamentos.

Dessa forma, usando o control change nº7, pode-se transmitir via MIDI uma faixa de 128 valores possíveis de volume, indo de 0 (volume mínimo) a 127 (volume máximo). Entretanto, embora seja possível ajustar 128 valores via MIDI, isso não quer dizer que o equipamento receptor possua 128 níveis de volume (embora a maioria possua). Isso quer dizer que para um equipamento onde o volume pode ter 64 níveis diferentes, cada dois valores de control change nº7 designam um único valor de volume (veja Tabela 1).

Tabela 1

control change 7...	...valor do volume
0	0
1	0
2	1
3	1
4	2
4	2
:	:
:	:
124	62
125	62
126	63
127	63

Outro fator importante a ressaltar é quanto à linearidade do ajuste do volume. Embora universalmente o ajuste de volume seja efetuado de forma logarítmica, isso não quer dizer que todos os equipamentos respondam segundo a mesma curva de valores. O gráfico da Figura 1 mostra esse tipo de diferença:

Na Figura 1, o equipamento A tem uma curva de volume diferente da do equipamento B. Por isso, para um mesmo tipo de movimento no controle de volume de um equipamento controlador poderá resultar em variações diferentes de volume do som. Da mesma forma, um equipamento controlador pode gerar comandos de volume segundo uma curva diferente da de um outro. É sempre bom ter isso em mente, principalmente quando se está preparando um trabalho (seqüência) onde há fade-ins e fade-outs via MIDI, que poderão soar ligeiramente diferentes ao se trocar os equipamentos que executam a música.

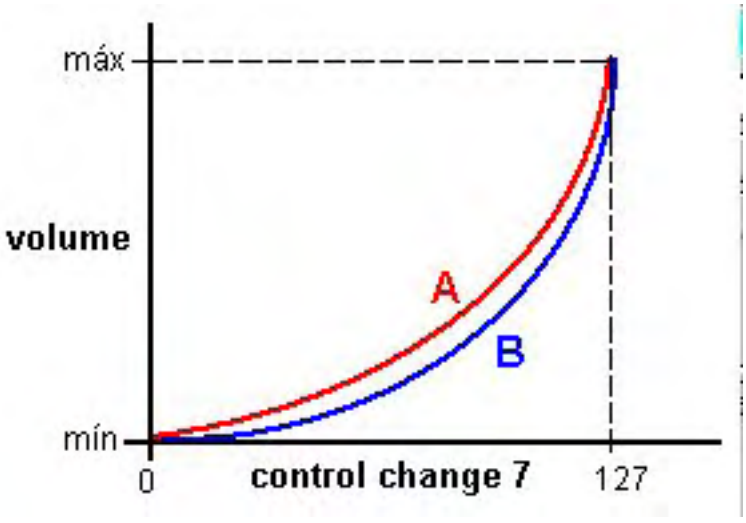


Figura1 - Curvas de reposta de volume diferentes

Quando se move um botão deslizante - ou um pedal - de controle de volume, o equipamento transmite inúmeras mensagens de control change nº7 correspondentes às posições que o botão ou pedal passam no decorrer do movimento. Por isso, o uso intenso de controle de volume via MIDI pode ser um problema para alguns seqüenciadores portáteis ou workstations, onde a memória disponível para o armazenamento da seqüência em geral é bem mais escassa do que em softwares seqüenciadores rodando em computadores.

Para remediar esta situação, muitos seqüenciadores dispõem de um recurso prático para se eliminar alguns comandos de volume no meio da enxurrada de mensagens de control change nº7 recebidas. Este recurso, normalmente chamado de THIN (de afinar'), permite apaga mensagens na razão de uma a cada três ou uma a cada duas, por exemplo. Na Figura 2 são mostradas duas situações, usando o software Cakewalk: na janela superior está a situação original, com todos os comandos de control change nº7 que foram gerados pelo equipamento transmissor; a janela inferior mostra a situação final, após ter sido eliminada uma mensagem a cada duas (isso foi feito usando a rotina CAL chamada THINCTRL.CAL).

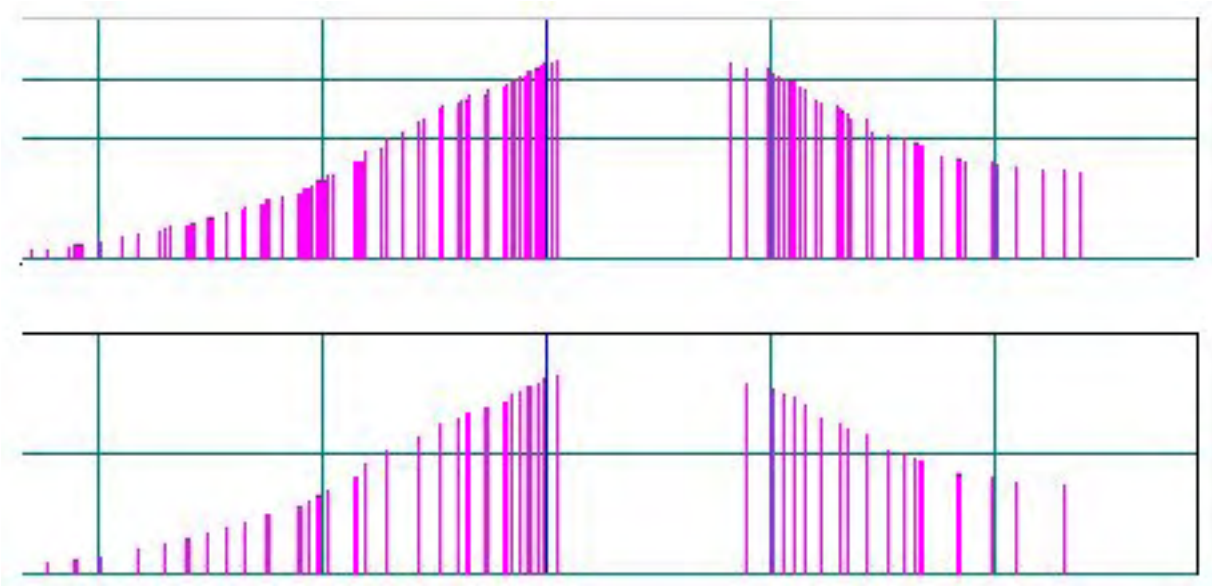


Figura 2 - A janela de baixo mostra o resultado do uso do recurso de THIN para diminuir a quantidade de mensagens MIDI de volume; foi eliminada um comando de volume a cada dois.

Observando o exemplo anterior, ilustrado na Figura 2, cabe uma última palavra sobre o comando de control change nº7, que vale também para outros comandos MIDI. Ao se mover um botão deslizante ou um pedal, até que seja atingido o valor final, são gerados e transmitidos uma quantidade enorme de mensagens MIDI. Se o objetivo é efetuar uma alteração imediata de volume, então, no caso de se estar trabalhando com um seqüenciador, é muito mais conveniente criar este valor exato através do software, e não gravando-o a partir do equipamento transmissor. Isso porque no software podemos inserir um único comando de control change nº7 com o valor desejado, enquanto que pelo equipamento controlador provavelmente serão gerados inúmeros comandos, que acabarão por ocupar memória desnecessariamente.

Controle nº 8 - Balance

O control change nº8 é usado como comando de Balance (equilíbrio), que determina o equilíbrio de volume entre dois sons (diferentes), um situado à esquerda e outro à direita. Também só é usada a parte alta (MSB), de forma que se tem 128 valores possíveis. A faixa de controle é definida da seguinte forma:

VALOR	SITUAÇÃO
0	volume máximo para o som da direita volume mínimo para o som da esquerda
64	volumes iguais para ambos os sons
127	volume mínimo para o som da direita volume máximo para o som da esquerda

Controle nº 10 - Pan

O control change nº10 é usado como comando de Pan, que determina o posicionamento de um som no estéreo (campo esquerda-direita). Também só é usada a parte alta (MSB), de forma que se tem 128 valores possíveis. A faixa de controle é definida da seguinte forma:

VALOR	SITUAÇÃO
0	som todo para a esquerda
64	som no centro (igualmente na esquerda e na direita)
127	som todo para a direita

É importante perceber que alguns equipamentos usam uma notação diferente da apresentada acima, de forma que o valor 0 muitas vezes indica a posição central, e os extremos seriam representados por -64 e +63. Há também equipamentos que não possuem 63 ou 64 níveis para cada lado, de forma que o ajuste se dá em passos mais largos, de forma análoga ao controle de volume (control change 7).

Controle nº 11 - Expression

O control change nº11 é usado como comando de Expression (expressão), que é uma forma de acentuação do volume principal. Também só é usada a parte alta (MSB), de forma que se tem 128 valores possíveis. O controle de Expression atua como uma espécie de volume global, após o controle de volume normal (control change 7). Dessa forma, se for transmitido um valor baixo de control change 11, pode ocorrer do som de um equipamento ficar muito baixo, mesmo que se altere o volume (control change 7).

Controle nº64 - Sustain On/Off

O control change 64 é o pedal de sustain (às vezes designado como damper pedal ou hold pedal). Sua função é ativar ou não a sustentação do som, que, dependendo da característica deste, pode ter efeitos ligeiramente diferentes, como veremos a seguir. Fisicamente, o pedal de sustain é uma chave eletrica que fecha ou abre um contato, dependendo da ação do pé sobre ele. Alguns pedais fecham o contato ao serem pressionados (ex: Korg), enquanto outros abrem o contato ao serem pressionados (ex: Yamaha). Isso pode fazer com que, em alguns equipamentos, a ação do pedal ocorra ao contrario, se for usado o pedal do tipo errado. Os instrumentos modernos, no entanto, podem ser configurados para o tipo de pedal disponível, e alguns equipamentos mais recentes são capazes de detectar o tipo de pedal a eles conectados, quando são ligados.

Para efeito de MIDI, os movimentos (pressionar ou soltar) feitos pelo músico no pedal de sustain são codificados como comando de control change nº 64, que é a mensagem de Sustain Pedal On/Off. Ao pressionar o pedal, o equipamento transmite um comando de control change 64 com valor 127, e ao soltar o pedal o equipamento transmite um comando de control change 64 com valor 0.

Nos sons que não se sustentam indefinidamente, como o do piano e o do violão, ao se aplicar o pedal de sustain faz-se com que a duração do som seja prolongada um pouco mais, sem, no entanto, evitar o seu silenciamento, imitando a atuação do pedal de sustain de um piano acustico (pedal forte, o que fica à direita). Nesses casos, mesmo que o músico continue a pressionar as teclas, o som acabará por morrer, mas o pedal de sustain aumenta o tempo que o som leva para morrer.

Há sons, entretanto, que possuem sustentação indefinida, desde que a tecla continue sendo pressionada pelo músico. Dentre eles podemos citar os sons de orgão, de cordas (strings), metais, corais, pads, etc. Nesses timbres, o pedal de sustain exerce a função de sustentação plena, enquanto ele estiver pressionado, mesmo que as teclas sejam solto. Assim, pode-se tocar as notas, pressionar o pedal de sustain e então soltar as teclas, que os sons continuarão sendo executados (sustentados), enquanto o pedal de sustain estiver ativado (pressionado).

Importante:

Muitas vezes, pode ocorrer que ao se parar (*stop*) a execução da música no seqüenciador, algumas notas continuem soando (indefinidamente, se forem sons sustentados como cordas e orgão, ou levemente prolongadas, se for um som de piano).

Isso normalmente é causado quando a seqüência é interrompida sem que o pedal de sustain tenha sido desligado, de forma que o instrumento continuará com o sustain aplicado, mesmo que a música tenha sido parada. Para solucionar isso, alguns seqüenciadores possuem uma opção de denominada "Zero Controllers When Play Stops", "Reset Controller On Stop", ou qualquer coisa semelhante, que faz com que todas as funções de control change sejam restauradas a seu estado normal, automaticamente, no momento que a seqüencia é parada (*stop*), desativando o sustain, e assim evitando a sustentação indesejável e incomoda do som no instrumento controlado.

Controle nº65 - Portamento On/Off

O portamento é um efeito obtido nos instrumentos musicais não-cromáticos como o violino, por exemplo, onde o músico executa a nota deslizando o dedo sobre a corda, subindo ou descendo continuamente a afinação, para ir de uma nota a outra. Em muitos instrumentos musicais eletrônicos, também é possível conseguir esse efeito, desde que seja ativada a função especifica. Isso pode ser feito atraves de uma tecla no painel do equipamento ou então por um pedal. Ao se ligar o efeito de portamento, o equipamento transmite o comando (mensagem) MIDI de control change nº 65, com valor 127 (On), e ao se desligar o efeito, é transmitido o comando de control change nº 65, com valor 0 (Off).

Na maioria dos instrumentos eletrônicos que possuem o recurso de portamento, também é possível ajustar-se o tempo que deve levar o som para passar gradualmente de uma nota para outra. Dessa forma, pode-se ter portamentos rapidos ou longos.

O tempo de portamento é ajustado atraves do painel do equipamento, mas também existe um comando MIDI que permite fazer isso a partir de outro equipamento ou seqüenciador. É a mensagem de control change nº 5 (*Portamento Time*), cujo valor pode variar de 0 (tempo mínimo) a 127 (tempo máximo).

Controle nº68 - Legato On/Off

O controle de *Legato On/Off* é usado para ligar ou desligar a função de legato monofônico. Quando esta função está ligada, o instrumento passa a operar em modo monofônico (só executa uma nota de cada vez - não faz acordes), e atua de acordo com o seguinte procedimento: se uma nota já está sendo executada e o músico tocar outra nota, soará somente a nota nova (a antiga deixará de tocar), mas sem que haja um novo ataque de envoltoria. Ao se desligar a função de legato monofônico, o instrumento volta ao modo polifonico normal.

É possível ativar ou desativar via MIDI o modo legato monofônico, enviando para o instrumento o comando de control change 68 (*Legato On/Off*). Sendo este também um comando do tipo liga/desliga, o valor 127 significa On (ativar legato), enquanto o valor 0 significa Off (desativar legato).

Controles RPN e NRPN

Os *parâmetros registrados* (RPN - "Registered Parameters Numbers") e os *parâmetros não-registrados* (NRPN - "Non-Registered Parameters Numbers") são usados para representar parâmetros do som ou de performance nos instrumentos, sendo que os parâmetros registrados são aqueles que já foram definidos em comum acordo entre os fabricantes participantes da MMA (MIDI Manufacturers Association) e JMSC (Japan MIDI Standard Comittee). Os comandos NRPN, por sua vez, têm sido usados pelos fabricantes para atuar sobre parâmetros ainda não padronizados.

O procedimento para controlar um desses parâmetros consiste em primeiramente transmitir para o instrumento o número RPN ou NRPN (indicando qual parâmetro se deseja ajustar), e em seguida transmitir o valor que se deseja para o parâmetro, usando para isso um comando de Data Entry (control change no.6), Data Increment (control change no.96) ou Data Decrement (control change no.97). Vejamos então exemplos práticos do uso desses controles.

A Roland foi um dos primeiros fabricantes a implementar comandos RPN e NRPN em seus instrumentos. O padrão Roland GS define uma série de controles desse tipo para ajustar parâmetros internos dos equipamentos, como sensibilidade de pitchbend, afinação global, velocidade e profundidade do vibrato e outros.

Nos instrumentos compatíveis com padrão GS da Roland (ex: SC-55, E-36, E-66, JV-35, etc) há vários parâmetros internos que podem ser controlados via MIDI, usando-se comandos RPN ou NRPN. Se você possui um instrumentos desses ligado ao computador, poderá comprovar o uso de tais comandos em nossos exemplos.

Atenção: para que os comandos NRPN atuem em um instrumento GS, é necessário que este esteja em modo GS. Normalmente, ao ser ligado, o instrumento DESATIVA o modo GS, de forma que é preciso efetuar um GS RESET, que pode ser feito pelo painel do instrumento, ou por um comando via MIDI (use o botão GS RESET para isso).

Como primeira experiência, vamos ajustar, através de comando NRPN, a profundidade (depth) do vibrato. É necessário transmitir o número de identificação do comando (em duas partes, MSB e LSB) e em seguida o valor que se quer ajustá-lo (através do controle de Data Entry). Para isso, é necessário transmitir para o instrumento GS os seguintes comandos MIDI:

control change no.99 (parte MSB), com valor 9
control change no.98 (parte LSB), com valor 1
control change no.6 (Data Entry), com o valor desejado da profundidade do vibrato.

O vibrato pode variar de 14 a 114, sendo que em 14 a profundidade é mínima (não há

vibrato), e esses valores são ajustados através do control change no.6, que é o comando MIDI de Data Entry (entrada de dados). Ouça então as notas do trompete, e experimente variar a profundidade do vibrato com comandos NRPN, usando os botões vib=0 e vib=máx.

Como segunda experiência do uso de comando NRPN em instrumentos Roland GS, vamos alterar a ressonância do filtro, o que faz o som ficar mais ou menos sibilante. É necessário transmitir o número de identificação do comando (em duas partes, MSB e LSB) e em seguida o valor que se quer ajustá-lo (através do controle de Data Entry). Para isso, é necessário transmitir para o instrumento GS os seguintes comandos MIDI:

control change no.99 (parte MSB), com valor 33
control change no.98 (parte LSB), com valor 1
control change no.6 (Data Entry), com o valor desejado da intensidade da ressonância.

A intensidade da ressonância também pode variar de 14 a 114, sendo que em 14 a intensidade é mínima (não há ressonância), e esses valores são ajustados através do control change no.6, que é o comando MIDI de Data Entry (entrada de dados). Ouça então as notas do trompete, e experimente variar a intensidade da ressonância com comandos NRPN, usando os botões int=0 e int=máx.

Os manuais dos equipamentos normalmente trazem documentação sobre comandos RPN e NRPN, na seção referente a Mensagens Exclusivas. As tabelas a seguir apresentam os parâmetros controlados por comandos RPN e NRPN, e seus respectivos valores. Os comandos RPN, por serem padrão definido na Especificação de MIDI, são reconhecidos por diversos instrumentos, além dos Roland GS. Já os comandos NRPN, são usados quase que exclusivamente pelos Roland GS e os novos instrumentos padrão XG da Yamaha.

Comandos RPN	Comandos a transmitir
Pitchbend Sensitivity (faixa do pitchbend)	control change 99 (MSB) = 0 control change 98 (LSB) = 0 control change 6 = 0 .... 24 (0 a 24 semitons)
Master Fine Tuning (afinação global)	control change 99 (MSB) = 0 control change 98 (LSB) = 1 control change 6 = 0 .... 127 (*) control change 38 = 0 ... 127
Master Coarse Tuning (transposição global)	control change 99 (MSB) = 0 control change 98 (LSB) = 2 control change 6 = 40 .... 88 (-24 a 24 semitons)

(*) Usando-se somente o control change 6 (parte MSB do comando de Data Entry) pode-se variar a afinação de -64 a +64 centésimos de semitom. No entanto, usando-se control change 6 (MSB do Data Entry) e control change 38 (LSB do Data Entry), pode-se ajustar

a afinação de -8192 a +8193 centésimos. O valor em centésimos é dado pela fórmula: MSBx128 + LSB; assim, se MSB = 32, e LSB = 45, então o valor em centésimos será: 32x128 + 45 = 4141, que corresponderá a (4141-8192) = -4051 centésimos no ajuste.

Comandos NRPN	Comandos a transmitir
Vibrato Rate (velocidade do vibrato)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 8 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
Vibrato Depth (profundidade do vibrato)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 9 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
Vibrato Delay (atraso do vibrato)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 10 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
TVF Cutoff Frequency (freqüência de corte)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 16 control change 6 = 14 .... 80 (-50 a +16)
TVF Resonance (ressonância do filtro)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 17 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
TVF&TVA Attack Time (tempo de ataque)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 99 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
TVF&TVA Decay Time (tempo de decay)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 100 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
TVF&TVA Release Time (tempo de release)	control change 99 (MSB) = 1 control change 98 (LSB) = 102 control change 6 = 14 .... 114 (-50 a +50)
Pitch of Drum Instrument (afin. do instr. percussão)	control change 99 (MSB) = 24 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento control change 6 = 0 a 127 (-64 a +63 semitons)
TVA Level of Drum Instr. (Intens. do instr. percussão)	control change 99 (MSB) = 26 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento control change 6 = 0 a 127 (mínimo a máximo)
Pan of Drum Instrument (posição do instr.percussão)	control change 99 (MSB) = 28 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento control change 6 = 0 a 127 (0=aleatório; esq .... dir)
Reverb of Drum Instr. (reverb do instr.percussão)	control change 99 (MSB) = 29 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento control change 6 = 0 a 127 (mínimo a máximo)
Chorus of Drum Instr. (chorus do instr.percussão)	control change 99 (MSB) = 30 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento

Chorus of Drum Instr. (chorus do instr.percussão)	control change 99 (MSB) = 30 control change 98 (LSB) = nº da nota do instrumento control change 6 = 0 a 127 (mínimo a máximo)

Ligando seu instrumento MIDI ao computador

Você comprou seu computador completo, com kit multimídia, etc e tal. E agora, claro, quer fazer música com ele. O que você precisa?

Bem, há algumas formas diferentes de se fazer música com o computador, mas se você quer usá-lo em conjunto com seu teclado MIDI, a peça fundamental para isso é a interface MIDI. Esse dispositivo é o circuito eletrônico que faz a passagem dos códigos (sinais) MIDI de e para o computador. Sem ele, "babau". A interface MIDI em geral é uma placa instalada dentro do computador, ou então uma caixinha externa ligada ao conector da impressora. Ela possui tomadas para conectar instrumentos MIDI, e há diversos modelos, com diferentes recursos, que serão abordados por nós nesta coluna.

Se o seu computador possui o chamado "kit multimídia", então não se preocupe, pois a interface MIDI provavelmente já está lá. Basta você ter o cabo/adaptador (infelizmente, já vi pessoas que, embora tendo uma placa de áudio em seu computador, foram orientadas erradamente a adquirir uma outra placa de interface MIDI adicional).

O kit multimídia é composto por uma unidade ("drive") de CD-ROM (por favor, não pronuncie "CD-RUM"; rum é bebida - o nome é CD-ROM mesmo!), placa de som (ou placa de áudio) e eventualmente um microfone e um par de caixinhas de som, que em geral têm pouca qualidade para aplicações mais sérias, mas que dão para "quebrar o galho", pelo menos quando se está começando.

A placa de áudio é a peça-chave nessa história. É ela quem faz não só o controle do drive de CD-ROM (embora os drives padrão IDE possam ser conectados diretamente à "placa-mãe" do computador), a gravação e reprodução de som digital, e também a gravação/execução de música MIDI. Em artigos futuros, abordaremos com mais detalhes a gravação e a reprodução de som, pois o assunto que nos interessa agora é o interfaceamento MIDI.

Há alguns anos atrás, uma empresa chamada Creative Labs lançou uma placa de áudio - Sound Blaster - que unia o útil com o agradável. Ela podia gravar/reproduzir som digital (na época, 8 bits), controlar drive de CD-ROM (na época, velocidade 1X), possuía um sintetizador interno (um chip com tecnologia FM da Yamaha), e ainda por cima (ou seria "por dentro") dispunha de quase todo o circuito para interfaceamento MIDI. Digo "quase todo", porque o complemento dessa interface MIDI é o cabo/adaptador "MIDI Adapter Kit". A Sound Blaster se tornou tão popular que praticamente todos os outros fabricantes que surgiram passaram a produzir clones dela, isto é, placas totalmente (ou quase) compatíveis com a original.

Hoje, a Sound Blaster continua sendo o padrão industrial em termos de placas de áudio não-profissionais(*), mantendo-se líder no mercado de multimídia para PCs. Por isso, com raríssimas exceções (que dificilmente você vai encontrar por aí), todas as placas de

áudio do mercado utilizam o mesmo tipo de cabo/adaptador para MIDI.

O "MIDI Adapter"

Na face externa (painel) da placa de áudio, você verá três ou quatro tomadas para mini-plugs de áudio (stereo), que são usadas para se gravar (MIC IN e LINE IN) e ouvir (LINE OUT e SPEAKER) os sons, e também verá uma tomada cheia de furinhos (para ser mais exato: 15 furos). Essa tomada, chamada de DB-15, serve para se conectar o "MIDI Adapter" (cabo/adaptador MIDI), peça que há poucos anos era dificílima de ser encontrada no Brasil, mas que agora é "figurinha fácil".

O cabo/adaptador MIDI possui um conector macho DB-15, que entra na tomada DB-15 da placa, e na outra extremidade possui uma entrada MIDI In, uma saída MIDI Out, e um conector fêmea DB-15 (para se conectar um "joystick" - alavanca de controle para jogos). A maioria das pessoas desconhece isso, mas o cabo/adaptador possui um pequeno circuito dentro dele, que "complementa" o circuito da interface MIDI existente na placa.

De posse do MIDI Adapter, basta conectá-lo à placa (sugiro que você faça isso com o computador desligado). Os plugs do MIDI Adapter vêm identificados, como MIDI In e MIDI Out. Isso significa que o plug MIDI In é a entrada (In) de MIDI da placa, enquanto o plug MIDI Out é a saída (Out) de MIDI da placa. Conecte então o plug MIDI In do adaptador à tomada MIDI Out de seu teclado MIDI, e o plug MIDI Out do adaptador à tomada MIDI In do teclado (ou módulo). Se você errar as conexões, não vai causar qualquer dano, mas nào vai funcionar. Essas conexões podem ser feitas com o computador e instrumentos ligados.

Atualmente, há alguns modelos ligeiramente diferentes de "MIDI Adapter". A maioria deles vem com cabos MIDI de cerca de 1 metro de comprimento, e plugs MIDI do tipo macho. Isso significa que você deverá conectar esses cabos diretamente ao seu teclado, e por isso o teclado deverá estar bem próximo do computador. Há, no entanto, alguns tipos de "MIDI Adapter" que, ao invés de terem cabos MIDI, possuem tomadas MIDI fêmeas, de forma que você poderá conectar nelas dois cabos MIDI comuns, vindos das tomadas MIDI do teclado.

Quer montar um MIDI Adapter?

Quem tiver alguma habilidade com eletrônica, poderá se aventurar a montar um cabo/adaptador MIDI para placas Sound Blaster, com componentes que podem ser encontrados sem dificuldade nas boas lojas de eletrônica. O único problema é o "empacotamento" do circuito: nos MIDI Adapters produzidos industrialmente, o circuito é

todo embutido no próprio conector DB-15 que encaixa na placa. Mas você poderá fazer uma montagem mais simples, colocando o circuito em uma pequena caixa plástica, de onde sairão os cabos e conectores.

No próximo artigo, vamos falar um pouco sobre configurações essenciais de MIDI no Windows, sem as quais, mesmo que o instrumento esteja conectado corretamente ao computador, nada funciona! É um procedimento que deveria ser fácil, mas que algumas vezes dá muita dor de cabeça aos usuários. Mas tudo se resolve... Até lá!

(*) *A Creative Labs lançou posteriormente a Sound Blaster AWE64 Gold, com qualidade de áudio bem melhor (inclusive com entradas e saídas digitais), um sintetizador com timbres sampleados e, obviamente, interface MIDI. Ainda que não seja uma placa para aplicações altamente profissionais, já está num estágio de qualidade muito superior ao de suas ancestrais.*

Copiando seqüências via MIDI

Como transferir para um PC seqüências criadas em um software antigo de Mac, que não salva em Standard MIDI File

Se o software pudesse salvar as músicas em arquivos Standard MIDI File, a transferência seria fácil, desde que esses arquivos fossem salvos em disquete formatados para PC, usando um aplicativo como o File Exchanger. Entretanto, se o software é muito antigo, realmente ele não poderá salvar o arquivo em formato SMF, que só foi padronizado em 1988. Dessa forma, só resta fazer a transferência gravando no PC a execução (playback) do seqüenciador do Mac, em tempo-real (Fig. 1).

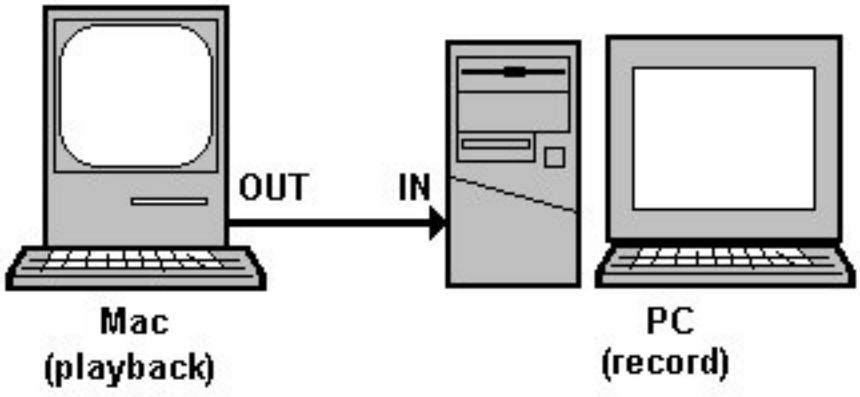


Figura 1: A música é executada pelo seqüenciador do Mac
e simultaneamente gravada pelo seqüenciador do PC.

Para que a execução do seqüenciador do Mac possa ser gravada corretamente no seqüenciador do PC, é necessário que eles operem sincronizados, de forma que ambos andem juntos os tempos e compassos da música. Se isso não for feito, a gravação no seqüenciador do PC ficará fora de compasso, o que, embora não impeça uma posterior execução correta, torna impossível qualquer tarefa de edição, pois as notas estarão atravessadas nos tempos e compassos.

Para sincronizar os dois seqüenciadores, há duas opções: sincronizar a gravação pela execução (onde o seqüenciador do PC operaria como escravo do andamento do Mac), ou então o contrário, sincronizando a execução pela gravação (onde o seqüenciador do Mac operaria como escravo do andamento do PC). A primeira opção tem a vantagem de usar apenas um cabo MIDI (como representado na Fig.1), que levaria ao PC não só as notas executadas pelo Mac, mas também os comandos de start, MIDI clocks e stop. Nesse caso o seqüenciador do PC deverá ser ajustado para operar com Sync=MIDI ou Clock=External, e ao ser posto em REC, aguardará o início do playback no Mac (pelos comandos de Start e MIDI clocks) para iniciar a gravação.

Na segunda opção, o seqüenciador do PC seria o mestre, gerando os clocks e comandando o andamento do Mac via MIDI. Este último então executaria sua seqüência conforme o andamento ditado pelo PC, e para isso seria necessário conectar mais um cabo MIDI, ligando o MIDI OUT do PC ao MIDI IN do Mac, para transmitir a este último os MIDI clocks. Nesse caso, o seqüenciador do Mac deverá ser ajustado para operar com Sync=MIDI ou Clock=External, e ao ser posto em PLAY, aguardará o início de recording no PC para então iniciar.

Na gravação sincronizada, tem-se a desvantagem da redução da resolução da gravação para os 24 ppq (tics por semínima) dos MIDI clocks, pois o seqüenciador que recebe o sincronismo passa a usar o MIDI clock como referência, e não seu próprio clock interno. A não ser que o seqüenciador escravo amplie - por processamento de interpolação - essa resolução para algo igual ou superior a 96 ppq, que é uma resolução mais adequada, acaba-se perdendo o swing em determinados grooves e efeitos de execução. A maioria, porém, não faz isso, limitando sua resolução aos 24 ppq. Ao gravar uma seqüência executada por outro seqüenciador, é importante ter em mente que o andamento original e suas alterações no decorrer da música não serão passados do mestre para o escravo, embora durante a gravação possa haver variações de andamento (no caso do seqüenciador executante atuar como mestre do sincronismo). Isso porque essas variações estão registradas na seqüência original, mas não há comandos MIDI que transfiram-nas para o outro seqüenciador, de forma que este último gravará apenas as notas e eventos de execução (controles de volume, aftertouch, etc) da seqüência, e o andamento constante será determinado nele próprio. Da mesma forma, também não são passadas via MIDI as informações de tom, o que obriga ao músico indicar manualmente no seqüenciador de destino qual a tonalidade da música (essa informação é irrelevante para uma correta execução posterior, mas é importante no caso de edição ou notação em pauta). Também são perdidas todas as informações específicas do seqüenciador executante, tais como nome das trilhas e eventuais comentários escritos. Há uma vantagem nisso, no entanto, que é a possibilidade de se executar a música no Mac num andamento mais rápido do que o original, de forma que a transferência é completada mais rápido.

Se seqüenciador do PC não oferecer algum recurso de multitrack recording que permita gravar já separando em trilhas diferentes as informações de cada canal de MIDI, então, após a gravação, deverão ser extraídos os eventos de cada canal, misturados na trilha onde foi feita a gravação.

MIDI: duas décadas de (r)evolução

Há 20 anos atrás, o mundo da música contemporânea iniciava uma transformação sem precedentes, que iria modificar para sempre os processos de composição, arranjo e execução musical.

Quem tem menos de 25 anos, talvez não se impressione tanto com a quantidade e a qualidade da tecnologia disponível atualmente para se trabalhar com música, mas aqueles, como eu, que já têm cabelos brancos - e os que já não têm muitos cabelos - sempre ficam impressionados quando se lembram de como as coisas mudaram tanto na música nessas últimas duas ou três décadas.

Ter um "home-studio", uma coisa tão comum hoje para músicos e compositores, era privilégio de alguns poucos artistas abonados, que podiam dispor de centenas de milhares de dólares para comprar seus próprios equipamentos.

A criatividade e o talento sempre serão um requisito para um trabalho artístico de qualidade, mas hoje, graças à variedade de recursos disponíveis, o processo de composição pode ser bem mais rápido e os resultados podem ser avaliados imediatamente.

Provavelmente a maioria das pessoas não se dá conta de que quase toda a música que se ouve hoje em dia foi feita com o auxílio de MIDI. Grande parte dos arranjos usam teclados e samplers - reais ou virtuais - que são controlados por seqüenciadores, por meio de comandos MIDI. Nos estúdios profissionais, quase sempre a operação dos equipamentos é automatizada - usando MIDI. Em toda parte podemos ter MIDI: games, sistemas de iluminação de espetáculos, músicas na Internet, parques temáticos, e até mesmo em telefones celulares. É um mercado que movimenta cerca de 1,5 bilhão de dólares por ano em todo o mundo, e que tende a aumentar ainda mais.

Entendendo o básico

MIDI é a sigla de Musical Instrument Digital Interface, e é um sistema de transmissão digital de informações voltado para aplicações musicais (embora muitas aplicações não-musicais também o utilizem). Em linhas gerais, funciona assim: ao se tocar uma nota num teclado eletrônico, este detecta qual a tecla que foi pressionada, codifica essa informação num pacote de três bytes e os envia pela saída MIDI Out do teclado; se esta saída estiver conectada à entrada MIDI In de um outro teclado, então este último poderá tocar a mesma nota musical executada no primeiro. Além da execução de notas musicais, muitas outras informações podem ser transmitidas através do cabo MIDI, como o acionamento de pedais, a troca de timbres, os ajustes de parâmetros no painel, etc.

Além de permitir a interconexão de instrumentos musicais eletrônicos, o MIDI tornou realidade a automação musical pelo computador, através do uso de seqüenciadores e

inúmeros outros aplicativos de controle. O seqüenciador é um software que registra cronologicamente inúmeros comandos de execução musical (e também outros que não são de execução musical), que podem ser transmitidos a diversos instrumentos musicais e outros tipos de equipamentos, possibilitando assim a uma única pessoa produzir e executar trabalhos musicais de grande complexidade. Esse foi um dos aspectos mais revolucionários do MIDI. Mesmo um compositor ou músico erudito pode tirar grande proveito do uso do controle MIDI, pois ao escrever no computador uma partitura para vários instrumentos pode avaliar seu arranjo imediatamente, usando um sintetizador com timbres de instrumentos acústicos. Pode ainda imprimir a partitura, extraindo facilmente as seções de cada instrumentista. Isso significa aumento de eficiência e redução de custo.

O cabo que é usado na conexão MIDI é o mesmo cabo de áudio usado em microfones, com dois condutores e uma malha de blindagem; o plug da conexão MIDI é o "velho" plug DIN de cinco pinos (também conhecido como plug Philips). Ou seja, tudo muito simples e barato.

A transmissão dos bytes de informação é feita de forma serial, a uma velocidade de 31.250 bits/seg. Embora seja uma taxa de transmissão muito lenta para os padrões atuais (USB = 1 megabits/seg; FireWire = 400 megabits/seg), tem se mostrado suficientemente adequada para suas aplicações, graças às inúmeras estratégias de implementação, como o uso de múltiplas portas MIDI.

O sucesso do MIDI aconteceu principalmente pelo fato dele ser um padrão aberto e de domínio público, em que nenhum fabricante é obrigado a pagar royalty para adotá-lo em seus produtos. Para coordenar a divulgação da especificação técnica e regulamentar as novas implementações, foi criada originalmente a International MIDI Association (IMA), posteriormente absorvida pela MIDI Manufacturers Association (MMA), uma instituição internacional localizada nos EUA que congrega fabricantes, desenvolvedores e demais pessoas e entidades interessadas no assunto.

A História

A idéia de se comandar um teclado a partir de outro era antiga, e para isso muitos sintetizadores analógicos possuíam conexão do tipo "control voltage" (CV), pela qual um cabo passava sinais de tensão de um teclado para outro. Por ser analógico, esse processo nem sempre garantia precisão da afinação da nota, e além disso, só permitia a execução de uma nota de cada vez (enquanto os sintetizadores eram monofônicos, isso não chegava a ser um problema). No início da década de 1980, a maioria dos sintetizadores ainda usava circuitos analógicos para a geração dos sons, mas muitos já eram polifônicos e continham microprocessadores para gerenciamento do acionamento das teclas, o controle das vozes, o armazenamento de programação do painel e algumas outras funções.

Com a popularização cada vez maior da tecnologia digital e a implementação crescente de transmissão de dados em outros segmentos da indústria, naturalmente surgiu a idéia de se ter um processo digital para comunicação entre instrumentos musicais.

Na convenção da AES de 1981, Dave Smith, na época um dos proprietários da fábrica de sintetizadores Sequential Circuits, apresentou uma proposta para intercomunicação digital de instrumentos musicais, a qual chamou de USI (Universal Synthesizer Interface), e que foi a base para a especificação do MIDI. Após várias reuniões e discussões técnicas entre os principais fabricantes norte-americanos e japoneses, finalmente em 1982 surgia o Prophet-600, da Sequential, o primeiro sintetizador equipado com MIDI. No NAMM Show de janeiro de 1983, o público pôde finalmente testemunhar a primeira conexão MIDI entre dois equipamentos de fabricantes diferentes: um Prophet-600 e um Roland Jupiter-6. Naquele mesmo ano, foram fundadas a International MIDI Association e a MIDI Manufacturers Association, e foi lançado o legendário Yamaha DX7, também equipado com MIDI.

Pouco tempo depois surgiram os computadores Atari, já equipados com MIDI, e em 1985 a Roland colocou no mercado a interface MPU-401, para computadores PC e Apple, que se tornou um padrão de interface MIDI durante mais de uma década. De lá para cá, milhares de softwares foram lançados, oferecendo a quem trabalha com música recursos até então inimagináveis.

Presente e futuro

Até hoje, a sigla MIDI é associada à alta tecnologia musical. Mais do que simplesmente permitir a conexão entre dois equipamentos musicais, o MIDI é um conjunto de recursos que tornaram o processo musical muito mais fácil, mais rápido e mais eficiente.

Dentro desse enfoque, temos o interfaceamento e os comandos de comunicação (MIDI Specification 1.0), os formatos de armazenamento de música seqüenciada (Standard MIDI Files), os padrões de compatibilização de instrumentos (General MIDI), a automação da operação de equipamentos de estúdio (MIDI Machine Control), a automação de equipamentos de iluminação e efeitos visuais de espetáculos (MIDI Show Control), o armazenamento de timbres sampleados (Donloadable Sounds), e outras aplicações.

A mais nova implementação do MIDI está sendo feita nos telefones celulares. Para se poder tocar música seqüenciada em dispositivos com extremas limitações de recursos, está em fase final de homolagação na MMA a especificação "Scalable Polyphony MIDI", que permite adequar a execução de uma seqüência MIDI em telefones celulares dotados de geradores de som com polifonia de apneas 8 notas, sem perder o conteúdo principal da música, através de definições prévias de notas prioritárias. Vamos esperar para ver, ou melhor, ouvir.

MIDI e Copyright

Depois de uma longa discussão, os arquivos Standard MIDI File já são aceitos nos EUA como mídia para efeito de direitos autorais, o que poderá aquecer o mercado musical e fonográfico

No começo era o som. Somente o som, pelo ar. A transmissão de idéias sonoras (musicais?) era transmitida de boca, de geração a geração. E assim foi-se formando a tradição - ou cultura - musical dos povos.

Depois, por volta do século XI, um monge beneditino italiano chamado Guido D'Arezzo inventou um sistema de representação gráfica dos sons musicais, usando quatro linhas, que depois foi aprimorado e tornou-se o sistema de notação musical de cinco linhas (pentagrama). A partir de então, criou-se um meio para se transmitir informações musicais, o que propiciou não só a difusão muito maior dessas idéias, como também a sua maior preservação.

Mas o mundo foi evoluindo, e as idéias mercantilistas amadurecendo. O conceito de negócio foi se tornando cada vez mais difundido entre os povos, e tudo que se fazia começou a ser comercializado, inclusive textos e - por que não? - música.

Até o século XX, a comercialização de música era feita através de partituras, publicadas por editoras musicais, que dessa forma cediam ao intérprete o direito de executar (reproduzir) a obra do autor. Com a chegada do fonógrafo, e posteriormente os processos eletrônicos de reprodução de sons (rádio, gravadores, TV, CD, etc), surgiram então novos meios de distribuição de obras musicais.

À medida que os processos evoluíram, novas regulamentações foram sendo criadas, de forma a proteger os direitos do autor, no que tange a publicação, emissão, transmissão (e retransmissão) e reprodução de sua obra. No Brasil, a regulamentação desta matéria está na Lei do Direito Autoral no. 5988/73, que trata de obras literárias, musicais, dramáticas, coreográficas, fotográficas, cinematográficas, ilustrações, desenhos, pinturas, gravuras e demais obras de artes. A regulamentação específica sobre utilização de fonograma é feita pela Lei 6.800.

Bem, não vou querer me aprofundar em detalhes sobre legislação de direitos autorais, pois não sou a pessoa mais indicada para isso. A idéia deste texto é, na verdade, é mostrar que os processos de transmissão de música evoluíram, e em outros países isso já está sendo devidamente considerado. Meu objetivo é, com essas informações, enriquecer o debate que já existe - embora tímido - também no Brasil.

Armazenando e transmitindo música

Até bem pouco tempo, os meios mais comuns de se distribuir obras musicais eram a

partitura impressa, o fonograma (gravação em disco, CD, cassete, videocassete), a transmissão (execução pública, radiodifusão, teledifusão), bem como a execução ao vivo (espetáculos).

No entanto, há cerca de uns oito anos, surgiu um novo formato para o armazenamento e a transmissão de material musical - o arquivo de dados digitais - e que de alguns anos para cá vem sendo imensamente utilizado por uma enorme quantidade de pessoas. É interessante refletirmos um pouco sobre essa nova mídia (ainda sem querermos adentrar no mundo complexo das questões jurídicas!).

O formato de armazenamento em questão é o Standard MIDI File, padrão adotado por todos os softwares e equipamentos modernos que "gravam" e "tocam" música via MIDI. Assim como um fonograma, a música arquivada no formato MIDI File não é partitura, posto que não é impresso (mas pode ser!); também não é som, pois não existem sons em um MIDI File, até que ele seja executado por um instrumento musical. Talvez pudéssemos nos referir ao MIDI File como um meio latente de música, que depende de alguns recursos adicionais para que ele possa se transformar em música real. É claro que isso é um sofisma, pois a obra está lá. Da mesma forma que uma partitura não é música, até que alguém a toque, e o fonograma idem, até que seja executado ou reproduzido.

E este é o ponto onde queríamos chegar. O que é então um MIDI File? Bem, ele é um processo de arquivamento digital, mas que possui uma interessante peculiaridade: não é reconhecido como documento. Ou melhor, não era. Nos Estados Unidos, uma lei já está regulamentando essa matéria, e isso deve promover uma série de benefícios a muita gente, como veremos adiante. No Brasil as coisas geralmente são mais lentas, e ainda haverá muita discussão - principalmente para esclarecer às pessoas que tratam de direitos autorais - até que o formato MIDI File se torne reconhecido.

Esta é idéia principal do artigo. Primeiramente, chamar a atenção das pessoas interessadas; em segundo lugar, esclarecer certos detalhes técnicos (do Standard MIDI File); e, finalmente, estimular uma mobilização daqueles que têm maiores interesses à regulamentação (autores, editoras, escritórios de controle e arrecadação, sindicatos, etc) para uma definição sobre o assunto.

O que é um Standard MIDI File

O formato Standard MIDI File (SMF) é um padrão universal de arquivamento de música, independente da máquina utilizada (computador PC, Mac, teclado workstation, etc). Homologada em 1988 pela International MIDI Association, a especificação técnica do formato SMF define como deve ser o conteúdo de um arquivo de sequência MIDI, com a previsão para a inclusão de diversas informações (embora nem todas sejam obrigatórias).

De uma forma básica, a estrutura do SMF contém dados em blocos, chamados de "chunks (essa arquitetura em blocos do Standard MIDI File foi baseada no formado IFF que já era usado pela Electronic Arts). O primeiro bloco é obrigatório, e é o cabeçalho do arquivo, com informações essenciais a respeito do conteúdo do MIDI File. Os demais blocos são os track chunks, e contêm os dados das trilhas da sequência (tem que haver

pelo menos um track chunk).

Falando um pouco mais tecnicamente: um bloco de cabeçalho ("head chunk") começa sempre com uma sequência de caracteres ASCII "MThd", enquanto que um track chunk começa sempre com uma sequência de caracteres ASCII "MTrk" (você pode observar isso ao visualizar os bytes de um MIDI File através de um software utilitário que manipule bytes de arquivos, como o Xtree, por exemplo - não faça isso se você não souber o que está fazendo!).

Voltando para o lado mais prático do assunto, é importante sabermos que um arquivo Standard MIDI File pode ser de três tipos. Num arquivo formato 0, só existe uma trilha de eventos MIDI, e é usado geralmente por sequenciadores mais simples; o formato 1 é o mais usado, e contém diversas trilhas MIDI; já o formato 2, raramente usado, foi idealizado para sequenciadores que trabalham com padrões musicais independentes, com indicações diferentes de compasso.

Além de definir o tipo de formato (0, 1 ou 2) do arquivo, o bloco de cabeçalho de um SMF contém outras informações essenciais, que são o número de trilhas MIDI (se o arquivo não for do tipo formato 0) e o tipo de resolução usada (ppq, ou "pulses per quarter-note") ou o formato de SMPTE, se o SMF usar tempo absoluto.

Mas há ainda espaço para inúmeras outras informações. Um SMF deve especificar o andamento e o compasso da música. Se isso não for explicitado pelo usuário que criou a sequência, o SMF assume que o andamento é 120 e o compasso é 4/4. Essas e outras informações estão sempre na primeira trilha da sequência (você, usuário, não precisa se preocupar em como incluir as informações na primeira trilha; o sequenciador faz isso automaticamente, a partir dos ajustes iniciais que você já fez na música).

Vejamos, resumidamente, algumas das informações básicas que podem ser definidas na primeira trilha de um Standard MIDI File:

- Copyright notice - texto informando o autor ou dono da obra; em geral inclui a sigla (c) seguida do ano de registro da obra;
- Sequence/Track name - nome da trilha (ou da sequência, em arquivos de formato 0);
- Instrument name - descrição do instrumento (timbre) usado pela trilha;
- Lyric - cada evento desses em geral contém uma sílaba das palavras da letra da música;
- Set tempo - indica o valor do andamento da música;
- SMPTE offset - informa em que momento (em tempo absoluto) a música começa, quando sincronizada por SMPTE;
- Time signature - indica o compasso (3/4, 4/4, 6/8, etc);
- Key signature - indica a tonalidade (Am, Eb, etc).

É importante frisar, novamente, que essas informações são colocadas no bloco de dados da primeira trilha pelo software (ou equipamento), não tendo o usuário que se preocupar com tal detalhe; o que o usuário faz é indicar - de alguma forma, dependendo do

software que ele usa - o compasso, tonalidade, andamento, etc, nas funções disponíveis para tal. Alguns dos eventos listados acima podem ocorrer mais de uma vez na sequência, como é o caso de Lyric, Set tempo, Time signature e Key signature, que podem ser alterados pelo usuário no decorrer da música.

Além das informações citadas acima, existem os eventos MIDI propriamente ditos, que são os comandos de notas musicais, comandos de controle (volume, pan, etc) e outras mensagens MIDI existentes na sequência (SysEx, etc), que são armazenadas em suas respectivas trilhas (em arquivos formato 0, são armazenadas sempre na primeira - e única - trilha).

Nem todos os softwares e equipamentos reconhecem todos os itens. A maioria dos softwares sequenciadores, por exemplo, ainda não suporta a letra ("lyrics") da música. Isso é um problema quando criamos uma sequência com a respectiva letra (armazenada no arquivo em eventos do tipo "Lyric"), e nem todos os usuários poderão lê-la.

Como podemos observar, há uma grande quantidade de informações pertinentes à execução musical e prévia configuração dos dispositivos executantes (sequenciador + instrumentos MIDI), de forma que o Standard MIDI File documenta muito bem o conteúdo do material musical nele existente. Dessa forma, podemos concluir que, desde sua definição (julho de 1988), o padrão Standard MIDI File já era um meio suficiente para a transmissão fiel de informações musicais, e portanto, perfeitamente viável para efeito de registro da obra artística. Felizmente, esse recurso tecnológico já começa a ser reconhecido também para efeitos legais, conforme você lerá mais adiante.

Apesar da quantidade de informações que há num SMF, o formato é pobre no que diz respeito a símbolos especiais de notação musical. Na verdade, não é que seja pobre, pois a execução da música armazenada no SMF será sempre fiel ao que foi escrito (ou gravado) pelo autor. Mas para que se possa traduzir com perfeição certos detalhes gráficos (para efeito de impressão), o SMF não traz todas as informações necessárias. Para resolver esse problema (específico para quem quer imprimir com detalhamento gráfico a partitura da obra musical do SMF) já foi criado outro tipo de arquivo, que é o padrão NIFF. _____

A decisão americana

No Japão e Europa, a comercialização de música em formato SMF é coisa comum, da mesma forma que música em CD e fita cassete. Nos Estados Unidos, até muito recentemente não havia qualquer regulamentação quanto a "gravações" musicais em SMF.

De acordo com Tom White, presidente da MIDI Manufacturers Association (MMA), isso dificultava muito o desenvolvimento de diversos mercados relacionados a MIDI, incluindo a venda de partituras e instrumentos MIDI para ensaio, execução ao vivo, karaoke, micreiros entusiastas de música e entretenimento em geral. Segundo ele, o mercado de desktop music (DTM) no Japão ultrapassa a casa dos 50 milhões de dólares por ano, e as pessoas ainda estão começando a comprar.

Por causa disso, a MMA fomentou a discussão para a que as gravações em formato SMF pudessem ser equiparadas a gravações de áudio, para efeito de licenciamento e proteção de direitos autorais. Aliando forças com a Interactive Multimedia Association, foi estabelecido um forum junto ao escritório de direitos autorais norte-americano, que finalmente chegou à uma definição. Participaram representantes de diversas empresas, tais como Roland, Yamaha, Headspace, Microsoft, Apple e Kurzweil.

Essas organizações têm feito um trabalho também junto com as gravadoras, editoras de música e artistas, para que entendam que há um interesse crescente em músicas em SMF, e como isso pode se tornar um bom negócio. Segundo Brian Ward, também membro da MMA, a confusão que cerca a aplicação de música em SMF está atrapalhando o seu uso, e em alguns casos os custos para o licenciamento acabam sendo inviáveis.

No segundo semestre deste ano, finalmente chegou-se a uma definição para o assunto, durante o evento "Interactive Multimedia Association Expo". Naquela ocasião, foi anunciado finalmente que o escritório de direitos autorais dos Estados Unidos havia estabelecido que "os arquivos SMF estão sujeitos às mesmas licenças adotadas para material fonográfico, quando não acompanhando obras cinematográficas ou outros tipos de audiovisual". Espera-se assim que haja uma redução nos valores pedidos pelas editoras para o licenciamento de obras musicais em SMF, o que certamente ampliará mais o mercado fonográfico. Tom White afirma ainda que a tecnologia MIDI poderá melhorar bastante as áreas de educação musical, games, e aplicações musicais na Internet.

O escritório de direitos autorais norte-americano estabelece também que as obras em formato Standard MIDI File estão sujeitas aos direitos autorais (copyright) assim como gravações sonoras, uma vez que a informação no arquivo SMF faz o dispositivo musical (instrumento MIDI) traduzir a altura, timbre, duração e volume das notas musicais em determinada ordem, da mesma forma que faz um CD em conjunto com um toca-discos laser. Dessa forma, um arquivo SMF, para efeitos legais, não difere de outras formas de áudio, o que até então vinha sendo o entrave para o crescente número de aplicações que usam áudio interativo.

E nós, aonde vamos?

No Brasil, a discussão mal começou. O Brasil é um país de talento, mas nesse aspecto, o assunto "tá lento" demais.

A Internet, rede mundial de computadores que interliga pessoas de todos os cantos do planeta, tem sido um meio vantajoso para pequenas empresas e profissionais mostrarem e comercializarem seus produtos e serviços. Hoje, é perfeitamente viável a uma pessoa que vive no Brasil adquirir um software feito na Austrália (ou vice-versa!) e recebê-lo pelo telefone (via modem), pagando por cartão de crédito. Isso significa uma redução significativa de custo, pois elimina os gastos com embalagem, distribuidor, etc. Como os meios de comunicação e divulgação convencionais (entenda-se: rádio, TV, etc) são caros e, em geral, cartelizados, é muito difícil veicular um produto para comercialização.

Entretanto, à medida que a Internet ganha público, democratiza-se a o espaço da informação, tanto em seu acesso, quanto na sua produção. Assim, muitas empresas já estão de olho no cyberspace, procurando como se aproveitar do enorme potencial que lá existe.

No que toca à área musical, inúmeras pessoas no mundo estão disponibilizando música através da Internet, graças à possibilidade dela ser armazenada em formato digital padronizado (arquivo SMF). Mas, infelizmente, o uso de música na grande rede é um verdadeiro "oba-oba": há gente divulgando sua própria música (grande idéia! pense nisso também); há gente divulgando música dos outros com objetivos comerciais ou apenas culturais; e provavelmente deve haver gente divulgando a música dos outros e dizendo que é sua...

Entretanto, a Internet é apenas uma fatia das aplicações da música MIDI. Começam a se popularizar no Brasil as aplicações multimídia (jogos, cursos interativos, quiosques de informação), e que também usam música digitalizada. Isso abre um novo mercado para os profissionais de música (compositores, arranjadores), e uma nova frente para as editoras musicais. Mas é preciso haver regras de como usar a música nas novas mídias, de forma que não seja nem lesivo aos autores, nem absurdamente caro para os desenvolvedores, o que torna inviável qualquer projeto dessa natureza, ainda mais no Brasil, país de poucos recursos.

A tecnologia caminha a passos largos. Por isso, também no Brasil, compositores, editores e demais interessados devem se apressar em regulamentar os aspectos do uso e da distribuição de música em formato SMF, para que muitas pessoas e empresas possam trabalhar sem receio, e sem prejuízo de qualquer das partes.

Minha primeira experiência, com relação a direito autoral, na Internet, me mostrou o abismo que existe entre o futuro do "cyberespaço" e o passado das editoras tradicionais. Mostrou também o perigo que existe na dificuldade que o passado tem para assimilar e praticar as novas regras que vieram com essa explosão que foi a comunicação entre computadores.

Ao abrirmos, convidados , nossa "home-page" no site Music Center, fui alertado por ele sobre o problema de colocar um arranjo meu, em MIDI file, sem consultar a editora da música.

Consultei. Me cobraram. Achei caro.

Me duvidei: Como diferenciar a autorização para a gravação de uma música, num processo físico e (aparentemente) controlável, de uma explosão dessa música pelo mundo inteiro, quem sabe além? Quanto cobrar?

Por uma lado não existe uma empresa lucrando com a venda da obra. Por outro lado a obra pode ser executada por quem acessar o "site". Onde fica o meio termo? Melhor: Onde fica o justo termo?

Quanto mais sugestões, melhor!

> *Magro (MPB-4)*

Especificação MIDI 1.0

Descritivo em Português elaborado

INTRODUÇÃO

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) é um padrão de transmissão serial de dados, que permite a troca de informações entre instrumentos e equipamentos de aplicação musical.

Os equipamentos que implementam funções MIDI, podem não conter todas as funções previstas pelo padrão, mas aquelas implementadas devem seguir estritamente o que está padronizado.

CONVENÇÕES

A representação de números neste texto segue a seguinte convenção:

- Números representados na base hexadecimal são sempre seguidos de um H, como 34H.
- Números representados na base binária são sempre representados precedidos de um $, como $10001011.
- Os demais números estão na base decimal.

Os termos técnicos estão traduzidos, sempre que possível, mas os termos originais, em inglês, foram preservados e são citados, de forma a facilitar a leitura de textos estrangeiros, muito comuns nesta área.

O termo equipamento neste texto significa qualquer dispositivo eletrônico de aplicações musicais: instrumentos musicais, módulos de efeitos sonoros, baterias eletrônicas, seqüenciadores, equipamentos de áudio, etc.

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE

Os equipamentos que implementam o interfaceamento MIDI devem possuir um transmissor ou um receptor, ou ambos, que execute a transmissão/recepção de mensagens no padrão MIDI. Tanto transmissão quanto recepção devem operar à uma taxa de 31.250 bauds (+/- 1%), em modo assíncrono, com um bit de início (start bit), 8 bits de dados(D0 a D7) e um bit de fim (stop bit), perfazendo um total de 10 bits por byte serial, e ocupando um período de 320 micro-segundos.

O hardware do transmissor é composto de um UART (Universal Asynchronous Receiver/

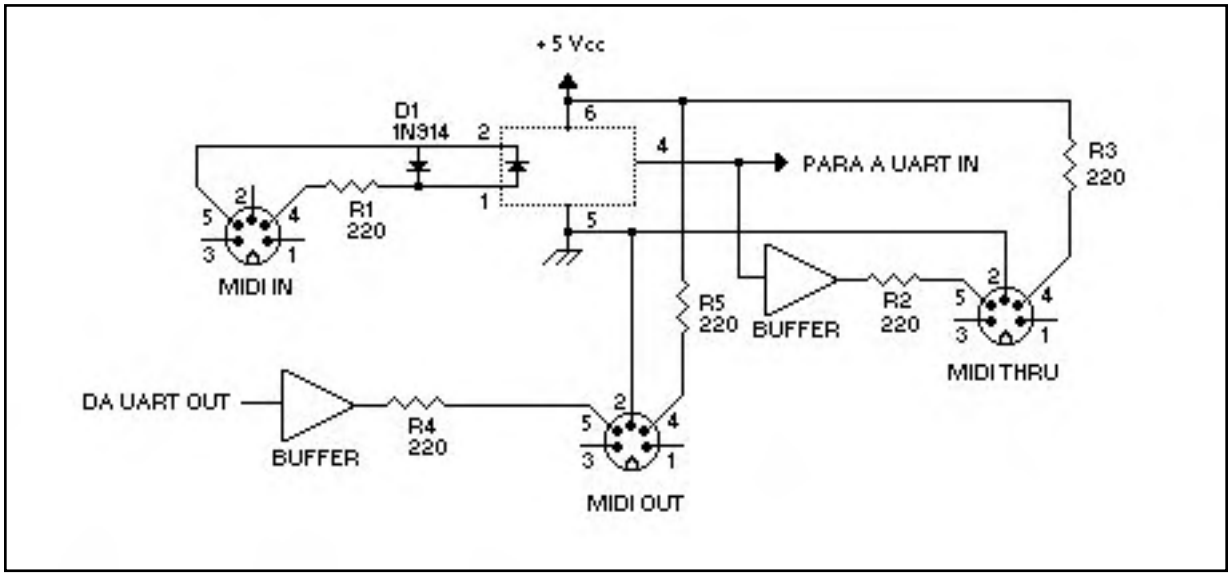
Transmitter) para transmissão dos dados seriais, e um acionador (buffer) de saída, capaz de drenar uma corrente de até, 5 mA. A saída deve possuir resistores de proteção na eventualidade de curto-circuito entre os terminais. O conector de saída deve ser aterrado ao equipamento.

O hardware do receptor é composto de um acoplador óptico e um UART para recepção dos dados seriais. O acoplador óptico deve ser capaz de chavear com uma corrente menor ou igual a 5 mA no LED, e os tempos de subida e de descida não devem ultrapassar 2 micro-segundos, sendo recomendados os acopladores ópticos PC-900 (Sharp) e 6N138 (HP). O conector de entrada não deve ser aterrado ao equipamento.

Os conectores do equipamento devem ser do tipo DIN de 5 pinos (fêmea)dispostos em 180 graus, e montados em painel. Os conectores devem ser identificados como MIDI IN (entrada), MIDI OUT (saída) e, opcionalmente, MIDI THRU (repetição da entrada). São recomendados conectores Switchcraft 57 GB5F.

A saída opcional MIDI THRU deve prover uma cópia direta dos dados que entram pelo conector MIDI IN, de forma a permitir a ligação de mais de dois equipamentos em cadeia. No caso de cadeias muito longas (mais de três equipamentos), o padrão recomenda a utilização de acopladores ópticos mais rápidos, de forma a evitar que o acúmulo de atrasos de subida e descida no acoplador afetem a largura dos pulsos de sinal. O conector MIDI THRU deve ser aterrado ao equipamento.

O cabo de interligação de equipamentos deve possuir dois condutores e mais a blindagem, e não deve ter um comprimento o maior do que 15 metros(50 p,s). Os plugs devem ser do tipo DIN (macho) de 5 pinos em 180 graus, com a blindagem conectada ao pino 2 em ambas as extremidades. É recomendado o plug Switchcraft 05 GM5M. O diagrama abaixo apresenta uma sugestão para os circuitos de saída e de entrada, conforme estabelece o padrão.



FORMATAÇÃO DOS DADOS

A comunicação pelo padrão MIDI utiliza, basicamente, mensagens do tipo multi-bytes contendo um Byte de Status (Status Byte) seguido de um ou dois Bytes de Dados (Data Bytes). As exceções à essa regra são as mensagens de Tempo Real e as de Sistema Exclusivo. A seguir, é apresentada a classificação das mensagens MIDI.

As mensagens MIDI são classificadas em duas categorias principais, que são as Mensagens de Canal (Channel Messages) e as Mensagens de Sistema(System Messages).

- **MENSAGENS DE CANAL** (CHANNEL MESSAGES).

  As Mensagens de Canal são identificadas pelos quatro bits mais significativos do Byte de Status. Os quatro bits menos significativos determinam o número do canal de MIDI (1 a 16) em que a mensagem está sendo transmitida. Isso significa que a mensagem é endereçada ao(s)equipamento(s) sintonizado(s) naquele canal.

  As Mensagens de Canal são subdivididas em dois tipos: Mensagens de Voz (Voice Messages), que controlam as vozes (geradores de som) do equipamento, e são transmitidas pelo Canal de Voz (Voice Channel); e as Mensagens de Modo (Mode Messages), que definem como o equipamento deve responder à recepção das Mensagens de Voz. As Mensagens de Modo são transmitidas pelo Canal Básico (Basic Channel).

Tabela 1 - Mensagens de Voz (Channel Voice Messages)

BYTE DE STATUS	BYTE DE DADOS	DESCRIÇÃO
$1000nnnn	$0kkkkkkk $0vvvvvvv	Nota Desativada (Note Off) $0vvvvvvv = veloc. que a tecla é solta
$1001nnnn	$0kkkkkkk $0vvvvvvv	Nota Ativada (Note On) $0vvvvvvv = veloc. que a tecla é abaixada $0vvvvvvv = 0 --> Nota Desativada
$1010nnnn	$0kkkkkkk $0vvvvvvv	Pressão na Tecla (Polyph. Aftertouch) $0vvvvvvv = valor da pressão
$1011nnnn	$0ccccccc $0vvvvvvv	Controle (Control Change) $0ccccccc = número do controle (0 a 121) $0vvvvvvv = valor do controle $0ccccccc = 122 a 127: vide Tabela 3
$1100nnnn	$0ppppppp	Mudança de Programa (Program Change) $0ppppppp = número do programa (0 a 127)

$1101nnnn	$0vvvvvvv	Pressão no Teclado (Channel Aftertouch) $0vvvvvvv = valor da pressão
$1110nnnn	$0ggggggg $0hhhhhhh	Variação do Pitch Bend (Pitch Bend Change) Primeiro byte de dados é a parte menos significativa (LSB), e o segundo byte de dados é a parte mais significativa (MSB) (Vide Nota 10)

NOTAS:

1) $nnnn = N-1, onde N é o número do canal, ou seja, $0000 é Canal 1, $0001 é Canal 2, ..., $1111 é Canal 16.
2) $kkkkkkk = número da tecla (nota), que vai de 0 a 127. A nota de número 60 corresponde ao Dó central do teclado.
3) $vvvvvvv = velocidade com que a tecla foi pressionada. A faixa de valores possíveis de velocidade deve obedecer à uma escala logarítmica, do tipo abaixo:

0 .....1.....64.....127

off.....ppp.....pp.....p.....mp.....mf.....f.....ff.....ffff

$vvvvvvv=64, caso o teclado não tenha sensibilidade à velocidade.
Nota Ativada com vel=0 significa Nota Desativada com vel=64.

4) Toda mensagem de Nota Ativada (Note On) deve ser seguida, emalgum momento, de uma mensagem de Nota Desativada para a mesma nota,no mesmo canal.
5) $ccccccc = Número do Controle, conforme a Tabela 3.
6) Enquanto as mensagens enviadas tiverem o mesmo Byte de Status, este pode ser omitido, ficando como Status Corrente (Current Status), até que um novo Byte de Status seja requerido.
7) A sensibilidade à variação do Pitch Bend é determinada no equipamento receptor. O padrão define que a um Pitch Bender indo para a posição central deve enviar uma mensagem com valor 2000H.

Tabela 2 - Mensagens de Modo (Channel Mode Messages)

BYTE DE STATUS	BYTE DE DADOS	DESCRIÇÃO

$1011nnnn	$01111010 $0vvvvvv	Controle Local (Local Control) $0vvvvvvv=0: desliga Controle Local $0vvvvvvv=127: liga Controle Local
$1011nnnn	$01111011 $00000000	Solta Todas as Teclas (All Notes Off)
$1011nnnn	$01111100 $00000000	Desativa Modo Omni (Omni Off) (e solta todas as teclas)
$1011nnnn	$01111101 $00000000	Ativa Modo Omni (Omni On) (e solta todas as teclas)
$1011nnnn	$01111110 $0vvvvvvv	Ativa Modo Monofonico (Mono Mode) (e solta todas as teclas) $0vvvvvv é o número de canais $0vvvvvv=0:o número de canais é igual ao número de vozes do receptor.
$1011nnnn	$01111111 $00000000	Ativa Modo Polifonico (Poly Mode) (e solta todas as teclas)

NOTAS:

1) $nnnn = N-1, onde N é o número do canal, ou seja, $0000 é Canal1, $0001 é Canal 2, ..., $1111 é Canal 16..
2) Com exceção da mensagem de Controle Local, as demais mensagens de Modo funcionam como mensagens de Soltar Teclas, que fazem com que todas as notas que porventura estejam tocando no equipamento receptor sejam comandadas através do Canal Básico para cessar, como se tivessem sido recebidas as respectivas mensagens de Nota Desativada. Entretanto, o padrão não recomenda o seu uso em lugar de mandassem específica de Nota Desativada. No caso do receptor não ter qualquer nota tocando, estas mensagens de Soltar Todas as Teclas devem ser ignoradas.
3) A mensagem de Controle Local é usada opcionalmente para desvincular internamente o teclado dos circuitos geradores de som. Ao receber uma mensagem de Desativar Controle Local, o equipamento passa a ser comandado apenas via MIDI, e não mais pelo seu teclado. A mensagem de Ativar Controle Local restaura a situação original..
4) O terceiro byte da mensagem de Modo Monofonico especifica o número de canais de MIDI nos quais as Mensagens de Voz serão enviadas.

Tabela 3 - Controles (control change)

atualizado até jan/93

NÚMERO	DESCRIÇÃO DO CONTROLE
0	Seleção de Banco de Programas - MSB (Bank Select)
1	Roda/Alavanca de Modulação - MSB (Modulation Wheel)
2	Controle por Sopro - MSB (Breath Controller)
3	Não definido
4	Pedal MSB (Foot Controller)
5	Tempo do Portamento - MSB (Portamento Time)
6	Entrada de Dados - MSB (Data Entry)
7	Volume Principal - MSB (Main Volume)
8	Equilíbrio - MSB (Balance)
9	Não definido
10	Pan - MSB (Pan)
11	Controle de Expressão - MSB (Expression Controller)
12	Effect Control 1
13	Effect Control 2
14 - 15	Não definidos
16 - 19	Controles de uso Geral 1 a 4 - MSB (General Purpose)
20 - 31	Não definidos
32 - 63	LSB dos Controles 1 a 31
64	Pedal de Sustain (Sustain/Damper Pedal)
65	Liga/Desliga Portamento (Portamento On/Off)
66	Pedal de Sostenuto (Sostenuto Pedal)
67	Pedal Abafador (Soft Pedal)
68	Pedal de Legato
69	Pedal de Sustain 2 (Hold 2)
70	Controle de som 1 (Sound Variation)
71	Controle de som 2 (Timbre/Harmonic Content)
72	Controle de som 3 (Release Time)
73	Controle de som 4 (Attack Time)
74	Controle de som 5 (Brightness)
75 - 79	Controles de som 6 - 10 (ainda não determinados)
80 - 83	Controles de Uso Geral 5 a 8 (General Purpose)
84	Controle de portamento
85 - 90	Não definidos
91	Intensidade do Reverb (Ext. Effect Depth)
92	Profundidade do Tremolo (Tremolo Depth)
93	Profundidade do Chorus (Chorus Depth)
94	Profundidade do Batimento (Celeste Detune Depth)
95	Profundidade do Phaser (Phaser Depth)
96	Incremento (Data Increment)
97	Decremento (Data Decrement)
98	Número de Parâmetro - LSB (Parameter Number)
99	Número de Parâmetro - MSB (Parameter Number)
100	Número de Parâmetro - LSB (Parameter Number)
101	Número de Parâmetro - MSB (Parameter Number)
102 - 119	Não definidos
120 - 127	Reservados para as Mensagens de Modo (vide Tabela 2)

NOTAS:

1) Os controles 0 a 63 são do tipo controle contínuo, e podem assumir valores de até 14 bits. Os controles 64 a 95 são chaves do tipo liga/desliga.
2) Os fabricantes podem alocar novos controles aos números não definidos, desde que forneçam as informações pertinentes, no manual de operação do equipamento.
3) Os controles contínuos são divididos em Bytes Mais significativos(MSB) e Bytes Menos Significativos (LSB). Caso o valor do controle não ultrapasse sete bits, apenas o MSB é transmitido. Caso haja necessidade de representar o valor com maior resolução do que sete bits, são enviados os Bytes MSB e LSB, nessa ordem. Se o valor do controle foi alterado apenas na parte LSB, pode ser transmitido apenas o Byte LSB, sem o envio do MSB.
4) Nos controles do tipo chave liga/desliga, o valor $vvvvvvv = 0 significa desligado (off), enquanto $vvvvvvv = 127 significa ligado (on). Valores de 1 a 126, inclusive, devem ser ignorados.

- **MENSAGENS DE SISTEMA** (SYSTEM MESSAGES)

As Mensagens de Sistema não utilizam canal de MIDI, e são subdivididas em três tipos:

Mensagens Comuns (System Common Messages), que são comuns a todos os equipamentos de uma cadeia;

Tabela 4 - Mensagens Comuns de Sistema (System Common Messages)

BYTE DE STATUS	BYTE DE DADOS	DESCRIÇÃO
$11110001	$0nnndddd	Reservada para MIDI Time Code (MTC)
$11110010	$0ggggggg $0hhhhhhh	Ponteiro de Seq. (Song Position Pointer) $0ggggggg=parte menos significativa (LSB) $0hhhhhh=parte mais significativa (MSB)
$11110011	$0sssssss	Seletor de Seqüência (Song Select) $0sssssss=número da seqüência
$11110100	-	Não definido
$11110101	-	Não definido

$11110110	-	Requisita Afinação (Tune Request)
$11110111	-	Fim de Mensagem Exclusiva

NOTAS:

1) O Ponteiro de Seqüência (Song Position Pointer) é um registro interno que mantém o número de tempos (beats) MIDI desde o início da música (1 tempo MIDI é igual a 6 clocks MIDI). Normalmente ele, ajustado para zero, no momento em que o botão de INICIAR (START), pressionado, dando início à execução da seqüência. O ponteiro então é incrementado a cada seis clocks MIDI, até que seja pressionada a tecla PARAR (STOP). Se a tecla CONTINUAR é pressionada, o ponteiro continua a ser incrementado de onde havia parado. O termo seqüência refere-se a qualquer grupo de notas armazenados com seus devidos tempos de ocorrência e de duração. Inclusive seqüências de bateria eletrônica.
2) Seleção de Seqüência (Song Select) especifica qual a seqüência (música) a ser executada quando da ocorrência de uma mensagem de INICIAR.
3) EOX é usado como marca de fim de transmissão de Mensagem Exclusiva.

Mensagens de Tempo Real (System Real-Time Messages), que também são comuns a todos os equipamentos de uma cadeia. Essas mensagens só possuem Byte de Status (nenhum Byte de Dados), e podem ser enviadas a qualquer momento, mesmo entre bytes de uma mensagem com outro Byte de Status. Nesse caso, a Mensagem de Tempo Real deve ser tratada (ou ignorada, se o equipamento não implementar funções de Tempo Real), sem prejuízo da mensagem dentro da qual ela foi inserida;

Tabela 5 - Mensagens de Sistema em Tempo Real (System Real Time)

BYTE DE STATUS	BYTE DE DADOS	DESCRIÇÃO
$11111000	-	Clock de MIDI (Timing Clock)
$11111001	-	Não definido
$11111010	-	Iniciar (Start)
$11111011	-	Continuar (Continue)

$11111100	-	Parar (Stop)
$11111101	-	Não definido
$11111110	-	Sensor de Atividade (Active Sensing)
$11111111	-	Reset (Reset)

NOTAS:

1) As Mensagens em Tempo Real tem por finalidade sincronizar todos os equipamentos de um sistema operando em tempo real.
2) O padrão permite que elas possam ser enviadas em qualquer momento, mesmo inseridas entre bytes de outras mensagens.
3) O Clock de MIDI o sistema sincronizar-se. Os clocks de MIDI enviados sempre à razão de 24 clocks por semínima.
4) A mensagem de Início (Start) é enviada imediatamente após a tecla de Início ter sido pressionada no equipamento (sequenciador, bateria eletrônica, etc).
5) A mensagem de Sensor Ativo (Active Sensing) é opcional, tanto para transmissores quanto para receptores. O padrão recomenda que essa mensagem seja enviada a cada 300 milisegundos, no máximo, caso não tenha havido o envio de qualquer outra mensagem nesse intervalo de tempo. O receptor ignorar tal mensagem até que receba a primeira, quando então, passar a esperá-la quando não houver recepção de qualquer mensagem MIDI dentro de um intervalo de 300 ms. Passados os 300 ms sem qualquer mensagem nem mensagem de Sensor Ativo, o receptor apagar todas as vozes (all notes off) e retornar à operação normal. Os equipamentos que não implementam Sensor Ativo devem ignorar estas mensagens.
6) A mensagem de Reset serve para Inicializar o sistema, e não deve ser enviada automaticamente, ao ser ligado o instrumento.

Mensagens Exclusivas (System Exclusive Messages), que podem conter qualquer quantidade de Bytes de Dados, além do Byte de Status. Como o número de Bytes de Dados é variável, o fim de uma Mensagem Exclusiva é detectado ao chegar um byte de Fim de Mensagem Exclusiva (EOX, End of Exclusive) ou um novo Byte de Status.

As Mensagens Exclusivas devem incluir em seus Bytes de Dados um Código de Identificação do Fabricante (ID code). Caso o equipamento receptor não reconheça o Código de Identificação, dever ignorar os Bytes de Dados até o fim da mensagem.

O padrão recomenda que os fabricantes divulguem a documentação das suas

Mensagens Exclusivas, de forma a permitir que os usuários possam acessar plenamente os equipamentos via MIDI.

Tabela 6 - Mensagens Exclusivas de Sistemas (System Exclusive Messages)

BYTE DE STATUS	BYTE DE DADOS	DESCRIÇÃO
$11110000	$0zzzzzzz : :	Transferência de Dados (Bulk Dump) $0zzzzzzz=identificação Pode ser inserido aqui qualquer número de bytes, para qualquer propósito, desde que tenham sempre o bit mais significativo igual a zero.
$11110111	-	Fim de Mensagem Exclusiva (EOX)

NOTAS:

1) Nenhum Byte de Status ou de Dados deve ser inserido no meio de uma Mensagem Exclusiva, exceto Mensagens de Tempo Real.
2) A Mensagem Exclusiva termina com um EOX ou qualquer outro Byte de Status.

TIPOS DE BYTES

Existem dois tipos de bytes nas mensagens MIDI: os Bytes de Status (Status Bytes) e os Bytes de Dados (Data Bytes).

- BYTE DE STATUS (STATUS BYTE)

  O Byte de Status é um número binário de 8 bits, sendo que o bit mais significativo (bit 7, mais à esquerda) tem sempre valor 1. O Byte de Status serve para identificar que categoria e tipo de mensagem está sendo transmitida. Como já foi mencionado anteriormente, excetuando-se os Bytes de Status de Mensagens de Sistema em Tempo Real, que podem ser inseridos no meio de outras mensagens, um novo Byte de Status sempre indica uma nova mensagem, mesmo que a mensagem anterior não tenha sido completada.

Tabela 7 - Bytes de Status

BYTE DE STATUS	QUANTIDADE DE BYTES DE DADOS	DESCRIÇÃO

		MENSAGENS DE VOZ (Channel Voice)
$1000nnnn	2	Nota Desativada (Note Off)
$1001nnnn	2	Nota Ativada (Note On)
$1010nnnn	2	Pressão na Tecla (Polyph. Aftertouch)
$1011nnnn	2	Controle (Control Change)
$1100nnnn	1	Mudança de Programa (Program Change)
$1101nnnn	1	Pressão no Teclado (Channel Aftertouch)
$1110nnnn	2	Variação do Pitchbend (Pitchbend Change)
$1011nnnn	2	MENSAGENS DE MODO (Channel Mode) Seleciona o Modo de Operação
		MENSAGENS DE SISTEMA (System Messages)
$11110000	*****	Exclusiva (System Exclusive)
$11110sss	0 a 2	Comum (System Common)
$11111ttt	0	Tempo-Real (System Real Time)

NOTAS:

1. $nnnn = N-1, onde N é o número do canal, ou seja, $0000 é Canal1, $0001 é Canal 2, ..., $1111 é Canal 16.
2. ***** = $0iiiiiii, <dados>, EOX.
3. $0iiiiiii = Identificação do Fabricante/Equipamento.
4. $sss = $000 a $111 (1 a 7).
5. $ttt: idem.

- STATUS CORRENTE (RUNNING STATUS)

No caso específico das Mensagens de Voz e de Modo, quando um Byte de Status é recebido e processado, o equipamento receptor deve armazenar aquele Status até que um novo Byte de Status seja recebido. O padrão determina que, se um transmissor tiver que transmitir uma nova mensagem cujo Byte de Status é idêntico ao último transmitido, ele pode (opcionalmente) omiti-lo, transmitindo apenas os Bytes de Dados seguintes.

O Byte de Status omitido, nesse caso, é considerado como Status Corrente (Running Status). O receptor deve ser capaz de interpretar a transmissão com ou sem Status Corrente. A vantagem desse artifício é que no caso de grande quantidade de mensagens de mesmo Status (como por exemplo, uma série de teclas pressionadas), onde as mensagens ficam menores. O Status Corrente é interrompido sempre que chegar outro Byte de Status, exceto se for um Byte de Status de uma Mensagem de Sistema em Tempo Real, como já foi explicado

anteriormente.

- STATUS NÃO IMPLEMENTADOS

  O equipamento receptor deve ignorar os Bytes de Status (e respectivos Bytes de Dados, se houver) que identifiquem funções não implementadas por ele.

- STATUS INDEFINIDOS

  O padrão recomenda que os códigos de Bytes de Status ainda não definidos não sejam transmitidos. Além disso, recomenda que se tome todo o cuidado necessário para evitar a transmissão de mensagens espúrias ao ligar ou desligar o equipamento transmissor. Qualquer Byte de Status não definido deve ser ignorado pelo equipamento receptor, juntamente com os Bytes de Dados subsequentes.

- BYTES DE DADOS

  Exceto nas Mensagens de Sistema em Tempo Real, os Bytes de Status são sempre seguidos por um ou dois Bytes de Dados. Esses bytes são números binários de 8 bits, nos quais o bit mais significativo (bit 0, mais à esquerda tem sempre valor zero. Os valores que os Bytes de Dados podem assumir, dependendo do Byte de Status a que pertencem, estão definidos nas Tabelas, mais adiante. O transmissor deve sempre enviar o número correto de Bytes de Dados definido pelo padrão para cada Byte de Status. O receptor, por sua vez, só pode processar a mensagem ao recebê-la completamente, isto é, deve esperar a recepção de todos os Bytes de Dados esperados para o Status Corrente. O receptor deve ignorar quaisquer Bytes de Dados recebidos, que não tenham sido precedidos por um Byte de Status válido, exceto no caso do Status Corrente, citado anteriormente.

MODOS DE OPERAÇÃO

Os instrumentos musicais eletrônicos (sintetizadores, samplers, órgãos eletrônicos, etc) possuem dispositivos internos (hardware ou software) responsáveis pela geração das notas (sons). Esses dispositivos, chamados de vozes (voices), são em número limitado (em geral 8, 16 ou 32), e determinam a polifonia do instrumento.

Quando uma tecla é pressionada no teclado do instrumento, o processador interno do mesmo verifica se há alguma voz disponível, isto é, se o instrumento já está tocando o número máximo de notas possível. Se não está ele aloca uma voz disponível à nota correspondente à Nota Ativada. À medida que as teclas são soltas, as vozes vão ficando livres (disponíveis) para serem ocupadas por novas notas. Caso todas as vozes estejam

ocupadas, o processador decide, através de um algoritmo predeterminado, como tocar a nota nova. Em geral a voz que está tocando a nota mais antiga passa a ser ocupada pela nova nota, mas pode-se encontrar instrumentos que adotem procedimento diferente.

Dentro do padrão definido na MIDI Specification 1.0, há quatro modos possíveis de se operar as vozes de um instrumento, conforme mostram as a seguir.

Tabela 8 - Modos de Operação (recepção)
modos de recepção para um instrumento ajustado para receber pelo Canal Básico N.

MODO	OPERAÇÃO
Omni On / Poly	O instrumento processa todas as Mensagens de Voz, independente dos Canais de Voz em que elas estão sendo transmitidas, e responde a elas polifonicamente.
Omni On / Mono	O instrumento processa todas as Mensagens de Voz, independente dos Canais de Voz em que elas estão sendo transmitidas, e responde a elas monofonicamente.
Omni Off / Poly	O instrumento só processa as Mensagens de Voz que estão sendo enviadas no Canal de Voz "N", e responde a elas polifonicamente.
Omni Off / Mono	O instrumento só processa as Mensagens de Voz que estão sendo enviadas nos Canais de Voz "N" a "N+M-1", e responde a elas monofonicamente, alocando-as à s vozes 1 a "M", respectivamente. O número de vozes "M" é definido no terceiro byte da Mensagem de Modo.

Tabela 9 - Modos de Operação (transmissão)
modos de transmissão para um instrumento sintonizado no Canal Básico N.

MODO	OPERAÇÃO
Omni On / Poly	O instrumento transmite todas as Mensagens de Voz através do Canal de Voz "N"
Omni On / Mono	O instrumento transmite todas as Mensagens de Voz, para uma voz, através do Canal de Voz "N"
Omni Off / Poly	O instrumento transmite todas as Mensagens de Voz, para todas as vozes, através do Canal de Voz "N".
Omni Off / Mono	O instrumento transmite as Mensagens de Voz das vozes 1 a "M" através dos Canais de Voz "N" a "N+M-1", respectivamente (uma voz por canal).

Um instrumento só pode operar em um único Modo de cada vez, e é recomendado que tanto transmissor quanto receptor(es) estejam operando no mesmo Modo. Caso um instrumento não possa operar no Modo requisitado, ele deve ignorar o comando de mudança de Modo de Operação, ou então utilizar um outro Modo alternativo (normalmente Modo 1).

As Mensagens de Modo só devem ser reconhecidas pelo receptor quando enviadas através do Canal Básico no qual ele está sintonizado, independentemente do seu Modo de Operação corrente. As Mensagens de Voz devem ser recebidas através dos Canais de Voz, conforme estabelecem as Tabelas 8 e 9, dependendo do Modo selecionado. O padrão permite, ainda, que um instrumento seja sintonizado em um ou mais Canais Básicos, por default ou por ação do usuário. Nesse caso, o instrumento se comporta como se fossem vários instrumentos independentes.

CONDIÇÕES INICIAIS

O padrão determina que o instrumento, ao ser ligado, adote as condições iniciais (default) de: Modo 1 de operação, recepção desabilitada de todas as Mensagens de Voz, exceto de Nota Ativada/Nota Desativada (Note On/Note Off) e supressão de quaisquer transmissões espúrias indefinidas.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE:

À época em que foi escrita MIDI Specification 1.0, o Modo 4 era esperado para transmissão/recepção de informações monofônicas através dos canais diferentes de MIDI, em um mesmo instrumento.

Posteriormente, os instrumentos multitimbrais passaram a operar de uma forma não definida em qualquer dos quatro modos, pois podem receber, simultaneamente, mensagens em vários canais diferentes com informações para execução polifônica em cada um desses canais, que são alocadas a uma ou mais vozes por canal. Esse quinto modo tem sido referenciado por muitos fabricantes como Modo Multi.

Tabela 10 - Códigos dos Fabricantes
atualizada até nov/87

Código	Fabricante	Código	Fabricante

00-00-14	Perfect Fretwork	21H	SIEL
01H	Sequential Circuits	22H	Synthaxe
02H	IDP	23H	Stepp _
03H	Voyetra/OctavePlateau	24H	Hohner
04H	Moog	25H	Twister
05H	Passport Designs	26H	Solton
06H	Lexicon	27H	Jellinghaus MS
07H	Kurzwei	28H	Southworth Music
08H	Fender	29H	PPG
0AH	AKG Acoustics	2AH	JEN
0BH	Voyce Music	2BH	SSL
0CH	Waveframe Corp.	2CH	Audio Veritrieb
0DH	ADA	2FH	Elka
0EH	Garfield Electronics	30H	Dynacord
0FH	Ensoniq	40H	Kawai
10H	Oberheim	41H	Roland
11H	Apple Computer	42H	Korg
12H	Grey Matter Response	43H	Yamaha
14H	Palm Tree Instr.	44H	Casio
15H	JL Cooper	46H	Kamyia Studio
16H	Lowrey	47H	Akai
17H	Adams-Smith	48H	Japan Victor
18H	E-Mu Systems	49H	Mesosha
19H	Harmony Systems	7DH	Uso Não Comercial
1AH	ART	7EH	Não Tempo-Real
1BH	Baldwin	7FH	Tempo-Real
1CH	Eventide		
1DH	Inventronics		
1FH	Clarity		

MIDI - um padrão em constante evolução

Diferentemente do que ocorre com muitos outros padrões da indústria, o padrão MIDI (Musical Instrument Digital Interface) ultrapassou a barreira dos dez anos com muita dignidade, e manteve-se perfeitamente dentro de seus principais objetivos iniciais, que são a aplicabilidade e a eficiência. Criado em 1983 por um grupo de fabricantes americanos e japoneses, o MIDI deixou de ser apenas um protocolo de comunicação digital entre instrumentos musicais, e passou a ser a base para outros padrões e formatos compatíveis. Hoje, além das aplicações diretas e mais intimamente associadas com a criação e execução de música, outras aplicações também têm tirado proveito da "base tecnológica" estabelecida pelo padrão MIDI.

Neste artigo, falaremos um pouco sobre algumas das novidades mais recentes idealizadas e desenvolvidas pelo pessoal da "comunidade técnica" do MIDI, que são o protocolo **XMIDI**, e os padrões **DLS** e **NIFF**.

XMIDI: o "super-MIDI"?

A empresa belga Digital Design and Development apresentou uma proposta para o que seria uma forma de se "vencer as limitações do sistema MIDI atual". O processo, inventado e desenvolvido por Eric Lukac-Kuruc, foi batizado de "XMIDI" (de "eXtended MIDI"), e estabelece, de forma bastante interessante, uma maneira de ampliar os recursos atuais do padrão MIDI.

A idéia está baseada num sistema de transmissão que usa uma "lógica de três estados", operando da seguinte maneira: além dos dois estados lógicos do sinal no cabo MIDI ("corrente circulando" e "ausência de corrente"), o XMIDI usaria um terceiro estado, identificado pela inversão da corrente. Com isso, o pessoal da Digital Design and Development concebeu uma série de recursos adicionais, como os "subcanais de extensão", que possibilitariam comandar até 324 equipamentos através de uma única linha (cabo) de MIDI, bastante superior ao limite de 16 canais que existe em nosso "velho" MIDI. O novo protocolo não aumenta nem o tamanho das mensagens, nem a "bandwidth", e por isso poderia usar o mesmo meio de transmissão (cabo MIDI). A proposta também assegura a compatibilidade com os equipamentos atuais, que não seriam afetados pelos sinais do XMIDI (a interface MIDI nos equipamentos atuais possui um diodo que impede a inversão da corrente) e só reconheceriam os sinais convencionais, podendo operar perfeitamente, "à moda antiga".

O número máximo de timbres ("patches") que poderiam ser selecionados usando o XMIDI passaria dos 2.097.152 atuais (usando comandos de "program change" e "bank select") para 753.145.430.616. Também seria possível inserir informações sobre o tipo de afinação usado pelo instrumento (ex: escala microtonal) dentro das próprias mensagens de execução de notas (o que hoje é feito por mensagens especiais de SysEx).

Apenas a título de informação, vejamos um resumo da comparação entre os limites dos dois protocolos:

Função	MIDI	XMIDI
Canais de controle	16	324
Valores lineares (key velocity, volume, etc)	128	510
Valores não lineares (program, controls, etc)	128	4.374

Além disso, o XMIDI é um protocolo bidirecional dentro de um mesmo cabo, o que permite uma série de facilidades, como a seleção automática de canais, reconhecimento de "checksum" durante a transferência de dados e também a requisição de dados dos equipamentos pelo seqüenciador ou software de controle, o que permitiria a auto-configuração de todo um sistema, quando este é posto em operação.

A maior capacidade de canais (324), junto com a maior resolução para representação de valores (510 níveis), faria o XMIDI um sistema mais poderoso para o controle de mesas de mixagem, pois permitiria controlar diretamente 324 canais da mesa, e daria aos controles maior precisão. Segundo a Digital Design and Development, com o limite atual do MIDI em 128 níveis de controle, pode-se ter passos de 0,5 dB numa faixa de 56 dB, de forma que o restante da faixa de 56 dB a 90 dB é coberta com apenas 16 passos (de mais de 2 dB cada). Com a nova proposta, poder-se-ia chegar à uma resolução de 0,125 dB dentro da mesma faixa de 56 dB range, e os outros 16 dB (de 56 a 90 dB) poderiam ser cobertos por 62 passos (de pouco mais de 0,5 dB cada).

Até aí, tudo parece uma grande idéia. E por que nada foi feito até agora, no sentido de se implementar essa nova tecnologia, que tantos benefícios traria aos milhões de usuários no mundo inteiro? Bem, a resposta envolve algumas considerações comerciais (como sempre!).

A principal condição que fez o MIDI chegar onde chegou, isto é, estar presente em todos os equipamentos musicais modernos, é o fato de ter sido desenvolvida e implementada sem direitos de propriedade para ninguém. Ou seja, MIDI é um protocolo de domínio público, e seu uso não implica em qualquer pagamento de royalties ou concessões de licença de propriedade industrial. Isso é que o diferencia de diversos outros processos e tecnologias, como ADAT, dbx, Dolby, VHS, etc. Em poucas palavras: o protocolo MIDI é de graça!

Já o XMIDI, bem, o Sr Lukac-Kuruc não foi tão altruísta quanto gostaríamos, e está querendo vender sua tecnologia aos fabricantes e desenvolvedores que atuam no mercado de produtos MIDI. A licença para o uso do protocolo belga nem é tão cara assim. Na verdade, o uso do XMIDI não requer a necessidade de licenciamento; mas o mesmo não acontece para o desenvolvimento e fabricação de chips XMIDI. O preço de cada chip ficaria em torno de US$ 5 para quantidades pequenas, e a idéia é de que haja no mínimo três fabricantes de componentes XMIDI, par evitar o monopólio. E o que

pensam as outras pessoas que deveriam estar interessadas no assunto?

Tom White, atual presidente da associação de fabricantes MIDI (MMA - "MIDI Manufacturers Association"), acha que o nosso "velho" MIDI continua ótimo até hoje. Segundo ele, "é uma tecnologia de extremo sucesso, que foi aplicada muito além da concepção original (conectar instrumentos musicais), e tem sido usada para conectar computadores, equipamentos de estúdio, de iluminação, e até mesmo controlar eventos em parques temáticos". Ele afirma que as óbvias limitações do MIDI já foram superadas pelos fabricantes, e acredita que o próximo desafio é transformar o MIDI de ferramenta em meio de distribuição. Isso já vem sendo conseguido a partir de padronizações como o General MIDI (GM) e, mais recentemente, pelo desenvolvimento da especificação de transferência de timbres ("Downloadable Sounds"; veja mais adiante neste texto).

A posição da comissão técnica da MMA a respeito do XMIDI é de que o novo protocolo "traria mais problemas do que soluções para a grande maioria dos usuários de MIDI". A primeira justificativa para essa conclusão é o custo de implementação; "MIDI é de graça", e a adoção de um padrão proprietário seria uma volta de 180 graus. O MIDI é uma especificação "aberta", baseada na cooperação e consenso, e esse espírito seria quebrado pelo requisito de sigilo nos acordos com cada licenciado do XMIDI.

Há também razões técnicas para a não adoção do XMIDI pela MMA. Uma delas diz respeito à "não-ortogonalidade" do XMIDI, o que dificultaria o desenvolvimento de software. A comissão entende que qualquer coisa que possa dificultar o desenvolvimento de projetos e causar confusão ao usuário compromete os interesses dos membros da MMA e seus consumidores. Outra questão é que o XMIDI aumentaria muito o tráfego de informações na linha de MIDI, o que pioraria as condições de tempo resposta dos equipamentos.

A MMA resume sua posição de que possui enorme interesse em um protocolo ou sistema alternativo mais rápido que o MIDI, desde que sua implementação seja de baixo custo e "royalty-free". Para eles, o XMIDI não estaria atendendo a essas premissas. A MMA ainda sugeriu à Digital Design and Development que discutisse o assunto com as empresas que compõem a associação, e também nenhuma delas manifestou até agora apoio à padronização da proposta. Enquanto isso, vamos usando nosso "velho" MIDI, que comprovou ser um meio eficiente e confiável para aquilo que se propõe.

Downloadable Sounds (DLS) Specification

Nos últimos dois anos, o crescimento do mercado de computadores multimídia cresceu de uma forma impressionante. No Brasil, podemos perceber isso ao ver anúncios de lojas de eletrodomésticos vendendo computadores. Quem poderia imaginar isso há uns cinco anos atrás? Pois bem, milhões de pessoas no mundo inteiro têm PCs com "kits multimídia", e podem usufruir das diversas aplicações interativas disponíveis no mercado, desde enciclopédias e títulos educativos, até jogos de ação e CD-ROMs eróticos.

O mercado de CD-ROMs multimídia é talvez uma das áreas em maior expansão, e passou a gerar oportunidade de trabalho (quem disse que o computador tira empregos?) para

diversas categorias profissionais, como designers gráficos, roteiristas, programadores (claro!) e compositores. Compositores? É isso mesmo: é raro encontrar um CD-ROM multimídia que não tenha um sonzinho no fundo (as produções mais ricas têm trilhas sonoras bastante elaboradas, criadas por gente supercompetente).

O grande problema enfrentado pelos compositores de trilhas para multimídia sempre foi a limitação sonora dos sintetizadores que existem nas placas de som (Sound Blasters e similares). As mais simples, que possuem sintetizador FM, já estão caindo em desuso, por causa da qualidade inaceitável de seus timbres para tocar música decentemente. As melhores placas possuem sintetizadores do tipo wavetable, com timbres "sampleados", que podem executar música com qualidade bastante razoável. Nessas placas, os sintetizadores são compatíveis com o padrão General MIDI (GM), e oferecem 128 instrumentos (timbres convencionais de instrumentos acústicos e alguns sons sintetizados). No entanto, muitas vezes o compositor quer usar timbres inusitados, que não estão dentre os 128 instrumentos do padrão GM, mas acaba tendo que "adaptar" sua música para que seja tocada por esses timbres padronizados.

Em maio deste ano, a MMA (MIDI Manufacturers Association) anunciou a criação de um grupo de trabalho para o desenvolvimento de um novo padrão para áudio em equipamentos multimídia. O padrão passou a ser chamado de "Downloadable Sounds" (DLS), e extrapola o General MIDI, fornecendo meios para que as placas de som dos computadores possam gerar timbres específicos criados pelos desenvolvedores de jogos e compositores, ao invés de restringirem-se àqueles 128 instrumentos do padrão GM.

A idéia é padronizar um método de transferência de "samples" para placas de som que utilizam síntese wavetable. Há diversas placas atuais que podem fazer isso, mas cada uma delas usa um tipo diferente de formatação de dados. A especificação padronizará um formato comum de arquivo que seja aceito pela maioria dos dispositivos, e estabelecerá também definições a respeito da arquitetura do sintetizador (polifonia, tipo de envoltórias, etc), junto com recomendações e protocolos para os programadores.

O novo formato está sendo desenvolvido através da colaboração de membros do Interactive Audio Special Interest Group (IA-SIG), dirigidos por Todor Fay (Microsoft) e Petkevich (S3). Participam também deste desenvolvimento, além da Microsoft e S3, diversas outras empresas do setor de multimídia: AMD, IBM, NVIDIA, ESS, Crystal Semiconductor, Yamaha, Sequoia Development e Creative Labs. O IA-SIG é um grupo de trabalho dentro da MMA que congrega empresas e pessoas ligadas ao desenvolvimento de aplicações interativas, como jogos e multimídia, e além do projeto do padrão Downloadable Sounds, mantém outros grupos de trabalho discutindo soluções para diversos assuntos do setor, como áudio em 3D, composição interativa, mixagem de áudio digital, etc.

NIFF - formato padrão para arquivos de partituras

Se você costuma usar o computador para escrever partituras, e já precisou passar para determinado software a partitura que havia criado em outro software, já "sentiu na pele"

o que é a falta de padronização. Até agora, cada um dos numerosos softwares de notação musical (Encore, Finale, Personal Composer, QuickScore, etc) usava seu próprio formato de arquivo, o que impedia o intercâmbio de arquivos (gráficos) de música. Embora o padrão Standard MIDI File já seja uma realidade há quase dez anos, ele não contém informações gráficas de notação convencional de música (pauta), tais como tamanho e posição de ligaduras, tipos de barra de divisão de compasso, etc, etc, etc.

Recentemente (e finalmente!), foi criado um padrão para arquivos de notação musical (partituras), bastante flexível e que permite representar desde partituras simples, com poucas informações gráficas, até descrições bem mais elaboradas, como layout de páginas, dados MIDI associados aos símbolos, símbolos personalizados (criados pelo usuário), dentre outras coisas.

O NIFF ("Notation Interchange File Format") é um formato de arquivo que permite o intercâmbio de dados de música em notação musical convencional entre softwares que lidam com partituras, basicamente editores de partituras (Encore, Finale, etc) e softwares OCRs musicais, que convertem em música MIDI as imagens scanneadas de uma partitura em papel (ex: MidiScan). A especificação é o resultado de diversas discussões entre não só desenvolvedores de software musical, mas também editoras musicais e usuários.

De acordo com Cindy Grande, que fez a coordenação técnica na comissão de desenvolvimento do NIFF, a falta de um formato padrão de arquivo de partitura musical sempre foi uma enorme frustração para músicos, copistas e editoras. Apesar de já terem sido feitos inúmeros esforços para tal padronização, o padrão NIFF teve resultado por causa de duas razões principais: a cooperação dos maiores desenvolvedores de software musical e editores musicais, e também o surgimento (e crescimento) de produtos de scannerização de partituras, que até então perdiam muita informação musical (símbolos) quando convertidos para arquivos do tipo Standard MIDI File.

A grande dificuldade em se criar um padrão de arquivo de notação musical é a sua complexidade, além do fato de que a escrita musical também está em constante mudança; há detalhes também quanto à redundância de símbolos, e o uso diferente que é feito de certas representações. Dessa forma, os idealizadores do padrão NIFF reconhecem a impossibilidade de se estabelecer um padrão perfeito, mas adotaram como premissa que esse padrão fosse prático e aplicável a curto prazo.

A estrutura do formato NIFF tanto pode acomodar sistemas completos para a área editorial, quanto sistemas mais simples; pode atender também a linguagens lógicas como DARMS (usado por algumas aplicações) e a softwares de scannerização de partituras. Mesmo os softwares não voltados especificamente para a edição/impressão de partituras, como seqüenciadores, podem utilizar o formato NIFF mais rudimentar, que não tem muito mais informação do que um Standard MIDI File.

O novo formato permite a representação das situações mais comuns que podem ocorrer em notação convencional de música, mas também reserva espaço para novas extensões. Permite a inclusão de arquivos EPS ("Encapsulated Post Script") e fontes, de forma a tornar possível o intercâmbio de recursos porventura não definidos.

E o que se pode representar em um arquivo NIFF? Praticamente todos os símbolos que você consegue escrever com seu editor de partituras, e outras coisas mais (que você nunca usou ou que nem existem em seu software). Todos os símbolos são parametrizados de tal maneira que possam apareer visualmente da forma mais fiel possível em qualquer software. Alguns símbolos precisam não só ser representados, como também é preciso definir qual sua posição na pauta em relação a outros símbolos (como no caso de ligaduras sobre notas). Isso é preservado no formato NIFF. Arcos de ligadura e outros símbolos que requerem "pontos de controle" para a sua "fixação" gráfica na pauta são devidamente parametrizados. O mesmo acontece com espessuras de linha, fontes de símbolos, etc.

Assim como em outras áreas da tecnologia musical, como o próprio padrão MIDI e o formato Standard MIDI File, no formato NIFF também houve uma enorme preocupação para que a implementação de novos recursos no futuro seja o mais fácil possível. Também houve muito cuidado em fazer o formato compacto, e flexível o bastante para acomodar as diferenças entre softwares e usuários. O formato NIFF segue as mesmas diretrizes de projeto do formato RIFF ("Resource Interchange File Format") da Microsoft, onde os dados são grupados em "chunks". Além disso, a mesma estrutura e definições do NIFF pode ser usada em qualquer máquina (Mac, PC, etc).

Em breve, provavelmente as novas versões dos softwares que trabalham com notação musical estarão suportando o formato NIFF (A Musitek já está anuciando isso na versão 2.5 do MidiScan). Isso será um grande passo para aumentar ainda mais a compatibilidade nas aplicações musicais dos computadores. Será uma imensa facilidade para compositores, músicos e editores, quando puderem usar seus softwares favoritos e compartilhar entre si os mesmos arquivos. Sem problemas.

Remapeamento de Program Change

Como acessar todos os timbres de instrumentos que não reconhecem bank select

Existe uma mensagem MIDI chamada de program change, cuja finalidade é selecionar timbres nos instrumentos. Ela permite que se escolha um dentre um grupo de 128 timbres (quando a especificação de MIDI foi criada, em 1983, achava-se que os instrumentos teriam no máximo 128 timbres armazenados em sua memória interna). Essa mensagem de program change contém uma indicação do canal de MIDI em que ela está sendo transmitida e o número do timbre (patch) que está sendo selecionado. Ex: Prgm Chge; ch=1; patch=43.

Se o instrumento está ajustado para receber pelo mesmo canal de MIDI em que a mensagem está sendo transmitida, então imediatamente será selecionado o patch cujo número indicado na mensagem. Observe que a mensagem de program change não especifica diretamente o tipo de timbre (piano, cordas, etc), mas somente o seu número. Com a padronização General MIDI (GM), no entanto, foi estabelecida uma tabela de correlação entre números de program change e tipos de timbres (ex: piano = patch nº1), mas nem todos os instrumentos são compatíveis com a GM. Dessa forma, ao se enviar a um instrumento uma mensagem de program change indicando o patch n, na realidade seleciona-se o n-ésimo patch dentre os 128 (Fig.1).

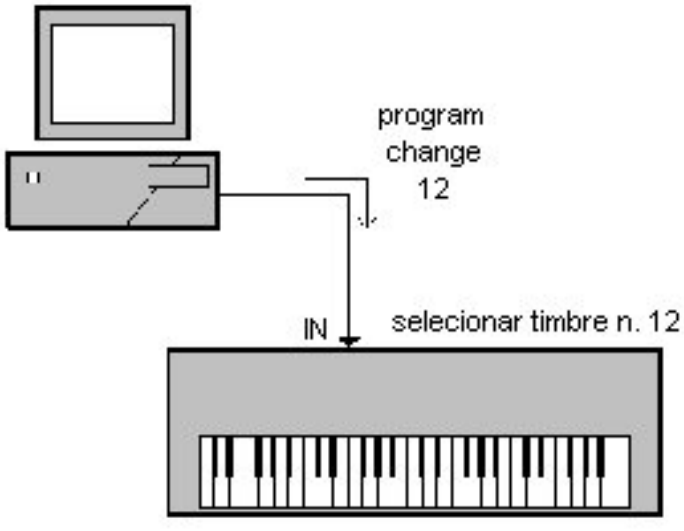


Figura 1: Selecionando timbres via MIDI com mensagens de program change.

Até meados dos anos 80, o limite máximo de 128 timbres não chegava a ser problemático, pois os instrumentos não continham tantos patches em sua memória interna. No entanto, com o aumento da capacidade dos chips de memória, os fabricantes ampliaram o número máximo de timbres, de tal forma que ultrapassaram o limite de 128 timbres possíveis de serem selecionados via mensagem de program change (Fig.2). Aí,

cada fabricante adotou uma solução própria.

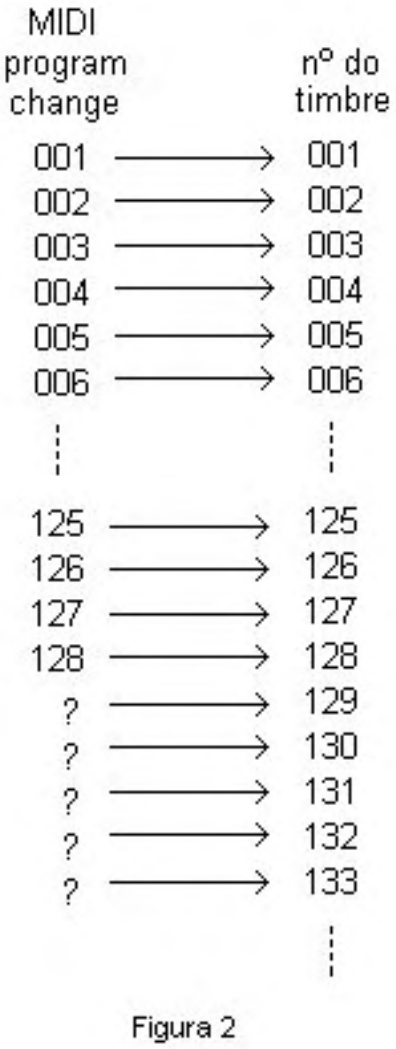


Figura 2

Usando-se apenas as mensagens MIDI de program change
é impossível selecionar timbres acima de 128.

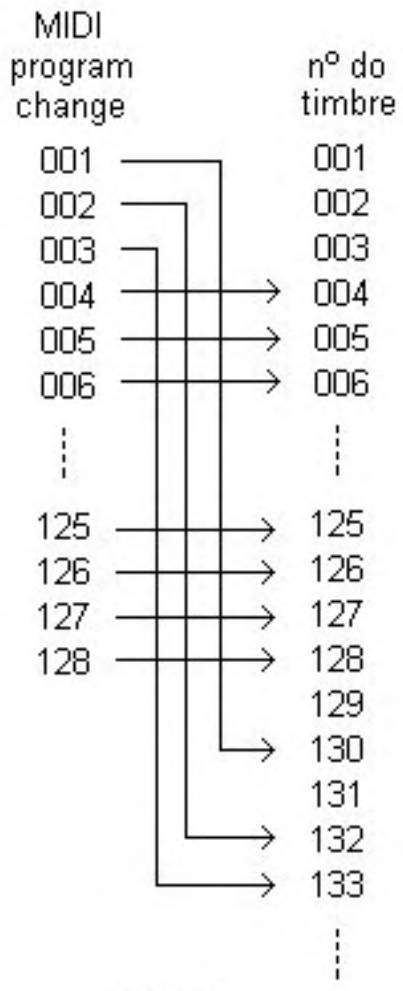


Figura 3

Usando remapeamento, os timbres acima de 128 podem ser acessados via program change.

Alguns equipamentos passaram a oferecer um recurso chamado de remapeamento de programas (program remaping) que, de uma forma inteligente, permite ao usuário acessar via MIDI todos os patches existentes na memória interna, ainda que com certas limitações. O E-mu Proteus é um exemplo disso. Vejamos então como funciona o processo de remapeamento.

O instrumento continua possuindo apenas 128 números de timbres acessáveis via MIDI, mas cada um desses números pode ser traduzido para um outro número, por meio de uma tabela de correlação (veja Fig.3). Assim, a tabela - ou mapa - contém o redirecionamento que deve ser dado a cada número de program change recebido via MIDI.

Observe pelo exemplo da Fig.3 que os program change 4, 5, 6, etc não foram remapeados (possivelmente por que o músico queria usar esses timbres. Observe também que, uma vez que um determinado número do program change é remapeado, só se poderá acessá-lo se outro program change for remapeado para ele. É o caso do program change 001, por exemplo, que está sendo remapeado para o 130. Se quisermos chamá-lo via MIDI, será necessário usar um outro nº de program change, e remapeá-lo para 001.

É importante chamar a atenção para o fato de que as 128 mensagens MIDI de program change muitas vezes são designadas pelos fabricantes como sendo numeradas de 0 a 127, e não de 1 a 128. Dessa forma, é bom certificar-se do valor-início da numeração, para evitar remapeamento errado.

Além do remapeamento permitir que se selecione via MIDI timbres acima de 128, ele também possibilita que o músico use uma mesma mensagem de program change para selecionar números diferentes de patches em dois instrumentos encadeados via MIDI. Isso é útil quando um teclado controlador está comandando dois módulos, por exemplo, e o músico deseja tocar as mesmas notas nos dois (por isso eles devem estar recebendo no mesmo canal de MIDI) mas com timbres diferentes. Dessa forma, num dos módulos o músico deve remapear o program change para o número do timbre desejado (Fig.4).

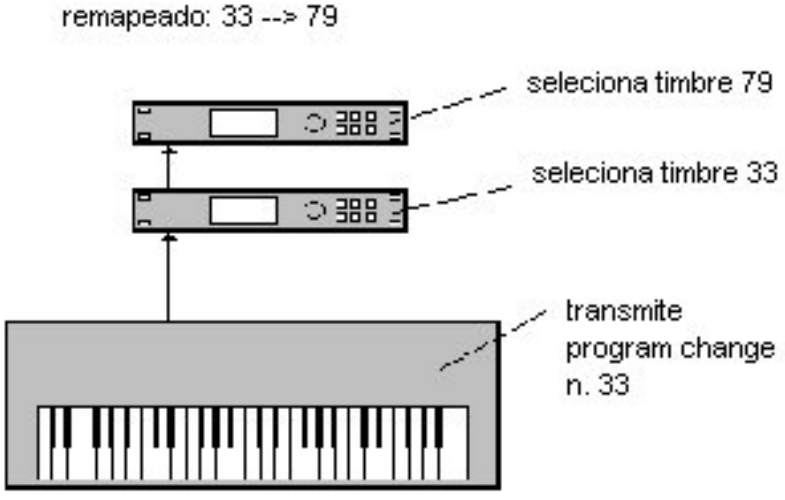


Figura 4: O remapeamento permite selecionar números de patches diferentes em equipamentos usando o mesmo canal de recepção MIDI.

Para ultrapassar o limite de 128 timbres selecionáveis via MIDI, foi estabelecido há alguns anos atrás uma mensagem específica, chamada de bank select, que permite selecionar um dos bancos de timbres do instrumento, para então se escolher um dos 128 do banco. Essa mensagem pertence à categoria de mensagens de controle (control change nº 0). Assim, nos instrumentos mais modernos, quando se quer selecionar um timbre que não está no banco básico (os primeiros 128 timbres), é necessário primeiro enviar uma

mensagem de control change 0 indicando o número do banco desejado e em seguida uma mensagem de program change com o número do patch daquele banco.

Muito freqüentemente, os fabricantes não usam números seguidos para os bancos, por isso é importante verificar na documentação do equipamento quais são os números usados para selecionar os bancos.

Uma última dica: alguns equipamentos anteriores à definição da mensagem de bank select, como o Yamaha TG-77, utilizam mensagens de control change diferente de 0 para selecionar bancos de timbres.

Transferindo dados via MIDI SysEx

Sendo o MIDI um sistema de comunicação de dados, ele pode ser usado para algumas outras finalidades, além da transferência de informações de execução musical (notas musicais, pedais, controles, etc). Dessa forma, existe uma categoria especial de mensagens MIDI, chamada de SysEx ("System Exclusive"), isto é, mensagens exclusivas do sistema.

As mensagens SysEx têm diversas aplicações, mas a mais comum é a transferência de dados da memória interna de um equipamento para outro (compatível), ou para um computador. Isso permite que se copie toda a memória de um teclado para outro, por exemplo. Ou então transferir para o computador uma cópia dos dados da memória do teclado (uma forma barata de se expandir memória), usando um software adequado. Isso possibilita que se tenha uma cópia de segurança dos dados do instrumento, que podem ser transferidos novamente do computador para ele, caso isso seja necessário.

Praticamente todos os teclados e módulos sintetizadores, bem como outros equipamentos que possuem tomadas MIDI (como processadores de efeito, por exemplo), podem transferir os dados da sua memória via mensagens MIDI de SysEx. O processo de transferência de SysEx geralmente é denominado como "bulk dump" ou "data dump". Alguns equipamentos possuem funções específicas para isso, acessadas pelo painel, que "disparam" a transmissão dos dados (processo unidirecional). Outros só podem transferir seus dados internos se receberem primeiro um comando MIDI específico, que "puxa" os dados da memória (processo bidirecional, ou "handshaking").

Vejamos o exemplo prático do módulo sintetizador Roland JV-1080. Para que ele envie os dados da sua memória interna, é preciso entrar na função "Utility / MIDI / Menu 2", e então selecionar a opção "Bulk Dump"; em seguida, escolher quais os dados da memória que devem ser enviados via MIDI SysEx: Performances, Patches, Rhythm, System, das memórias User, Card ou Temporary; por fim, basta confirmar o envio, e os dados serão empacotados e transmitidos via SysEx para um outro JV-1080, ou para um computador dotado de interface MIDI e um software apropriado para esse tipo de aplicação. Para transferir de volta os dados, é preciso que o JV-1080 esteja habilitado a receber SysEx, o que é feito na função "Utility / MIDI / Menu 1", selecionando-se a opção "Protect", e em seguida, desativando (OFF) a proteção contra escrita via SysEx.

O caso exemplificado acima ilustra um processo unidirecional, onde o usuário dispara a transmissão a partir do próprio equipamento. Mas existem softwares que podem puxar os dados SysEx do equipamento para o computador, enviando primeiramente um comando de "requisição", após o qual o equipamento então responde com os dados requisitados. Esse processo bidirecional é também chamado de "handshaking", e para isso, é preciso ter um software especializado no computador.

Existem softwares específicos para se armazenar e editar dados de equipamentos, como

o MIDI Quest (da Sound Quest), e o Noize (da Terzoid Software). Mas vários softwares seqüenciadores, como o Cakewalk, podem armazenar muito bem os dados SysEx, inclusive pelo processo bidirecional, embora com pouquíssimos recursos para edição.

Existem duas coisas importantes no que diz respeito ao transferência de SysEx. Primeiro, que os dados de um determinado equipamento não podem ser usados em outro, a menos que eles sejam perfeitamente compatíveis. Isso quer dizer que os timbres do JV-1080 jamais poderão ser transferidos via SysEx para um Alesis QS8, por exemplo. Em segundo lugar, a maioria dos fabricantes utiliza um código de identificação (ID - uma espécie de número de canal), que deve estar devidamente configurado, senão o equipamento não receberá os dados. A Roland, por exemplo, costuma usar o número ID=17. Isso quer dizer que se os dados foram enviados para o computador com o ID=17, para recebê-los o equipamento deverá estar configurado também com ID=17.

Por fim, é bom lembrar que os dados SysEx são muito volumosos, e portanto uma transmissão dessa natureza contém muitos bytes, dependendo do que se está transferindo (a memória interna inteira pode conter muitos milhares de bytes).

Leia mais sobre o assunto:

- Arquivos SYX no Cakewalk
- SysEx no Cakewalk (1)
- SysEx no Cakewalk (2)
- SysEx no Roland D70
- SysEx no Roland SoundCanvas
- SysEx no Roland TD7
- SysEx no Yamaha DX7