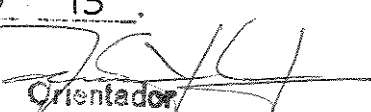


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÕES

Este exemplar corresponde à redação final da tese
defendida por EDWIN MAURICIO LOBOSCHI
e aprovada pela Comissão
Julgadora em 25 JUN 93.

Orientador

Tese de Mestrado

Criação de um ambiente técnico-artístico
integrado utilizando fundamentalmente o sistema
MIDI e otimização da linguagem.

Edwin Mauricio Loboschi 786

B.T.

ORIENTADOR: João Baptista Yabu-uti t

Campinas 1993

Agradeço a todos proprietários de estúdios, representantes de equipamentos e de softwares, técnicos de som, projetistas de hardware, músicos e hobistas com quem também tive a oportunidade de aprender MIDI.

Gostaria especialmente de citar as contribuições de:

Eliane A. A. Pimentel (desenhos)
Paulo S. dos Santos (hardware)
Of. Mecânica IQ (confecção de caixas de alumínio)

Dedicado à Florence Lohr Mello.

Resumo

Consultando revistas técnicas, livros e dicionários especializados, publicações científicas, manuais de equipamentos e softwares, foram agrupadas neste trabalho várias características do Sistema MIDI que compõem hardware padrão e protocolo de transmissão. Também foram comentados os sistemas de sincronismo pré e pós MIDI utilizados nos estúdios.

Um laboratório foi montado, interligando convenientemente dois teclados multitímbrais, um sampler, um processador de efeitos e um microcomputador com software musical que sequenciou o conjunto. Um teclado analógico também foi utilizado como fonte sonora para obtenção de amostras e comparação com o original analógico.

Dois protótipos simples de misturadores de audio foram desenvolvidos com obtenção de resultados interessantes e foi feita uma descrição geral do laboratório com variantes de operação e procedimentos obrigatórios.

Ainda por final foi deixada uma proposta de um estúdio compacto possivelmente adequado à realidade brasileira.

Acredito ser a maior contribuição deste estudo, sempre cuidadosamente relatado com uma linguagem acessível, uma base para criação de um ambiente integrado entre músicos e engenheiros de som na Mídia e especialmente dentro das instituições de ensino.

É necessário mencionar que os arquivos musicais (songs) apresentados tem como única finalidade a demonstração das possibilidades técnicas do meio criado.

índice

Capítulo 1 UMA PONTE ENTRE A ENGENHARIA E A MÚSICA.

1.1	Introdução.....	06
1.2	Conteúdo.....	10

Capítulo 2 A ARTE DOS EQUIPAMENTOS.

2.1	O Padrão MIDI.....	14
2.2	Os Sint. Analógicos.....	24
2.3	Sincronização.....	28

Capítulo 3 ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS.

3.1	O Protocolo MIDI.....	39
3.2	Cartas de Implementação MIDI.....	73

Capítulo 4 A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS.

4.1	O Laboratório.....	78
4.2	O Misturador de Audio.....	91

Capítulo 5 PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA.

5.1	Operação do Sistema.....	106
5.2	Um Novo Laboratório.....	113

Capítulo 6 CONCLUSÃO

Conclusão.....	119
----------------	-----

Bibliografia.....	122
-------------------	-----

Apêndice

A	Previsão de Investimentos.....	130
B	Processador de Efeitos SE-50.....	133
C	Sintetizador M1.....	142
D	Sintetizador D70.....	147
E	Sampler S330.....	154
F	Programa Sequenciador Voyetra SP3 (SPGold).....	161

UMA PONTE ENTRE A ENGENHARIA E A MÚSICA

CAPITULO I

UMA PONTE ENTRE A ENGENHARIA E A MUSICA

1.1 Introdução

Levar cultura é papel fundamental dos artistas na organização, ou como queiram, na reorganização da sociedade. Mas evidencia-se que com a aceleração dos meios de comunicação, mais do que nunca, a tecnologia e a cultura estão se encontrando.

É fato, o Homem não pode deixar de respeitar o avanço tecnológico, seja em qual área for.

Na música, que possui também a sua face científica, a tecnologia tem trazido enormes benefícios não somente para o executante no palco, como também para arranjadores nos estúdios. Principalmente neste segundo caso, onde se tem um parâmetro bastante relevante, que é tempo para desenvolvimento das diversas tarefas, as facilidades existentes para tal na atualidade são incontestáveis.

As técnicas de processamento digital de sinais acústicos vieram permitir uma revolução no campo da música industrializada, ou como poderíamos também dizer, na música contemporânea. Estas técnicas tem sido extremamente utilizadas e se tornaram corriqueiras não só no campo sonoro, mas também no auxílio de produção de vídeo e cinema, além de toda espécie de trabalhos desenvolvidos para Mídia, que nos chegam a todo instante através dos meios de comunicação. Muitos equipamentos foram então criados permitindo aos diversos profissionais, artistas ou técnicos, o desenvolvimento de suas atividades de uma forma mais segura e rápida, e com maior satisfação.

A intersecção do advento e desenvolvimento das filosofias de conversão analógico/digital / digital/analógico e dos microprocessadores veio permitir a proliferação rápida desses equipamentos. Hoje, praticamente todos os instrumentos musicais e equipamentos paralelos possuem internamente microprocessadores para manipular os bytes, podendo executar com extrema facilidade um número muito grande de funções. Os equipamentos, conseqüentemente, se tornaram bastante versáteis, ou até para

muitos, extraordinários.

Anteriormente, para a montagem de um sistema de gravação acústico de nível profissional mas que fosse básico, havia um grande dispêndio de recursos no tratamento de todos os sinais de áudio analógicos presentes. Esse tratamento é necessário para evitar uma possível contaminação dos diversos sinais analógicos por ruídos e interferências, não somente no processo de geração, mas também na captação, mixagem, processamento e gravação. Pode-se dar como exemplo, os sistemas complexos de redução de ruído (Ex. Os sistemas *Dolby* e *DBX* multicanais). Logo se descobriu que a melhor maneira de escapar desse inconveniente seria a amplificação e isolamento do sinal imediatamente quando gerado. Esse sinal poderia ser de um instrumento acústico, eletrônico, ou ainda vindo de qualquer equipamento.

Nos sistemas contemporâneos, parte desses processos ainda é implementada na forma analógica, porém em equipamentos muito mais miniaturizados e confiáveis, devido a utilização de amplificadores operacionais de baixíssimo nível de ruído.

Os gravadores de áudio digitais também estão se disseminando e se tornado muito mais baratos devido a crença que a gravação analógica tem os dias contados [62].

Além destes fatos, pode-se acrescentar a grande evolução da automatização trazida pelo Sistema de Interfaceamento Digital de Instrumentos Musicais e Equipamentos (MIDI). Podemos citar como exemplo, as mesas de som contemporâneas, onde todos os ajustes de volume, panorâmico, ou até equalização são feitos remota e automaticamente via conexão MIDI, sendo controladas por um microprocessador principal no estúdio, localizado num dispositivo denominado sequenciador. Na verdade esse dispositivo, que pode ser um corriqueiro computador pessoal utilizando um software também denominado sequenciador, pode efetuar um controle sobre todos os instrumentos e equipamentos que venham possuir esse referido interfaceamento.

Há uma tendência de que todo tipo de equipamento utilizado em estúdios (áudio e vídeo) seja capaz de conversar no sistema MIDI. Além dos tradicionais teclados e máquinas de ritmo, incluem-se até

os instrumentos de corda como violinos, violas, contrabaixos, guitarras, etc, todos eles capazes de traduzirem o virtuosismo do intérprete em informações na forma de palavras digitais ou bytes pertencentes a um protocolo também denominado MIDI.

Então, é necessário entender que quando se está gravando um instrumento midiado, antes de tudo, está-se enviando e armazenando informações digitais relativas ao protocolo, tais como, notas acionadas e desligadas ou força de ataque ou ainda acionamento de pedal, e não, a priori, sons daquele respectivo instrumento. Depois que as notas musicais foram fornecidas pelo executante, aí então é que se irá escolher definitivamente o timbre daquele instrumento. Da mesma forma, numa apresentação ao vivo, o timbre daquele instrumento a ser tocado pode ser escolhido dentro de um naipe de vários instrumentos. É primordial entender isto num sistema MIDI.

Mas como se pode ter sons de instrumentos acústicos com grande fidelidade num sistema eletrônico e informatizado?

As técnicas de amostragens de instrumentos (*Sample Player*) vieram substituir os anteriores sintetizadores analógicos e digitais que tentavam imitar os instrumentos por meio de ajustes de controles (nos analógicos) e programações de parâmetros (nos digitais). Nestes teclados contemporâneos denominados amostrados, os timbres são gravados digitalmente em memórias ROM em palavras de 12 ou mais bits e com frequência de amostragem de até 48 KHz, de modo que se tem alta fidelidade com banda passante.

Como MIDI implementou entrada e saída MIDI num mesmo instrumento, eles passaram a ser arranjados em cascata, de modo que, ao se tocar um todos poderiam reproduzir seus sons. Assim é explicado o aparecimento de um grande número de instrumentos sem teclado, os chamados módulos de som, que foram criados somente para serem utilizados como escravos. Pode-se notar que é possível se tocar um sax num teclado ou reproduzir sons de percussão num contrabaixo ou ainda executar um coro de violinos numa guitarra. Outros equipamentos, os denominados *Samplers*, permitem inclusive que o usuário faça suas próprias amostras criando arranjos (*patches*) de timbres inusitados.

UMA PONTE ENTRE A ENGENHARIA E A MÚSICA

Como o processamento é digital e o sinal de saída de todos estes equipamentos é extremamente forte, ou seja, na ordem de volts, a relação sinal/ruído sobe extremamente. A ausência de microfonação, um número extremamente grande de possibilidades de processamento instantaneamente das informações do protocolo com extrema economia de memória no armazenamento, a equalização digital, a imunidade às interferências e a excelente relação sinal/ruído fizeram de MIDI uma revolução na técnica e na arte de fazer música e consequentemente mídia.

Este trabalho faz um ensaio artístico com alguns equipamentos MIDI incluindo teclados, *sampler*, processador de efeitos e sequenciador por computador PC, propondo a utilização de um receptor de TV não tradicional como monitor RGB para o computador e o *sampler*.

Procurando integrar as facilidades do sistema MIDI com técnicas básicas de utilização de equipamentos de áudio, comenta as técnicas de operação, apresenta uma opção de projeto de misturador de alta fidelidade e faz uma análise do protocolo MIDI.

A ilustração do protocolo MIDI, de alguns blocos e conceitos básicos procuram formar uma base teórica. Esta, em conjunção com uma implementação prática e com a apresentação de uma proposta mais contemporânea, têm o objetivo de fazer deste trabalho um manual de apoio a todos aqueles que tem interesse em pesquisar este interessante universo que MIDI criou.

1.2 Conteúdo

Citamos aqui, além da introdução existente no primeiro capítulo, o conteúdo dos capítulos posteriores deste trabalho.

Capítulo 2: A ARTE DOS EQUIPAMENTOS

Em **Padrão MIDI** são dadas todas características do sistema MIDI de Hardware e Software incluindo forma e taxa de transmissão, o sistema de canais, o padrão para os bornes de conexão optoisolados, as configurações e os modos de operação.

Em **Sintetizadores analógicos** é dada uma noção de sintetizadores analógicos, o sistema de gatilho utilizado e a analogia com o sistema MIDI.

Em **Sincronização** são comentados os sistemas de sincronismo utilizados nos diversos equipamentos de estúdio, pré e pós MIDI, incluindo *MIDI Time Code* e *SMPTE*.

Capítulo 3: ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

Em **O Protocolo MIDI** são definidos os bytes de dados e de status e seus campos ou grupos de bits. São definidos também o Estado Corrente (*Running Status*) e o formato das mensagens MIDI onde são descritos os 3 grupos ou 5 tipos de mensagens. Depois de apresentada uma tabela com todas mensagens organizadas e com respectivo valor hexadecimal, cada mensagem é então comentada. Dentro das mensagens Comuns ao Sistema, é definido o formato do Sistema de código de Tempo MIDI. Também é definido o Padrão de Transferência de Amostra. Em **Cartas de Implementação MIDI** são identificadas todas informações de cada campo das cartas MIDI e

detalhes interessantes são abordados.

Capítulo 4: A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS

Em O Laboratório, sobre a planta na forma de diagrama em blocos do estúdio onde um trabalho foi executado, são definidas a malha MIDI com os equipamentos relacionados e as vias de vídeo e áudio incluindo o sistema de *Send* e *Return* do misturador. São descritos todas conexões e blocos montados, tais como, o pré do microfone e as opções de chaves para utilização do algoritmo do Vocoder do SE-50.

Em O Misturador de Audio são descritos detalhadamente os projetos de dois misturadores de 10 e 16 canais. O de 16 canais apresenta estágios de entrada de efeitos e ganho fixo por canal e ainda uma opção inusitada de ajuste discreto de panorâmico. Propositamente triviais, esses protótipos mostram que com uma circuitaria bem simples, pode se criar um equipamento que opere com alta fidelidade dentro de todas facilidades que MIDI oferece.

Capítulo 5: PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA

Em Operação do Sistema é feita uma descrição dos procedimentos de operação, comentando as técnicas utilizadas na criação de arquivos no programa sequenciador e incluindo designação de canais MIDI para os teclados e módulos. Ainda variantes de operação e procedimentos obrigatórios ou de praxe nos estúdios são apresentados.

Em Um Novo Laboratório é deixada uma proposta de um novo projeto de estúdio ou laboratório utilizando tecnologia contemporânea com apresentação de diagrama e especificação de cada equipamento e software.

Capítulo 6: CONCLUSÃO

Na Conclusão são discutidos o fazer técnico musical e a proposta de criação de um ambiente integrado entre músicos e engenheiros dentro da universidade com a utilização de uma linguagem adequada. Também é comentado o porque da escolha dos equipamentos do laboratório utilizado, as vantagens da opção de utilização do PC e o que ficou obsoleto.

Apêndices: Foi incluído um apêndice de seis itens com principais características de arquitetura e operação dos equipamentos e software MIDI utilizados nesta pesquisa, permitindo o leitor melhor compreender o laboratório como um todo e sanar maiores dúvidas.

A ARTE DOS EQUIPAMENTOS

CAPITULO II

A ARTE DOS EQUIPAMENTOS

2.1 O Padrão MIDI

Como MIDI foi implementado em transmissão serial, os bits são enviados consecutivamente em apenas um par de fios, apresentando contudo uma limitação de velocidade que é traduzida em limite de quantidade de notas que podem ser endereçadas para vários instrumentos num dado intervalo de tempo. Esta limitação porém acaba não trazendo grande problema como é verificado na prática.

MIDI é uma sigla proveniente do inglês: *Musical Instrument Digital Interface* (Interface Digital para Instrumentos Musicais).

O padrão MIDI permite conectar dispositivos que possuam o referido hardware, num único barramento via uma conexão assíncrona, sendo que a interface produz uma linha de dados seriais baseada em laço fechado de corrente ou *loop* de corrente. Esses equipamentos podem ser sintetizadores, módulos de som, *samplers*, sequenciadores, computadores pessoais, baterias eletrônicas, controladores de guitarra, controladores de bateria (módulos e *pads*), controladores de sôpro, controladores de violino, mesas de som, mesas de iluminação, etc.

A interface padrão MIDI opera a uma taxa de transmissão de 31,25K bps (bits por segundo) com 1 *start bit*, 8 bits de dados, e 1 *stop bit*. Havendo então uma taxa de transferência efetiva de cerca de 3K bytes por segundo, pode-se dizer que os 10 bits (um byte serial) levam um período de 320 microsegundos para serem transmitidos [34].

O grande volume de dados MIDI é formado por notas (eventos), tocados em um teclado musical, ou transmitido por um instrumento.

Um dispositivo MIDI contém normalmente uma conexão receptora (MIDI *input*) e outra transmissora (MIDI *output*). Alguns dispositivos MIDI também contém um circuito repetidor que simplesmente recebe a informação via MIDI *input* e envia sem qualquer alteração esta informação para uma saída denominada MIDI *thru*.

Existem várias maneiras de se conectar dispositivos MIDI,

lembrando-se que uma saída MIDI de um dispositivo sempre deverá estar conectada a uma entrada MIDI de um outro. A saída MIDI *thru* permite conectar vários dispositivos em cascata de maneira que todos possam ser controlados por um único.

Toda comunicação entre dispositivos MIDI é constituída da transmissão de mensagens MIDI contendo bytes de status e bytes de dados.

Um instrumento equipado com MIDI usualmente contém um opto-isolador, um transmissor-receptor assíncrono universal (UART) e um determinado hardware para executar funções diversas.

Um transmissor MIDI gera mensagens formatadas, enquanto que um outro (receptor) deverá reconhecer e atuar acerca destas mensagens dentro de um formato padrão. Enquanto o dispositivo escravo recebe mensagens e executa comandos MIDI, o transmissor gera mensagens e as transmite pelo caminho da UART.

Desde que uma única interface é utilizada para conectar vários dispositivos MIDI, uma certa estrutura foi idealizada para direcionar dados a um certo dispositivo (instrumento) dentro de um conjunto de múltiplos instrumentos. O artifício está na codificação dos dados.

A maneira como estão dispostas as palavras permite endereçamento individual de qualquer instrumento conectado numa única interface MIDI. O padrão MIDI especifica um máximo de 16 canais, numerados de 0 a 15 (algumas vezes de 1 a 16), o que caracteriza que qualquer um pode ser controlado independentemente ou individualmente.

Quando um dispositivo MIDI envia bytes (palavras) de mensagem, ele o faz, quebrando em bits, como se sabe. O dispositivo transmite então os bits sequencialmente através de um cabo MIDI usando o que se poderia dizer de corrente elétrica flutuante.

Quando nenhuma mensagem está sendo enviada, uma pequena corrente flui constantemente através do cabo, de um dispositivo para outro. Quando um dispositivo envia um bit 1, ele pára a corrente por um breve momento. Quando o mesmo envia um bit 0, ele retoma a corrente novamente.

O que pode parecer bastante simples, na verdade é um pouco mais complicado. Vejamos o que poderia acontecer se um dispositivo enviasse uma sequência de 3 bits 1 em uma linha, não iria o dispositivo receptor interpretar a parada na corrente como um único bit 1?

Não, porque ambos dispositivos transmissor e receptor temporizam sinais para adequá-los dentro de um bit discreto.

Como dito anteriormente, todos dispositivos MIDI são setados para enviar e receber dados a uma taxa de 31250 bits/s. O dispositivo transmissor envia cada bit ou como um estado de corrente *on* (ligado) ou como um estado *off* (desligado) por um período de $1/31250$ segundo. O dispositivo receptor analisa a corrente de entrada num período de tempo exatamente igual e lê cada seguimento ou como um 1 (falta de corrente), ou como um 0 (presença de corrente).

Esta temporização padrão permite que dispositivos enviem e recebam uma série consecutiva de uns ou zeros sem causar confusão ou perda de dados. Levando-se uma taxa *baud* comum para os dispositivos MIDI, resolve-se a questão da separação de cada bit.

Ainda permanecem outras questões. Vindos os bits pelo cabo MIDI na forma de uma "corrente constante", como pode o dispositivo receptor agrupá-los identificando os bytes?

Como ele pode dizer quando um byte inicia ou termina?

Se o primeiro bit em uma mensagem for um bit 0 (o qual não difere de um estado inativo) como o dispositivo receptor saberá que o bit foi enviado?

Como já dito, MIDI utiliza dois bits extras para marcação do início e fim de cada byte, ou seja, um *start bit* (bit de início =1) e um *stop bit* (bit de fim =0).

Supondo dois dispositivos MIDI conectados sem envio de mensagem por enquanto. O dispositivo receptor verifica sua porta de entrada (MIDI IN) e percebe uma corrente constante proveniente do dispositivo transmissor, indicando que nenhum byte está sendo enviado. O dispositivo transmissor agora envia um byte, logicamente iniciando com um bit 1 (*start bit*), depois os oito bits do byte e finalizando com um bit 0 (*stop bit*). O dispositivo

receptor, em constante monitoração por mudanças de corrente, detecta uma súbita parada na corrente quando recebe um start bit (valendo lembrar que em *loop* de corrente, a falta da mesma é decodificada como bit 1) Então, ele separa o start bit, e conta os próximos oito bits, aplicando a taxa de recebimento de 31,25 K bauds. Quando vem o stop bit, ele pára o recebimento dos bits do byte, coloca juntos os oito bits e interpreta-os na forma de um byte como parte de uma mensagem MIDI. A chegada do stop bit (bit 0) faz restaurar a corrente na porta MIDI in ao seu estado normal. O dispositivo receptor volta então a manter uma constante monitoração para percepção da chegada de um novo start bit, que irá indicar o aparecimento de um novo byte.

Pode-se perceber a necessidade de haver uma temporização exata nesta alta taxa de transmissão e recepção de bits. Havendo uma rara ocorrência de desvio na temporização, ou uma distorção na corrente por frações de segundos, o que é pouco menos raro, o resultado na estruturação dos bytes pode apresentar um erro no valor de um bit ou de uma série de bits.

A alteração de um único bit pode mudar o valor de um byte inteiro, o qual pode descaracterizar por completo a mensagem MIDI, o que por sua vez pode ser catastrófico para performance (execução). Pode-se a partir daí entender a necessidade de se manter sempre em boas condições o estado das conexões e cabos MIDI.

2.1.1 O Hardware Padrão MIDI

Como se pode ver na figura 2.1, trata-se de um loop de corrente de 5 mA. Os opto-isoladores devem ser de alta velocidade, tendo tempos de subida e descida menores que 2 microsegundos. Ex: 6N135 de fabricação da HP e o PC-900 da Sharp [54].

Nos painéis dos instrumentos o padrão de conector é DIN 5 pinos (180 graus) fêmea. Os pinos 1 e 3 não são usados e portanto não devem ser conectados.

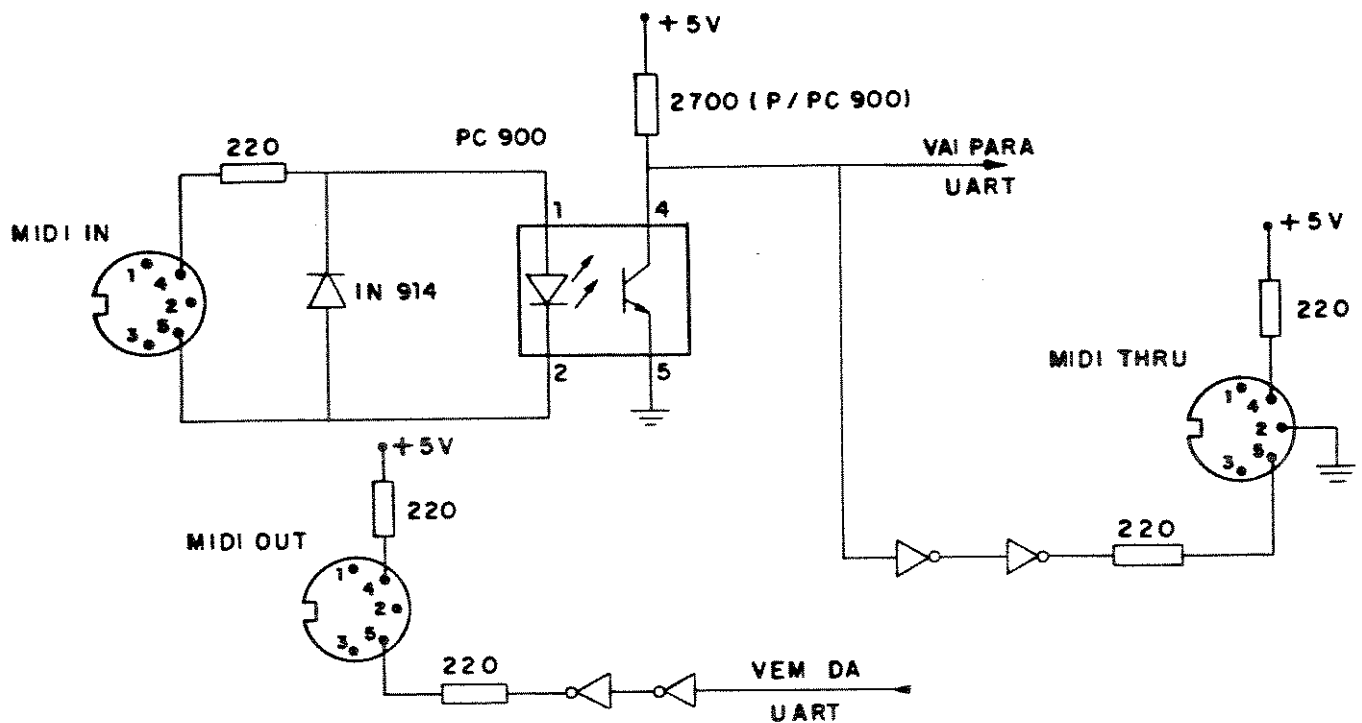
Os cabos, obrigatoriamente blindados com duas vias internas além da malha, devem ser terminados pelo correspondente conector macho e devem ter um comprimento máximo de 15 metros.

2.1.2 Configurações e Modos MIDI

Existem duas maneiras usuais de se conectar múltiplos instrumentos (dispositivos) MIDI numa "malha" MIDI.

1-Daisy Chain

2-Star Network



OUTROS OPTOISOLADORES

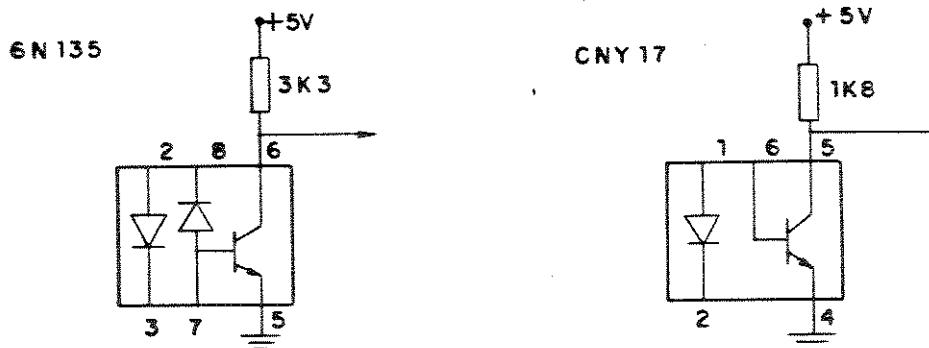


Fig. 2.1 Hardware Padrão MIDI

Configuração Daisy Chain

Este tipo de configuração está vinculada à utilização da conexão MIDI Thru e tem funcionamento adequado ao uso de um teclado mestre controlando poucos dispositivos escravos. Normalmente o número máximo de dispositivos escravos seria de 3, a partir do qual há um aumento sensível de incidência de erros. Devido a passagem por diversos instrumentos, o sinal passa a ter um atraso considerado e também sofre uma certa degradação. Estes problemas se tornam mais acentuados no final da cadeia.

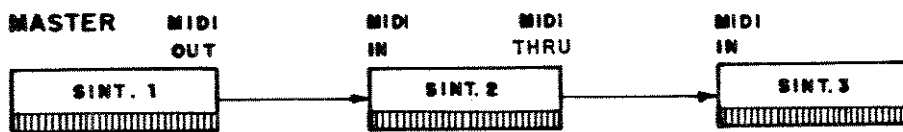


Fig.2.2 Configuração Daisy Chain

Configuração Star Network

Esta outra configuração vem solucionar estes problemas, principalmente quando se está utilizando múltiplos dispositivos.

Constata-se aqui a utilização de um pequeno acessório denominado MIDI Thru Box. MIDI Thru Box apresenta simultaneamente nas suas diversas saídas, cópias fiéis do sinal inserido na entrada.

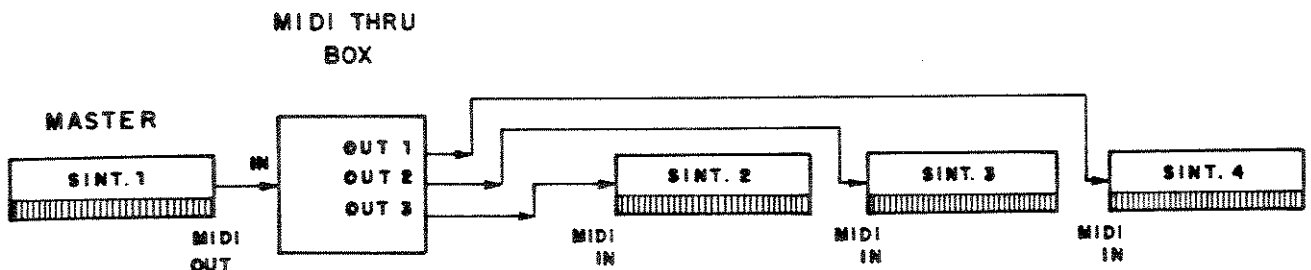


Fig.2.3 Configuração Star Network

Verifiquemos agora, de que forma os dispositivos MIDI recebendo mensagens de notas pressionadas através de um canal MIDI designado, atribuem-nas às suas vozes internas.

Pode-se dizer que a voz de um dispositivo MIDI é um bloco básico de geração de timbre.

Número de vozes se refere a polifonia de um dispositivo.

Polifônicos são aqueles que possuem múltiplas vozes, o que no caso dos sintetizadores mais antigos se traduz por múltiplos osciladores, ou seja, aqueles que permitem execução de múltiplas notas ao mesmo tempo. (contrariamente aos monofônicos). Nos últimos equipamentos lançados no mercado (1988-1992) o número de vozes está entre 16 e 30.

MIDI concebe quatro diferentes modos de distribuição de dados nas vozes dos dispositivos, modos estes que consistem de várias combinações de 3 mensagens MIDI: *Omni*, *Poly* e *Mono*.

Omni On e *Omni Off* são mensagens direcionadas a um dispositivo indicando respectivamente para que ele receba ou não a informação dos 16 canais MIDI simultaneamente.

As mensagens *Poly* e *Mono*, como se pode deduzir, vem determinar se um dispositivo deverá responder polifonicamente ou monofonicamente ao envio de mensagens do tipo tecla acionada (*note on*).

Vejamos inicialmente os modos MIDI sob o ponto de vista de recepção

Modo 1: Omni On/Poly

Neste primeiro modo, o dispositivo deverá responder a informações enviadas de quaisquer canais, ou seja, de 1 a 16, e ainda de maneira polifônica. Sendo assim, nenhuma designação de canal é pertinente. Como o dispositivo escravo responderá a qualquer informação, no caso de um sintetizador por exemplo, todas estas informações o farão reproduzir o timbre relativo a uma única localização de memória. Vale ressaltar aqui, que nesta localização de memória pode estar endereçado um *patch* com divisão de teclado (*split*), ou seja, a parte inferior do teclado reproduz um determinado timbre enquanto a superior reproduz um outro.

Este modo é basicamente utilizado para dispositivos monotimbrais operando fora de uma malha MIDI, ou seja, gatilhados unicamente, devendo reproduzir um único timbre. Como o próprio nome diz, monotimbral se refere àquele capaz de reproduzir um timbre de cada vez, com exceção da utilização da função Split como explicado anteriormente. Exemplo de equipamento monotimbral: Sint. D50 Roland.

Modo 2: Omni On/Mono

Este modo tem as mesmas características do modo 1 com a única exceção de que qualquer informação será atribuída a uma única voz, ou seja, as mensagens de voz são recebidas em todos os canais e controlam somente uma voz monofonicamente.

Modo 3: Omni Off/Poly

As mensagens de voz são recebidas em um único canal N e são designadas para quaisquer vozes polifonicamente.

Este modo permite que o dispositivo escravo selecione a informação que deseja receber através da designação de um determinado canal. Desta forma, todas informações relativas a outros canais, que não este específico, são ignoradas.

Devido a configuração Poly, como no modo 1, o dispositivo deverá responder de modo polifônico.

Observe que neste modo, para que haja transferência correta da informação, ambos dispositivos mestre e escravo, deverão estar setados para o mesmo canal, caso contrário, a informação será ignorada.

Modo 4: Omni Off/Mono

As mensagens de voz são recebidas nos canais N até N+M-1, e são designadas monofonicamente para vozes de 1 até M, respectivamente. O número de vozes M é especificado pelo terceiro byte da mensagem de modo Mono. Neste modo, entende-se que cada voz

do dispositivo deve estar vinculada a um canal específico.

Tomando como exemplo o módulo de voz TX81Z da empresa Yamaha, que é um dispositivo multitimbral de 8 vias e polifônico de 8 vozes, pode-se definir para o primeiro canal, a primeira voz; para o segundo canal, a segunda voz e assim por diante, de modo que cada voz estará vinculada a um determinado canal. Desta forma, este dispositivo responde monofonicamente em cada canal com um timbre diferente, mas isto não é obrigatório, sendo que, por determinados motivos, pode-se enviar mensagens monofonicamente em canais diferentes mas para um mesmo Patch ou timbre.

Na transmissão, os modos MIDI tem conceitos análogos aos vistos anteriormente.

No modo 1, o dispositivo transmite todos dados de voz através de um canal MIDI N global, e este canal global pode ser estabelecido. Utiliza-se este modo quando não se quer ter preocupação de atribuição de canal.

No modo 2, como se era de esperar, as mensagens de voz para uma única voz são enviadas em um canal N.

No modo 3, a transmissão é polifônica por meio de um canal estabelecido N, e pelo fato deste modo permitir o envio de informação direcionada em cada canal, pode-se efetuar o que se poderia chamar de gravação multipistas. Cada pista, onde é locado um instrumento, é gravada de uma vez.

No modo 4, como na recepção, para cada voz é estabelecido um canal. Aqui, o dispositivo deverá transmitir dados pelos mesmos canais designados para recebe-los, ou seja, de N até N+M-1. Este modo é impressindível para controladores MIDI onde informações de modulação ou *pitch bends* devam ocorrer somente na voz designada (controladores de guitarra por exemplo).

Sobre os 4 modos MIDI pode-se ainda afirmar:

- 1- As mensagens de modo são reconhecidas por um canal básico no receptor, independente do modo corrente.
- 2- As mensagens de voz em canal, além de serem normalmente recebidas pelos canais de voz (como no modo 3 por exemplo), podem também chegar pelo canal básico.

Usualmente, os dispositivos transmissor e receptor estão

setados para o mesmo modo.

Se um dispositivo escravo recebe uma mensagem para passar para um modo que ele não obedece, ele pode ignorar a mensagem ou chavear para um modo alternativo (outro entre os 4 modos MIDI).

O *default* para sintetizadores multitimbrais normalmente é o modo 3.

2.2 Os Sintetizadores Analógicos

Sabe-se que a música eletrônica existe muito antes da invenção de MIDI. Anteriormente, na época dos sintetizadores analógicos, ou seja, aqueles equipamentos onde o som era gerado por osciladores controlados por tensão (VCOs), as interligações daqueles equipamentos se davam através de conexões existentes no painel trazeiro denominadas *CV In* e *CV Out*.

Foram 3 os módulos básicos constituintes de um teclado dito analógico: *VCO* (*Voltage Controlled Oscillator*), *VCF* (*Voltage Controlled Filter*) e *VCA* (*Voltage Controlled Amplifier*). O teclado do equipamento fornecia através de divisores de tensão, a voltagem necessária para controle dos VCOs. É óbvio que havia necessidade de uma certa calibração e devido ao fato de ser um equipamento analógico era susceptível às variações térmicas ou até de outras origens. É interessante lembrar que estes equipamentos quando ligados, necessitavam ficar alguns segundos para ajustar sua tonalidade, como é o caso do *Prophet 5* da empresa *Sequential Circuits*.

Para utilização de um equipamento como mestre controlando outro escravo conectava-se a saída do primeiro *CV Out* (*Control Voltage*) à entrada do segundo *CV In*. *CV Out* tinha uma amostra exata da tensão analógica vinda do teclado, de modo que, esta tensão poderia controlar um segundo equipamento, através da entrada *CV In*. Como se pode notar, existe uma analogia entre *CV In* e *CV Out* dos sintetizadores analógicos e respectivamente *MIDI In* e *MIDI Out* dos equipamentos digitais.

Nestes teclados analógicos também havia uma saída *Gate Out* que era responsável pelo envio de uma amostra de um sinal interno do equipamento que disparava seus amplificadores controlados por tensão (VCAs) indicando que alguma nota havia sido ativada. Da mesma forma, *Gate Out* do sintetizador mestre deveria ser conectado a *Gate In* do escravo. Pode-se ainda notar a correspondência do sinal *Gate Out* com a mensagem *MIDI Note On*.

Um problema bastante sério que muitas vezes chegou a ocorrer naquela época, quando se desejava conectar sintetizadores, era a incompatibilidade de algumas marcas. MIDI também veio para solucionar esta questão.

Entre os sintetizadores analógicos clássicos destacaram-se o *Moog* e o *Minimoog*, equipamentos estes que levam o nome do primeiro projetista a construir um sintetizador com sucesso comercial, Robert A. Moog. Atualmente ele é professor de música da Universidade da Carolina do Norte nos Estados Unidos. Outros projetistas ou instrumentistas apareceram desenvolvendo equipamentos que se tornaram verdadeiras lendas no cenário da música eletrônica.

Entre outros analógicos, pode-se citar outro sintetizador conhecido que também foi bastante utilizado por muitos músicos da época, o *E-Mu Modular Analog Synthesizer*. Produzido no período de 1973 a 1981 pela empresa *E-Mu Systems*, este equipamento era um sintetizador modular com possibilidades de montagens de estruturas (*patches*) e continha geradores de áudio incluindo *VCOs*, *VCAs*, *VCFs*, moduladores em anel (*Ring Modulators*) e unidades de reverberação. Ainda possuía geradores de controle, seguidores de envelope, sequenciadores analógicos, processadores de defasagem, processadores de atraso, circuitos de amostragem e retenção (*sample and hold*), etc. Preço de um sistema completo na época: US\$ 1500 [37].

Um total de cerca de 100 *E-mu Modular Systems* foram produzidos. Uma grande porcentagem foi para as universidades em todo mundo, onde eles poderiam ser utilizados para aprendizagem dos princípios da síntese sonora.

Entre 1976 e 1977 a empresa *E-Mu* continuou a produzir e vender seus sistemas modulares, mas foram poucos. O *Audity* foi o último grande projeto de sintetizador analógico. Foi preparado e enviado em maio de 1980 para *Audio Engineering Society Convention*.

Durante algum tempo, a *E-mu* recebeu direitos sobre projetos de circuitos e *chips* para outras empresas incluindo *Sequential Circuits* e *Oberheim*. Esses direitos deixaram de ser pagos na época do desenvolvimento do *Audity*, o que veio reforçar a idéia de que o

protótipo já muito caro, não poderia ser levado a produção e comercialização.

Em Los Angeles, entre 1974 e 1979 outra empresa importante, a *Oberheim Electronics*, produziu o *Oberheim SEM Module*, um módulo de voz analógico com dois osciladores, filtro VCF (*Voltage Controlled Oscillator*) multimodo, VCA (*Voltage Controlled Amplifier*), dois geradores de envelope ASR (*Attack-Sustain-Release*), um LFO (*Low Frequency Oscillator*) e com algumas possibilidades de programação externa. Esse módulo SEM (*Synthesizer Expander Module*) foi projetado para trabalhar com um sequenciador ou como adicional para outros sintetizadores analógicos [38].

Enquanto os VCOs tinham formas de onda dente de serra e retangulares, o VCF poderia ser chaveado para um passa-baixas, passa-altas, passa-banda ou rejeita-faixa. Esse filtro era bem superior àqueles utilizados nos *Moogs* e *ARPs*. Preço do módulo na época: U\$ 700

Sintetizadores polifônicos de duas e quatro vozes foram apresentados em junho de 1975 na *NAMM* (*National Association of Music Merchants*) e comercializados utilizando esses módulos.

Em 1976 a *Oberheim* introduziu o seu programador para os SEM, o qual permitia ao usuário armazenar os parâmetros ou ajustes dos potenciômetros de controle ou ainda *patches*. Foi o primeiro programador deste tipo produzido e levado ao público. Outros analógicos e híbridos vieram depois: *OBX*, *OBXA*, *Xpander*, *OB8*, para depois aparecerem os digitais.

Também nos anos 70, entre 1978 e 1984 outra empresa americana, a *Sequential Circuits*, produziu o primeiro sintetizador híbrido analógico/digital totalmente programável, o *Prophet 5*. Polifônico de 5 vozes, cada voz analógica continha dois VCOs, um VCF passa-baixas e dois geradores de envelopes ADSR (*Attack-Decay-Sustain-Release*). Uma fonte de ruído digital, uma secção de modulação polifônica foram outras características do *Prophet 5* [57], [67].

Para armazenamento dos *patches*, um banco com 40 memórias foi criado, sendo gerenciado por um microprocessador Z80 [6], [16].

Existiram várias revisões. Dos originais, denominados revisão

A ARTE DOS EQUIPAMENTOS

1, poucos sobreviveram ao longo dos anos, pois estes tinham sérios problemas de instabilidade e aquecimento. Com algumas melhorias, mudanças de operação e alterações no painel vieram as revisões 2 e 3 e depois as outras 3.1 e 3.2. A partir da revisão 3 foi incluída uma interface para armazenamento dos *patches* em gravador cassete.

Em 1980 a empresa lançou uma versão com 10 vozes, o *Prophet 10*, mas poucos desses foram produzidos. Preço do equipamento na época: U\$ 4200

Ainda hoje existem muitos músicos contemporâneos que não se desfazem de seus teclados analógicos, garantindo que são insubstituíveis para determinados trabalhos. Alguns destes equipamentos, embora hoje bastante obsoletos, podem ter um preço de mercado dependendo do modelo e do estado de conservação de até mais de U\$ 2500.

Tal é a procura por equipamentos analógicos que atualmente uma empresa americana, *Studio Eletronics*, desenvolveu quatro projetos de sintetizadores analógicos clássicos em painel frontal para racks. A empresa procurou manter, na medida do possível, a originalidade nas réplicas, não tendo teclado, os módulos foram totalmente midiados, o que permite que os mesmos sejam incluídos numa malha MIDI. São eles *Oberheim OB8*, *Oberheim SEMS*, *Minimoog* e *Prophet 5*.

2.3 Sincronização

Códigos de Sincronismo

Vários dispositivos utilizados em estúdios tais como, baterias eletrônicas, computadores, sequenciadores e outros usam uma referência de base de tempo comum para que possam estar sincronizados uns aos outros.

Um código de sincronismo é essencialmente uma base de tempo previsível e constante, onde os sinais elétricos podem estar na forma de variantes de tons (*FSK Tone*), pulsos de tensão (*5V clock*), ou números digitais codificados (*MIDI*).

O andamento musical é criado na forma de batidas, ou ainda, subdivisões de compassos e a batida fundamental é tida como a semínima (*Quarter Note*) [5], [69].

Os sequenciadores dividem cada batida em unidades denominadas *clicks* ou pulsos e o número de *clicks* em uma semínima determina a resolução destas máquinas.

Os primeiros códigos de tempo utilizados em equipamentos musicais, incluindo *MIDI*, usaram um padrão de 24 pulsos por semínima (*quarter note*), ou 24 ppq e depois vieram 48 e 96 ppq.

Vejamos mais detalhadamente cada um destes sistemas de sincronismo.

Sincronismo por Clock de 5V

A uma dada ppq ocorrem chaveamentos de um nível de tensão Zero (V) ou baixo para um nível 5 (V) ou alto. Este foi o primeiro sistema de sincronismo efetivamente utilizado.

Para que equipamentos *MIDI* e pré *MIDI* possam trabalhar em conjunto tocando sequências pré estabelecidas, eles devem obrigatoriamente estar em sincronismo, e esta sincronização pode ser proporcionada por um sinal de *clock* individual.

Inicialmente poderia se pensar que para se efetuar uma

sincronização de dois equipamentos bastaria atribuir a ambos a mesma velocidade interna de *clock* e iniciá-los ao mesmo tempo que eles caminhariam juntos, mas esta proposta na prática é catastrófica pois não se poderia garantir que ambos equipamentos estariam setados obrigatoriamente com a mesma velocidade, além de que estes mesmos equipamentos por diversos motivos devem ter instabilidades eletrônicas diferentes. Então ao iniciá-los, eles estariam caminhando juntos mas com o decorrer de alguns segundos, um passaria a frente do outro causando um verdadeiro desastre na performance. A solução desta questão se faz pela utilização de um *clock* mestre que dá uma referência comum no andamento.

A conexão existente nos painéis trazeiros de determinados dispositivos MIDI e pré MIDI que permite que os mesmos sejam controlados externamente é *Clock In*, entrada de pulsos de *clock* que determinam o andamento.

Um dispositivo como uma bateria eletrônica por exemplo deve ter como chavear a sincronização entre o *clock* interno e o externo (*Clock In*).

O dispositivo mestre que deve produzir o que chamamos de *clock* mestre, deve ter uma conexão também no seu painel trazeiro de saída destes pulsos (*Clock Out*).

Depois de se efetuar as conexões de sincronismo destes equipamentos, necessita-se agora de se inicializar o conjunto, mas para tal necessita-se de um sinal de *Start/Stop* ou *Run/Stop* ou ainda *Cont/Stop*. *Clock* e *Start/Stop* podem estar em alguns casos combinados num único sinal.

Baterias Eletrônicas possuem internamente um sequenciador e um banco de memórias basicamente, e este último seria um banco de eventos (peças de bateria ou de percussão) com endereços próprios.

Ao se iniciar a bateria, o *clock* ao ser incrementado percorre cada endereço verificando a ocorrência de algum evento programado, podendo-se gravar em cada endereço mais de um componente de bateria. Ao ser detectado aquele evento, o mesmo é então reproduzido ou executado conforme sua posição no tempo. A maioria das baterias eletrônicas fabricadas até então, tem uma tecla de *Start/Stop* no painel frontal que funciona uma vez acionada

Start, outra vez *Stop*.

Geralmente existe uma conexão no painel trazeiro que permite controlar remotamente através de chave de pé (*foot switch*) esta função, liberando as mãos do executor para iniciar mesmo tocando um sintetizador por exemplo no instante do disparo.

Podemos ver então na figura 2.4 uma conexão onde o sequenciador controla os instrumentos através de um único *clock*.

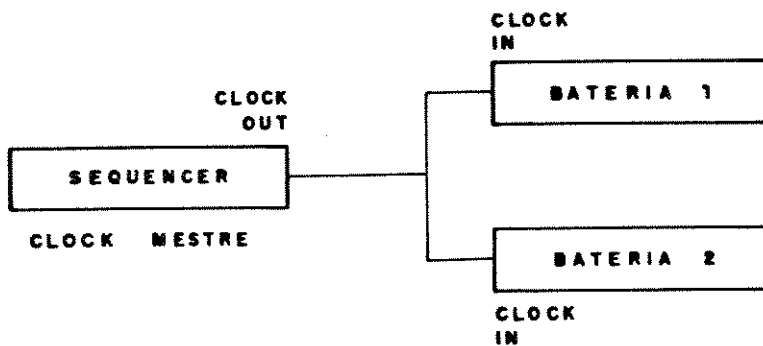


Fig 2.4 Clock único para duas baterias

A pulsação de *clock* pode ter diferentes resoluções dependendo da marca e da época de fabricação e do modelo do equipamento.

A resolução do *clock* é dada em *ppqn* (*pulses per quarter note*) pulsos por semínima, ou seja, número de pulsos existentes dentro do período de tempo de uma nota musical de duração de uma semínima. Valores de resolução comuns atualmente são: 24 *ppqn*, 48 *ppqn*, 96 *ppqn* [34].

Pensando, por exemplo, num equipamento de resolução de *clock* de 96 *ppqn*, a cada pulso de *clock* o mesmo deve avançar 1/96 avos de tempo ou ainda pode-se pensar que, para cada tempo passam-se 96 pulsos (tendo-se a semínima como unidade de tempo de uma música, como por exemplo numa música de compasso 4/4).

Diferentes resoluções de *clock* de fabricantes diversos podem causar problemas. Vejamos um exemplo. Tendo-se um determinado dispositivo mestre com padrão de 24 *ppqn* e um segundo escravo com outro padrão, 48 *ppqn*. Numa música de compasso 4/4 (4 tempos /unidade de tempo semínima = 4) tem-se que para o dispositivo mestre, para se percorrer um compasso inteiro (4 partes) são

necessários 96 pulsos (4 x 24), porém estes mesmos 96 pulsos que são enviados para o escravo só vão dar andamento a metade do compasso, pois para o compasso todo são necessários 192 pulsos (4 x 48).

Pode-se entender a partir deste exemplo a problemática criada na conexão de equipamentos com resoluções de *clock* diferentes.

Existe uma solução para este problema que seria a programação dobrada ou desdobrada dependendo da relação de resoluções mestre/escravo. Vejamos as tabelas 2.1 e 2.2 para entendermos melhor esta solução.

Tabela 2.1 Numeração estabelecida para andamento

Nota	Denominador no Compasso (unidade de tempo)
Semibreve	1
Mínima	2
Semínima	4
Colcheia	8
Semicolcheia	16
Fusa	32 ...

Tabela 2.2 Relação Duração / PPQN

Obs: Devido ao fato de ser uma tabela de *ppqn* (partes por semínima), considera-se a semínima como um inteiro (1), mas a relação entre os tempos de cada nota continua.

Nota (Duração)								
semínima	1	.	.	.	.	.	.	.
colcheia	1	.	.	.	2	.	.	.
semicolcheia	1	.	2	.	3	.	4	.
fusa	1	2	3	4	5	6	7	8
PPQN	Pulsos							
24	1	4	7	10	13	16	19	22
48	1	7	13	19	25	31	37	43
96	1	13	25	37	49	61	73	85
192	1	25	49	73	97	121	145	169

Nota-se pela tabela 2.2 que se pode rapidamente definir a

partir de uma dada resolução, a quantidade de pulsos necessária para se ter o tempo de uma nota qualquer. Ex: Para uma resolução de 96 *ppqn*, para se ter uma semicolcheia são necessários 24 pulsos. Para outra resolução (48 *ppqn*), para se ter uma colcheia pontuada (uma colcheia e meia) são necessários 36 pulsos.

Ainda nesta tabela pode-se também com facilidade determinar em qual pulso se inicia uma determinada nota do compasso. Ex: Para uma resolução de 48 *ppqn*, a sexta fusa é iniciada no pulso de número 31. Para outra resolução (96 *ppqn*), a segunda colcheia é iniciada no pulso de número 49.

Note que a utilização de uma maior resolução (maior *ppqn*) e maior velocidade de clock vem permitir obviamente um aumento de detalhes de nuances rítmicas.

Sincronismo por Clocks MIDI

Com o aparecimento dos dispositivos MIDI, vieram com eles o *Clock MIDI* (*Timing Clock*), e também o *Start/Stop MIDI*.

Clock MIDI vem através de uma corrente contínua de mensagens que ajusta a temporização. São bytes de status da forma 11111000 (F8). O comando F8 é um comando MIDI especial que é transmitido numa linha MIDI por dispositivos que utilizam sinais de temporização.

Devido aos *Clock MIDI* utilizar uma resolução de 24 *ppq*, não há qualquer incompatibilidade com outras formas de sincronismo. Da mesma forma tem-se:

Start: mensagens de formato 11111010 (FA)

Stop: mensagens de formato 11111100 (FC)

É interessante evidenciar que alguns primeiros dispositivos MIDI fabricados ainda apresentam conexões de sincronismo no painel traseiro permitindo sincronização com equipamentos pré MIDI.

Na figura 2.5 tem-se um exemplo prático de uma bateria MIDI, portanto, capaz de receber *Clock MIDI*, mas que, ainda aceitava *Clock 5V*.



DISPOSITIVO MESTRE CONTROLA O TEMPO START / STOP , ETC .

Fig.2.5 Exemplo de *Clock 5V* apesar do equipamento já ter MIDI

A bateria eletrônica (*rhythm machine*) de fabricação da *Roland* modelo *TR 707* apresentava no painel traseiro um conector DIN onde se encontravam ao mesmo tempo *Sync In* e *Sync Out*. (retirado do próprio manual da *TR 707*).

Alguns programas sequenciadores desenvolvidos para microcomputadores tipo *Apple*, *PC*, *Amiga*, ou *Atari* utilizando a resolução padrão para MIDI, 24 *ppqn*, emulam *ppqn* mais altos (48 *ppqn* ou 96 *ppqn*) via software. Ex: O software *sequencer SP3* da empresa americana *Voyetra*. Estes softwares começaram a aparecer no mercado depois que os microcomputadores puderam se comunicar com equipamentos MIDI, por intermédio do advento de placas de interfaceamento MIDI.

O dispositivo de interfaceamento que mais conquistou o mercado foi o *MPU-401*, desenvolvido pela empresa *Roland* para microcomputadores modelo *PC IBM* e clones.

Uma pequena caixa de tamanho aproximado ao de um pacote de dois *compact disks* sobrepostos, com conexões para o computador e com conexões tipo DIN para MIDI *In* e MIDI *Out*. Este dispositivo foi logo substituído pela *MPU-IPC*, apenas uma placa de interfaceamento inserida no próprio computador.

Algumas empresas desenvolveram placas compatíveis a esta *Roland*, como a *Voyetra* e a própria *IBM* [71].

A conexão de uma bateria eletrônica a um *sequencer* externo via MIDI implica na não utilização do *sequencer* interno da mesma, deixando-o desligado, o que possibilita uma vantagem de se ter um

maior *ppqn*, de modo que pode-se ter maiores resoluções para melhorar as nuances rítmicas.

Sincronismo FSK (Frequency Shift Keying)

Sincronismo FSK ou Variante de Frequência é um sinal de sincronismo que é gravado com precisão em fitas de rôlo, cassete ou vídeo, etc, pois utiliza frequências na faixa de áudio. Da mesma forma que o *Clock 5V*, ele produz variações de tensão criando um tom audível na faixa de unidades de kilohertz. Ex: Na placa *V-4001cs* da empresa *Voyetra* (compatível com a *MPU 401* da *Roland*) os dois tons de 1,25 kHz e 2,5 kHz chaveiam a faixa de *clock* entre 24 e 96 *ppq* [71].

Uma trilha de referência gravada por exemplo num equipamento multipistas providencia uma informação de temporização, de modo que, quando se coloca o gravador para reproduzir, o sequenciador é disparado em sincronismo. Assim gravações analógicas das outras pistas ficam sincronizadas com todo o sistema MIDI.

Mas FSK somente providencia sincronismo para um início de trilha ou música, não sendo possível fazê-lo em trechos intermediários. Da mesma forma FSK não providencia compensações na temporização se por acaso houver falhas na trilha (*drop outs*), ou seja, qualquer perda nos tons FSK irá causar perdas de batidas. Não há também um padrão de frequências para FSK, o que pode gerar incompatibilidades. Assim percebe-se que o sincronismo FSK se torna bastante limitado.

Sincronismo SMPTE

O código de tempo SMPTE, uma sigla vinda de *Society of Motion Picture and Television Engineers*, é aquele que permite sincronizar todo sistema MIDI a um gravador de fita com grande exatidão e em qualquer trecho do trabalho que estiver sendo executado.

Sincronismo SMPTE tem sido utilizado em sistemas de áudio/vídeo profissionais, onde as trilhas de som devem estar em exato sincronismo com o discurso visual. Um gerador SMPTE cria um

sinal de áudio codificado que representa o tempo em minutos, segundos, *frames* e sub *frames*. Depois que esse sinal é gravado em fita, denominado trilha de referência, ele pode ser enviado ao sistema. Deve haver então um decodificador *SMPTE* que decifra o código de tempo e envia *clocks* MIDI e um apontador de posição (*song position pointer*) para o sequenciador dizendo a localização exata da fita.

Sincronismo Pseudo SMPTE

Devido à necessidade de um código mais conveniente que *FSK* e não tão dispendioso como *SMPTE*, alguns fabricantes criaram dispositivos Pseudo *SMPTE* que geram sinais de código de tempo não compatíveis com *SMPTE* mas desenvolvem o mesmo trabalho por um caminho mais barato, providenciando sincronismo similar e proteção contra falhas de fita.

Código de Tempo MIDI

Da mesma forma que o *Clock MIDI* foi inventado para providenciar um caminho de representação de sincronismo por *clock*, *MTC* (*MIDI Time Code*) foi inventado com o mesmo objetivo em relação ao código de tempo *SMPTE*.

SMPTE tornou-se um padrão de referência de tempo em equipamentos de vídeo e áudio.

MIDI, que é padrão de controle de equipamentos musicais, tem codificado informações *SMPTE*, permitindo que instrumentos, computadores e determinados dispositivos possam implementar certa sincronização.

Enquanto profissionais de estúdios estão mais familiarizados com a idéia de programar um gravador multipistas para iniciar ou parar a gravação de um trecho em termos de tempos *SMPTE*, músicos têm como referência de tempo um determinado número de compassos.

Na criação de determinadas passagens musicais de duração razoável para filmes ou trabalhos de vídeo, primeiramente foram usados por profissionais da área de vídeo, apontadores de posição

de músicas (*song position pointers*). Dispositivos existentes meramente interpretavam *SMPTE* criando uma tabela de apontadores e também *clocks MIDI*. Mas se tornava difícil sincronizar centenas de eventos diminutos precisamente. A solução foi a criação do código de tempo MIDI [71].

O Código de tempo MIDI é uma referência de tempo absoluta, enquanto que *Clock MIDI* ou apontadores de posição de músicas são referências relativas. Então, para criação de eventos de efeitos sonoros individuais em pontos exatos num filme por exemplo, são utilizados dispositivos que permitam se obter o código de tempo MIDI.

Componentes de um sistema MIDI Time Code

São dispositivos que trabalham dentro de um sistema com sincronização e que estão relacionados com este código de tempo.

Descrevemos aqui 5 tipos em separado, mas alguns podem estar aglutinados em um equipamento único, dependendo da aplicação [54].

Gerador de código de tempo MIDI

Dispositivo capaz simplesmente de gerar o *MTC* (*MIDI Time Code*).

Conversor SMPTE/MIDI

Dispositivo que converte o sinal *SMPTE* longitudinal (áudio) ou *SMPTE* vertical (vídeo) vindo de um dispositivo mestre para *MTC*. Ele pode estar embutido num gravador de vídeo ou de áudio, mas pode ser encontrado separadamente. A conversão contrária não tem interesse prático.

Gerenciador de Lista de Eventos

Um programa de computador ou um dispositivo capaz de controlar uma lista de eventos e enviá-la para os dispositivos escravos. Na reprodução, ele recebe a informação do conversor *MIDI/SMPTE* para enviar ao dispositivos controlados.

Sequenciador *MTC*

Recebendo informações da lista de eventos, este sequenciador gera mensagens MIDI comuns para equipamentos que não reconheçam *MTC*, ou ainda controla por intermédio de relés outros dispositivos não midiados.

Periférico *MTC* Inteligente

Recebendo a lista de eventos *MTC* do gerenciador, este dispositivo passa a processá-la e pode desenvolver algumas tarefas secundárias que venham aumentar a automaticidade do sistema.

EDWIN M. LOBOSCHI

CAPITULO III

ENTRE COMPUTADORES E INSTRUMENTOS MUSICAIS

3.1 O Protocolo MIDI

Mensagens MIDI podem representar valores numa faixa de 0 a 255, sendo vistos os bytes integralmente, como números binários.

Algo em particular se torna bem claro quando se percebe os valores MIDI como números binários, MIDI não usa bytes numa mensagem como um número binário único numa faixa de valores de 0 a 255.

Ao invés disso, ele quebra cada byte em grupos menores de bits, cada grupo carregando consigo um valor próprio [8] [34].

Vejamos por exemplo, um byte de status como mostrado abaixo, pode ser dividido em 3 grupos de bits.

Seja um byte qualquer: $\underset{1}{1} \underset{0}{0} 1 1 \underset{1}{1} 0 0 1$

primeiro grupo: 1 bit; - 2 valores possíveis

segundo grupo: 3 bits - 8 valores possíveis

terceiro grupo: 4 bits - 16 valores possíveis

No primeiro grupo obviamente os dois valores são 0 e 1, no segundo são de 0 a 7, e no terceiro de 0 a 15.

Percebe-se neste caso que um único byte traz consigo 3 diferentes números (3 informações), um fato que não é óbvio ao se olhar cada byte como um valor decimal de 0 a 255.

Vejamos agora os dois tipos de bytes MIDI, o byte de status e o byte de dados, que são normalmente segmentados para carregar diferentes valores dentro de um único byte.

O byte de status é sempre dividido em 3 partes, utilizando o seguinte formato: 1mmmxxxx

O bit mais significativo (podemos denominar D7) sempre tem valor 1. Como já mencionado, um dispositivo recebendo D7 como 1 automaticamente interpretará este byte como sendo um byte de status.

O segundo grupo de bits (D6 a D4 ou mmm) especifica o tipo de mensagem que este byte de status transmite, havendo portanto possibilidade de 8 tipos de mensagens diferentes.

O terceiro grupo de bits, (D3 a D0 ou xxxx) pode representar

diferentes tipos de informação, dependendo do tipo de mensagem especificada pelo segundo grupo de bits.

Se a mensagem é uma mensagem de canal (*channel*), tal como, *Note On* ou *Note Off*, então os quatro bits transportam o número do canal, um valor de 0 a 15. Como MIDI utiliza numeração de canais de 1 a 16, basta somar 1 ao valor binário.

Se a mensagem é uma mensagem comum ao sistema (*system common*) ou uma mensagem de sistema em tempo real (*system real time*), os quatro referidos bits especificam qual tipo de mensagem que esta é.

Mens. Comuns ao Sistema: F1, F2, F3, F6 e F7

Mens. de Sistema em Tempo Real: F8, FA, FB, FC, FE e FF

O Byte de Dados tem um formato mais simples ainda, ele tem somente dois grupos de bits: 0xxxxxxx. O primeiro bit (D7) sempre tem valor zero. Um dispositivo MIDI recebendo D7 como zero sempre interpreta o byte como byte de dados e os últimos sete bits (D6 a D0) carregam um valor de 0 a 127. A maioria das mensagens MIDI carrega o que se chama de dados de baixa resolução. Cada mensagem usa um único byte de dados para representar um valor de 0 a 127.

Outros tipos de mensagens MIDI requerem uma faixa mais larga de dados além de 0 a 127. Para acomodar estes dados, MIDI combina dois bytes de dados para carregar os chamados dados de alta resolução. Um dispositivo MIDI recebendo dois bytes de dados de alta resolução usualmente interpreta o primeiro byte recebido como byte menos significativo e o segundo byte como mais significativo.

Descartando o bit D7 de cada byte, o dispositivo receptor combina os 14 bits restantes de forma que pode se representar uma faixa de valores de 0 a 16383.

Uma outra peculiaridade do padrão MIDI é o que é denominado de estado corrente (*Running Status*) e é muito utilizado para transmissão de longas cadeias de mensagens de nota *On/Off*.

Ocorre que para mensagens de voz e modo, quando um byte de status é recebido e processado, o receptor permanece naquele estado até que um byte de status diferente seja recebido. Se a próxima mensagem transmitida tiver o mesmo byte de status que a da anterior, este byte pode ser suprimido, sendo somente necessário

enviar os bytes de dados diferentes. Um novo byte de status recebido completa a mensagem.

A priori então, poderíamos de certa forma resumir:

Bytes de status: carregam informação do tipo de mensagem MIDI.

Bytes de dados: carregam o valor que um determinado parâmetro MIDI deve assumir (acompanham os bytes de status).

Se estivermos utilizando um monitor de mensagens MIDI, podemos diferenciar os bytes de status dos bytes de dados. Como as informações em geral são dadas na forma hexadecimal, bytes iniciados com algarismos 8,9,A,B,C,D,E e F são bytes de status e os restantes iniciados com 0,1,2,3,4,5,6 e 7 são bytes de dados (os bytes de status são sempre então maiores que 80_H).

Quatro bits

mais significativos

0000	0	] Bytes iniciando com valores de 0 a 7_H : Bytes de Dados
0001	1	
0010	2	
0011	3	
0100	4	
0101	5	
0110	6	
0111	7	
1000	8	] Bytes iniciando com valores de 8 a F_H : Bytes de Status
1001	9	
1010	A	
1011	B	
1100	C	
1101	D	
1110	E	
1111	F	

Com relação a esta regra deve-se lembrar porém que os bytes 7D, 7E e 7F, quando na transmissão de mensagens exclusivas, podem significar:

7D: Sistema Exclusivo Universal não Comercial

7E: Sistema Exclusivo Universal em Tempo não Real

7F: Sistema Exclusivo Universal em Tempo Real

Vamos agora listar as mensagens MIDI, sendo que cada byte componente será identificado na ordem em que está sendo enviado. Note que, o formato apresentado inclui grupos de bits, que tenham valores fixos numa mensagem particular. Bits que tenham valores variáveis serão representados por letras minúsculas. Letras repetidas numa mensagem pertencem a um mesmo grupo de bits, não implicando em valores idênticos para os mesmos. A especificação 1.0 ainda é válida embora de 1983 para cá alguns itens foram acrescentados [58].

As mensagens serão descritas em 5 tipos:

Mensagens de voz em canal (*Channel voice*)

Mensagens de modo em canal (*Channel mode*)

Mensagens comuns ao sistema (*System common*)

Mensagens de sistema em tempo real (*System real time*)

Mensagens de sistema exclusivo (*System exclusive*)

Estes tipos de mensagens podem ser agrupados de acordo com o formato básico em que são enviadas.

Grupo 1: Formato para mensagens de voz em canal, modo em canal e comuns ao sistema.

byte de status

byte de dados 1

byte de dados 2

O número de bytes de dados na mensagem é definido pelo byte de status particular.

Grupo 2: Formato para mensagens de sistema em tempo real.

byte de status

Cada mensagem consiste de um único byte de status

Grupo 3: Formato para mensagens de sistema exclusivo

```
byte SysEx (sistema exclusivo)
    byte de identificação (ID)
    bytes de dados (qualquer número de bytes)
byte EOX (fim de sistema exclusivo)
```

Há quatro códigos de identificação *ID* definidos:

- 1 Código do fabricante
- 1a universal não comercial
- 2 universal em tempo não real
- 3 universal em tempo real

Para o primeiro *ID*, isto é, do fabricante, o formato é:

```
byte SysEx
    byte de ID do fabricante (tabela 3.3)
    bytes de dados (qualquer número de bytes)
EOX
```

Detalhes do formato devem ser publicados pelo fabricante.

Para o segundo *ID*, universal não comercial, o formato é:

```
byte SysEx
    byte de ID universal não comercial (7D)
    bytes de dados (qualquer número de bytes)
EOX
```

Para o terceiro *ID*, universal em tempo não real, o formato é:

```
byte SysEx
    byte de ID universal em tempo não real (7E)
    canal do dispositivo (para selecionar alguns disposit.)
    sub-ID1
    sub-ID2
    bytes de dados (qualquer número de bytes)
EOX
```

Cada *sub-ID* identifica uma mensagem específica.

Para o quarto *ID*, universal em tempo real, o formato é:

```
byte SysEx
    byte de ID universal em tempo real (7F)
    canal do dispositivo
    sub-ID1
    sub-ID2
    bytes de dados (qualquer número de bytes)
EOX
```

Pode-se então, basicamente, classificar todo o conjunto de mensagens MIDI conforme mostrado a seguir.

Relação de mensagens de canal

Relação de mensagens de voz em canal

8n...	<i>Note Off</i>	Nota Desligada
9n...	<i>Note On</i>	Nota Acionada
An...	<i>Polyphonic Key Pressure</i>	Pressão Polifônica
Bn...	<i>Control Change</i>	Mudança de Controle
Cn...	<i>Program Change</i>	Mudança de Programa
Dn...	<i>Channel Pressure</i>	Pressão por Canal
En...	<i>Pitch Bend Change</i>	Mudança na Roda de Altura

Relação de modos MIDI

Omni On /Poly (modo 1)
Omni On /Mono (modo 2)
Omni Off/Poly (modo 3)
Omni Off/Mono (modo 4)

Relação de mensagens de modo em canal

Bn 7A...	<i>Local Control Off</i>	Contr. Local Desativ.
Bn 7A...	<i>Local Control On</i>	Controle Local Ativ.
Bn 7B...	<i>All Notes Off</i>	Todas Notas Deslig.
Bn 7C...	<i>Omni Mode Off</i>	Modo Omni Desativado
Bn 7D...	<i>Omni Mode On</i>	Modo Omni Ativado
Bn 7E...	<i>Mono Mode On</i>	Modo Monofônico
Bn 7F...	<i>Poly Mode On</i>	Modo Polifônico

Relação de mensagens de sistema

Relação de mensagens comuns ao sistema

F1 ...	<i>Quarter Frame</i>	1/4 de Frame
F2 ...	<i>Song Position Pointer</i>	Apontador de Posição
F3 ...	<i>Song Select</i>	Seleção de Música
F6 ...	<i>Tune Request</i>	Req. de Afinação
F7	<i>EOX</i>	Fim de Sist. Exclus.

ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

Relação de mensagens de sistema em tempo real

F8	<i>Timing Clock</i>	Clock de Temporização
FA	<i>Start</i>	Iniciar
FB	<i>Continue</i>	Continuar
FC	<i>Stop</i>	Parar
FE	<i>Active Sensing</i>	Sensibilidade Ativa
FF	<i>System Reset</i>	Reset de Sistema

Relação de mensagens de sistema exclusivo

FO 1D...F7	Formato de Sistema Exclusivo do Fabricante	
FO 7E...F7	Formato universal de s. exclusivo em tempo não real	
	<i>Sample Dump Header</i>	Cabeçalho p/ transf.
	<i>Sample Dump Data Packet</i>	Pacote de Dados
	<i>Dump Request</i>	Requisição P/ transf.
	<i>Wait</i>	Esperar
	<i>Cancel</i>	Cancelar
	<i>Nak</i>	Não reconhecido
	<i>Ack</i>	Reconhecido
	<i>Set Up</i>	Mensagem de Set-Up
FO 7F...F7	Formato universal de sist. exclusivo em tempo real	
	<i>Full Message</i>	Mensagem Plena
	<i>User Bits</i>	Bits p/ Usuário
FO 7D...F7	Formato universal de sist. exclusivo não comercial	

3.1.1 Mensagens de voz em canal (Channel voice)

Uma mensagem de voz em canal utiliza bits D6 a D4 no seu byte de status para especificar exatamente o tipo de mensagem de status que ela representa. Ela utiliza os bits D3 a D0 para especificar o número do canal em que será enviada. Este tipo de mensagem está sempre seguido ou por um ou por dois bytes de dados.

Note Off: Mensagem de nota solta, sinaliza o fim de uma nota e diz a altura (*pitch*) e a velocidade de término (*release*) da nota.

Formato: 1000nnnn Okkkkkkk Ovvvvvvv 8n kk vv

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem é enviada
 kkkkkkkk (0 a 127) especifica o *pitch* em meios tons, sendo que, o aumento do valor aumenta o *pitch*. O valor 60 indica o D0 central

vvvvvvvv (0 a 127) especifica a velocidade de término (*release*) da nota, o aumento do valor aumenta a velocidade.

Vale aqui relembrar o padrão internacional de cifragem musical.

DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI
C	D	E	F	G	A	B

Note On: Mensagem de nota acionada. É a que sinaliza o início da nota e diz a altura e a velocidade de ataque da nota.

Formato: 1001nnnn Okkkkkkk Ovvvvvvv 9n kk vv

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem é enviada
 kkkkkkkk (0 a 127) especifica a altura musical (*pitch*) em meios tons, sendo que, o aumento do valor aumenta o *pitch*.
 O valor 60 representa a nota D0 central (C)

ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

vvvvvvvv (0 a 127) especifica a velocidade de ataque, sendo que, o aumento do valor aumenta a velocidade (*velocity*).

Um valor de 0 indica nenhuma velocidade e é equivalente a uma mensagem de *Note Off*. Para teclados não sensíveis à pressão, ou comumente ditos não sensitivos, o valor padrão de velocidade é 64.

Polyphonic Key Pressure: Mensagem polifônica de pressão ou ainda chamada de mensagem de *After Touch* (após o toque) polifônica. É a que indica a quantidade individual de pressão exercida sobre uma dada tecla após a ataque.

Formato: 1010nnnn Okkkkkkkk Oppppppp An kk pp

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

kkkkkkkk (0 a 127) especifica o *pitch* em meios tons, sendo que, o aumento do valor aumenta o *pitch*. O valor 60 indica o D0 central.

pppppppp (0 a 127) especifica a pressão na tecla, sendo que, o aumento do valor aumenta a pressão.

Control Change: Mensagem de mudança de controle. É a que carrega o conjunto de controles de vários tipos de um dispositivo MIDI.

Formato: 1011nnnn Occccccc ovvvvvvv Bn cc vv

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

ccccccc (0 a 127) especifica o número do controlador MIDI que está sendo movido ou um número indicando um parâmetro particular que está sendo trocado em um dispositivo MIDI.

vvvvvvvv (0 a 127) especifica o valor do novo ajuste de controle (novo conteúdo).

A especificação MIDI designa números para controladores e tipos de parâmetros conforme mostrado a seguir:

Tabela 3.1 Controladores e Parâmetros MIDI

0	Seleção de Banco (programas)	67	Pedal abafador (<i>soft</i>)
1	Roda ou nível de modulação	68	Não definido
2	Controle de sôpro	69	<i>Sustain 2 (hold 2)</i>
3	Não definido	70-79	Não definido
4	Controlador de pé	80-83	Chaves de finalidades gerais (de 5 a 8)
5	Tempo de portamento		
6	Byte mais signif. (MSB) de entrada de dados	84-90	Não definido
		91	Profund. de ef. externos
		92	Profundidade de <i>tremolo</i>
7	Volume principal (<i>master</i>)	93	Profundidade de <i>chorus</i>
8	Balanço	94	Profundidade de <i>detune</i>
9	Não definido	95	Profundidade de <i>phaser</i>
10	Panorâmico (Pan)	96	Incremento de dados
11	Controlador de expressão	97	Decremento de dados
12-15	Não definido	98	Byte menos signif (LSB) de número de parâmetro não registrado
16-19	Controladores de finalid. gerais (de 1 a 4)	99	Byte mais signif (MSB) de número de parâmetro não registrado
20-31	Não definido	100	LSB de número de parâm. registrado
32-63	Byte menos significativo (LSB), p/ val. de 0 a 31	101	MSB de número de parâm. registrado
64	Pedal de sustentação (damper ou sustain)		
65	Portamento (<i>On/Off</i>)	102-121	Não definido
66	Sustenuto	122	Reservado p/ mensagens de <i>Channel Mode</i>

Em caso de controladores contínuos, o valor pode variar de 0 a 127. Se este controle for uma chave onde só existe os ajustes de *On* e *Off*, então os valores de 0 a 63 representam *Off* enquanto os demais valores de 64 a 127 representam *On*. Note que valores de 32 a 63 carregam o byte menos significativo para um correspondente valor na faixa de 0 a 31. MIDI usa duas Mensagens de Mudança de Controle juntas, uma para cada faixa de valor, para carregar um valor de alta resolução.

Vamos supor, por exemplo, que desejamos transmitir um controle de sôpro para um determinado sintetizador. Na primeira

Mensagem de Mudança de Controle, o sintetizador transmissor especifica o número do controlador 2 no primeiro byte de dados e usa o segundo byte de dados para enviar o byte mais significativo do novo valor a ser setado (ajustado). Na segunda Mensagem de Mudança de Controle, o sintetizador transmissor especifica o número do controlador 34 (terceiro valor da faixa de bytes menos significativos (LSB) de números de controladores) correspondente ao controlador 2, que é o terceiro da faixa de bytes mais significativos (MSB), incluindo assim o LSB correspondente. O sintetizador receptor combina o byte de dados LSB da segunda Mensagem de Mudança de Controle com o byte de dados MSB da primeira mensagem para compor um dado de alta resolução que estará na faixa de 0 a 16383.

Se um controlador contínuo necessitar de dados de baixa resolução, então o sintetizador transmissor envia uma Mensagem de Mudança de Controle de MSB e não segue uma Mensagem de Mudança de Controle de LSB. O sintetizador receptor então interpreta o byte de dados único que vem, como um dado de baixa resolução de 0 a 127.

Há oito diferentes valores de controladores naquela lista, que transmitem novos parâmetros setados por controladores de dados. Estes valores são:

Tabela 3.2 Valores de Controladores

6	Entrada de dados MSB
38	Entrada de dados LSB
96	Incremento de dados
97	Decremento de dados
98	LSB de número de parâmetro não registrado
99	MSB de número de parâmetro não registrado
100	LSB de número de parâmetro registrado
101	MSB de número de parâmetro registrado

Para enviar um novo parâmetro, um dispositivo MIDI qualquer envia um par de Mensagens de Mudança de Controle de número de parâmetro registrado ou não registrado para carregar o LSB e o MSB

do número do parâmetro. O dispositivo receptor combina os valores para compor um número de parâmetro de 0 a 16383. Este número de parâmetro corresponde a um parâmetro tal num dispositivo como por exemplo um valor de ajuste numa parte de um envelope de um sintetizador ou uma frequência de amostragem de um sampler.

Parâmetros comuns tem números designados na especificação MIDI, de modo que estes parâmetros podem ser enviados utilizando Mensagens de Mudança de Controle de números de parâmetros registrados. Sintetizadores com parâmetros não designados com um valor na especificação MIDI, podem ser enviados utilizando Mensagens de Mudança de Controle de números de parâmetros não registrados.

Uma vez que um dispositivo recebeu um par de Mensagens de Mudança de Controle de número de parâmetro que especifica um determinado parâmetro, então ele automaticamente deverá esperar ou por uma Mensagem de Mudança de Controle de entrada de dados (*Data Entry*), ou por incremento de dados ou ainda decremento de dados, para setar um novo valor para o tal parâmetro. Se o dispositivo recebe uma Mensagem de incremento de dados (96) ou uma Mensagem de decremento de dados (97), ele utiliza o valor de ajuste contido na mensagem para incrementar ou decrementar o conteúdo do parâmetro corrente por uma quantia especificada. Se o dispositivo recebe uma Mensagem de MSB de entrada de dados (6), ele ajusta o parâmetro para um novo valor de 0 a 127 que é o outro byte de dados. Se em seguida vem uma Mensagem de LSB de entrada de dados, ele ajusta o novo valor do parâmetro para um novo valor de 0 a 16383.

Uma vez que um parâmetro foi ajustado por um par de Mensagens de Mudança de Controle de número de parâmetro, qualquer Mensagem de Mudança de Controle de incremento de dados ou decremento de dados ou ainda entrada de dados afetará o parâmetro particular até que um novo par de Mensagens de Mudança de Controle identifique um novo número de parâmetro.

Program Change: Mensagem de mudança de programa. É aquela que especifica a mudança de arranjo ou programa (*patch*) de um dispositivo MIDI. Sendo este dispositivo um sintetizador ou um sampler, entende-se por *patch* o conteúdo de uma tal localização de

memória que deve representar um timbre ou uma combinação de timbres. Sendo uma bateria eletrônica (*rhythm machine*, *drum machine* ou também denominada *rhythm composer*) um *patch* representará um modelo rítmico.

Formato: 1100nnnn 0ppppppp Cn pp

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

ppppppp (0 a 127) especifica o número do novo *patch*.

Channel Pressure: Mensagem de pressão por canal ou simplesmente mensagem de *After Touch*. É aquela que indica a pressão exercida sobre qualquer tecla e que atuará sobre o teclado todo.

Formato: 1101nnnn 0kkkkkkkk 0ppppppp Dn kk pp

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

ppppppp (0 a 127) especifica a pressão global, sendo que, o aumento do valor aumenta a pressão.

Pitch Bend Change: Mensagem de Mudança de Curva de Altura. É aquela que indica uma mudança no ajuste da roda (ou *joystick*) do *pitch bend*.

Formato: 1110nnnn 0llllllll 0hhhhhhh En ll hh

onde: nnnn (0 a 15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

llllllll hhhhhh (0-16384) especifica o novo valor de ajuste do *Pitch Bend*.

Os dois bytes de dados são combinados para carregar um valor de alta resolução. O primeiro byte é o LSB e o segundo o MSB. Um valor de 8192 é o ajuste central que especifica nenhum *pitch bend*, enquanto que valores abaixo especificam uma queda no *pitch bend* e

valores acima especificam um crescimento.

3.1.2 Mensagens de modo em Canal (Channel Mode)

Existem seis Mensagens de Modo em Canal, todas utilizando o mesmo byte de status. Estas podem ser vistas como um subconjunto das Mensagens de Mudança de Controle descritas anteriormente. O byte de status de uma Mensagem de Mudança de Controle é seguido por dois bytes de dados. O primeiro byte de dados define o tipo de controlador que está sendo movido. Se este byte de dados especifica um dos seis números de 122 a 127, a Mensagem de Mudança de Controle se torna uma Mensagem de Modo em Canal (*Channel Mode*).

Os bits D7 a D4 do byte de status especificam o número binário 1011 enquanto que os bits D3 a D0 especificam o canal no qual a mensagem está sendo enviada. O primeiro byte de dados especifica o tipo de Mensagem de Modo em Canal (um número de 122 a 127) e o segundo byte de dados carrega informações adicionais quando necessário.

Local Control Off: Mensagem de Controle Local, é aquela que leva o controle local do teclado de um sintetizador ou de um *sampler* para *Off*, proibindo o envio de mensagens via teclado.

Formato: 1011nnnn 01111010 00000000 Bn 7A 00

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111010 (equivalente ao decimal 122) identifica a mensagem como Mensagem de Controle Local.

Local Control On: Mensagem de Controle Local. É aquela que leva o controle local do teclado de um sintetizador ou de um *sampler* para *On*, permitindo enviar mensagens via teclado (tocar o teclado) e manipular controles no próprio painel do equipamento.

Formato: 1011nnnn 01111010 01111111 Bn 7A 7F

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111010 (equivalente ao decimal 122) identifica a mensagem como Mensagem de Controle Local.

Os valores intermediários de 1 a 126 para o último byte para estas duas mensagens são ignorados.

All Notes Off: Mensagem de Todas Notas Desativadas. É aquela que solicita ao dispositivo receptor desligar qualquer nota que estiver tocando.

Formato: 1011nnnn 01111011 00000000 Bn 7B 00

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111011 (equivalente ao decimal 123) identifica a mensagem como Mensagem de Todas as Notas Off.

00000000 simplesmente cumpre a necessidade de que mensagens de Mudança de Controle tem que ter dois bytes de dados.

Omni Mode Off: Mensagem de Modo *Omni* Desativado, solicita ao dispositivo receptor desativar o modo *Omni* de recepção. Com o modo *Omni* desligado, o dispositivo receptor somente recebe mensagens para o qual está setado. A Mensagem de Modo *Omni Off* também solicita ao dispositivo receptor que desative quaisquer notas que estejam tocando.

Formato: 1011nnnn 01111110 00000000 Bn 7C 00

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111110 (equivalente ao decimal 124) identifica a mensagem como Mensagem de Modo *Omni* Desativado.

00000000 simplesmente cumpre a necessidade de que Mensagens de Mudança de Controle têm que ter dois bytes de dados.

Omni Mode On: Mensagem de Modo *Omni* Ativado. É aquela que solicita ao dispositivo receptor ativar o modo *Omni* de recepção. Com o modo *Omni* ativado, o dispositivo receptor pode receber mensagens enviadas para qualquer canal MIDI. A mensagem de Modo *Omni On* também solicita ao dispositivo receptor que desative quaisquer notas que estejam tocando.

Formato: 1011nnnn 01111101 00000000 Bn 7D 00

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111101 (equivalente ao decimal 125) identifica a mensagem como uma Mensagem de Modo *Omni* Ativado.

00000000 simplesmente cumpre a necessidade de que Mensagens de Mudança de Controle tem que ter dois bytes de dados.

Mono Mode On: Mensagem de Modo Monofônico Ativado, solicita ao dispositivo receptor ativar o Modo *Mono* de recepção e obviamente em consequência, desativar o Modo *Poly* de recepção. Com o modo *Mono* ativado, o dispositivo receptor toca notas que recebe monofonicamente, em quaisquer canais MIDI designados. A Mensagem de Modo *Mono On* também solicita ao dispositivo receptor que desative quaisquer notas que estejam tocando.

Formato: 1011nnnn 01111110 0000nnnn Bn 7E 0m

onde: nnnn (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111110 (equivalente ao decimal 126) identifica a mensagem como uma Mensagem de Modo *Mono* Ativado.

nnnn (0-15) especifica o número dos canais MIDI nos quais o dispositivo receptor pode receber mensagens, contando-se a partir do canal para o qual o dispositivo foi setado. Quando nnnn for 0, o número de canais é igual ao número de vozes recebidas.

Vejamos um exemplo: Estando o dispositivo setado para o canal

MIDI 4 e o valor de *nnnn* sendo 6, então o dispositivo receberá mensagens nos canais 4,5,6,7,8 e 9. Ainda neste exemplo, *nnnn* sendo setado para 1, o canal de recepção seria o 4, ou ainda, para *nnnn* igual a 0, o dispositivo poderia receber mensagens até o canal MIDI 16, partindo do canal para o qual foi setado.

Poly Mode On: Mensagem de Modo Polifônico Ativado. É aquela que solicita ao dispositivo receptor ativar o modo *Poly* de recepção e consequentemente desativar o modo *Mono* de recepção. Com o modo *Poly* ativado, o dispositivo pode tocar notas relativas às mensagens recebidas em quaisquer canais MIDI polifonicamente. Esta mensagem também solicita ao dispositivo receptor que desative quaisquer notas que estejam tocando.

Formato: 1011nnnn 01111111 00000000 Bn 7F 00

onde: *nnnn* (0-15) especifica o canal no qual a mensagem está sendo enviada.

01111111 (equivalente ao decimal 127) identifica a mensagem como uma Mensagem de Modo Mono Desativado.

00000000 simplesmente cumpre a necessidade de que Mensagens de Mudança de Controle tem que ter dois bytes de dados.

3.1.3 Mensagens Comuns ao Sistema (System Common)

Como descrito anteriormente, em todas as mensagens de canal, os bits D6 a D4 do byte de status especificam o tipo de mensagem de canal e os bits D3 a D0 especificam o canal MIDI no qual a mensagem está sendo enviada. Para todas as mensagens de sistema, ou seja, Mensagens Comuns de Sistema, Mensagens de Sistema em Tempo Real ou Mensagens de Sistema Exclusivo, os bits D7 a D4 do byte de status são levados para 1111. Qualquer dispositivo recebendo um byte de status que esteja iniciando com 1111, interpreta a mensagem como uma mensagem de sistema e não como uma mensagem de canal. Desta forma, ele não espera os bits D3 a D0 para especificar o canal MIDI, mas sim, para especificar o tipo

de mensagem de sistema que está sendo enviado. Mensagens de Sistema Comum não tem número fixo de bytes de dados acompanhando, ou seja, elas podem ter um, dois ou nenhum.

Quarter Frame: Mensagens utilizadas para sincronização de sistemas. Na verdade, formam um grupo de mensagens pertencentes ao código de tempo MIDI.

Formato: *11110001 nnnndddd*

F1 nd

onde: *nnnn* identifica o tipo de mensagem 1/4 de *frame*.

dddd é o campo dos dados da mensagem.

Como as mensagens de *Quarter Frame* também compõem o Sistema de Código de Tempo MIDI, vejamos agora mais detalhadamente este código para posteriormente voltarmos às outras Mensagens Comuns ao Sistema.

3.1.3.1 Formato do Sistema de Código de Tempo MIDI

Este sistema é basicamente constituído de dois itens:

O Código de Tempo MIDI propriamente dito e o *Set-Up* [54].

O primeiro demarca a temporização em horas, minutos, segundos e números de *frames* (em torno de 1/30 avos de segundo), enquanto que o segundo tem a função de informar, para posterior controle, vários dispositivos midiados dentro de um estúdio, através de uma lista de eventos a serem executados em tempos específicos. Principalmente o segundo item, o *Set-Up*, torna este sistema bastante poderoso no campo da multimídia (áudio, vídeo e informática), facilitando extremamente o trabalho dos profissionais desta área. A utilização deste sistema, para produção de propagandas, vídeos, filmes, etc, reduz drasticamente o tempo de trabalho, dinheiro empreendido e muitas possíveis frustrações.

Vejamos os formatos das mensagens:

Mensagens de Código de Tempo

Existem 3 tipos de mensagens de código de tempo para sincronização de dispositivos:

Quarter Frame ou 1/4 de *frame*
Full ou plena
User bits ou bits do usuário

Obs: *Full* e *User Bits* fazem parte do grupo de mensagens de Sistema Exclusivo em Tempo Real e serão vistas posteriormente.

Para esta sincronização, determinados dispositivos possuem o que se pode dizer de leitor de código de tempo. Estes leitores continuamente monitoram na linha MIDI o sinal de um pressuposto gerador de código de tempo.

Vejamos as mensagens.

Mensagens de Quarter Frame

Mensagens de *Quarter Frame* são mensagens de resolução fina e são utilizadas somente enquanto está havendo transferência de dados pelo sistema. Se admitirmos 30 *frames* por segundo, havendo logicamente quatro mensagens em um *frame*, ter-se-á 120 mensagens de *Quarter Frame* por segundo. Há então, neste caso, um intervalo entre as mensagens de 8,3 ms [47] [54].

Estas mensagens tem duas finalidades:

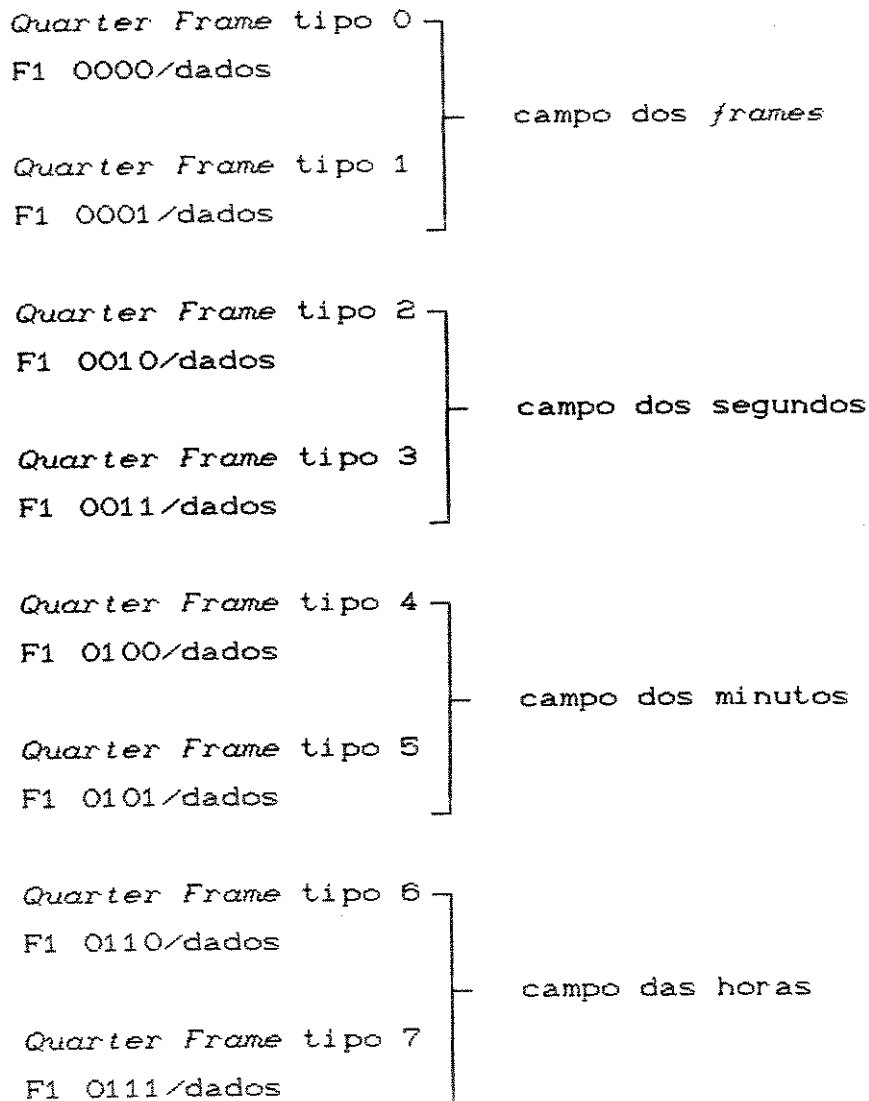
- 1- Providenciar pulso de temporização para o sistema
- 2- Definir um dígito de um campo específico do tempo *SMPTE* atual

Elas devem ser entendidas como grupo de 8 mensagens porque estas 8 formam uma mensagem de código de tempo completa. Logo um tempo *SMPTE* é atualizado a cada dois *frames*.

Cada mensagem contém dois bytes, sendo o primeiro sempre F1, denominado byte comum do sistema *Quarter Frame*. O segundo byte contém dois *nibbles* (1 *nibble* = 4 bits) que definem o número da mensagem e o campo do tempo, ou seja, *frames*, segundos, minutos, etc.

Então, tem-se um conjunto de mensagens, para o sentido

direto, conforme visto a seguir:



Vê-se então que para cada campo tem-se duas mensagens e cada uma carrega um *nibble* relativo ao byte deste campo. Os *nibbles* dentro das mensagens que chegam a um equipamento são decodificados conforme apresentado a seguir:

(bits xxx... não são definidos, reservados para uso futuro)

<i>Nibbles de frame</i>	<i>decodificação em frames</i>
menos signif. yyyy	xxxyyyyy (0 a 29)
mais signif. xxxy	

ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

Nibbles de segundos decodificação em segundos
 menos signif. yyyy xxxyyyyy (0 a 59)
 mais signif. xxyy

Nibbles de minutos decodificação em minutos
 menos signif. yyyy xxxyyyyy (0 a 59)
 mais signif. xxyy

Nibbles de horas decodificação em horas
 menos signif. zzzz xyyzzzzz (0 a 23)
 mais signif. xyyz

onde yy indicam o tipo de código de tempo:

00	24 frames por segundo
01	25 frames por segundo
10	30 frames por segundo (<i>drop frame</i>)
11	30 frames por segundo (<i>non drop frame</i>)

Para ilustrar a decodificação dos nibbles vejamos um exemplo numérico. Vamos converter para o formato *Quarter Frame* o tempo de 05:43:20:22 (30 frames por segundo, *non-drop*).

22 frames	xxyy yyyy	0001 0110	F1 06
			F1 11
20 segundos	xxyy yyyy	0001 0100	F1 24
			F1 31
43 minutos	xxyy yyyy	0010 1011	F1 4B
			F1 52
05 horas	xyyz zzzz	0110 0101	F1 65
			F1 76

Neste exemplo visto, a sequência de mensagens está apresentada para um andamento no sentido direto ou para frente. Se o código de tempo está se desenrolando no sentido reverso, as mensagens de *Quarter Frame* são enviadas na ordem reversa, ou seja, iniciando em F1 76 e terminando em F1 06.

Pode-se notar que o recebimento da primeira e da quinta mensagem delimitam a fronteira de frames. Pode levar de 2 a 4

frames para que possa ser estabelecido o tempo *SMPTE*, devido ao fato de que os dispositivos escravos necessitam do conjunto completo de 8 mensagens de *Quarter Frame* do início até o final.

Cada mensagem não deve ser interpretada independentemente.

O Código de Tempo MIDI toma uma pequena porcentagem da largura de banda MIDI, mais precisamente 7.68% da largura de banda MIDI. Como a mais rápida taxa de tempo MIDI é de 30 frames por segundo e sendo enviadas 4 mensagens por frame (120 mensagens em 1 segundo), cada dois bytes de uma mensagem são enviados a cada 8,3 ms. Numa taxa de transmissão de 31,25 kbits/segundo somente 320 microsegundos são necessários para os 10 bits do byte transmitido (8 bits + 1 start bit + 1 stop bit). Dividindo-se 640 microsegundos necessários para uma mensagem de *Quarter Frame* por 8,3 ms tem-se então este valor percentual.

Vamos dar continuidade então às outras Mensagens Comuns ao Sistema.

Song Position Pointer: Mensagem de Indicador de Posição de Música, especifica o ponto de início para reprodução de uma sequência gravada.

Formato: 11110010 01111111 0hhhhhhh F2 ll hh

onde: 11111111 hhhhhh (0-16384) identifica o ponto de início para reprodução pela especificação do número de batidas que corresponde ao início de uma sequência gravada.

Cada batida é igual a seis *clocks MIDI*, que é equivalente ao tempo de uma nota musical semicolcheia. Os dois bytes de dados combinados carregam um valor de alta resolução, sendo que, o primeiro byte é o LSB e o segundo é o MSB.

Song Select: Mensagem de Seleção de Música. É aquela que seleciona uma música dentro de um banco de músicas em um sequenciador (*sequencer*).

Formato: 11110011 0sssssss F3 ss

onde: ssssssss (0-127) especifica o número da música que se deseja selecionar.

Tune Request: Mensagem de Requisição de Tom. É aquela que instrui todos dispositivos receptores para ajustarem seus tons.

Formato: 11110110

F6

EOX (End of Exclusive): Mensagem de Fim de Sistema Exclusivo. Aqueles dispositivos receptores que estavam ignorando determinados dados de sistema exclusivo, passam agora a receber e processar estes dados novamente.

Formato: 11110111

F7

3.1.4 Mensagens de Sistema em Tempo Real (System Real Time)

As Mensagens de Sistema em Tempo Real mantém a temporização de um sistema MIDI, daí a importância de enviá-las ininterruptamente para tornar possível o controle de dispositivos MIDI. Para acomodá-las, MIDI permite que estas mensagens sejam inseridas entre bytes de outras mensagens. Mensagens de Sistema em Tempo Real tem um único byte de status sem byte de dados acompanhando. Os bits D7 a D4 são sempre 1111 e os bits D3 a D0 são os que especificam o tipo particular de mensagem.

Timing Clock: Mensagem de Temporização de Clock. É aquela que faz contínuo ajuste de tempo para permitir a utilização de sequencers. Trata-se de sincronização de dispositivos MIDI.

Formato: 11111000

F8

Start: Mensagem de Início. É aquela que solicita a todos os dispositivos sequencers receptores que comecem a reprodução de uma sequência anteriormente gravada, a partir do início.

Formato: 11111010

FA

Continue: Mensagem de continuação. É aquela que solicita a todos os dispositivos sequencers receptores que comecem a reprodução da corrente sequência partindo do ponto no qual a reprodução havia sido parada.

Formato: 11111011

FB

Stop: Mensagem de parada. É aquela que solicita a todos os dispositivos sequencers receptores que parem a sequência que eles estavam reproduzindo.

Formato: 11111100

FC

Active Sensing: Mensagem de Sensibilidade Ativa. É aquela que informa ao dispositivo receptor que as conexões MIDI estão intactas.

Estas mensagens são enviadas pelo menos uma vez a cada 300 milisegundos.

Formato: 11111110

FE

System Reset: Mensagem de Inicialização de Sistema. É aquela que solicita a todos os dispositivos receptores que retornem seus conjuntos de funções ao estado original. Trata-se da inicialização de funções gerais quando o dispositivo é inicialmente ligado.

Formato: 11111111

FF

3.1.5 Mensagens de Sistema Exclusivo (System Exclusive)

As Mensagens de Sistema Exclusivo estão em uma classe própria e não pertencem a nenhum outro grupo de mensagens. Cada Mensagem de Sistema Exclusivo tem, no mínimo, dois bytes de dados acompanhando-a e pode ter tantos bytes de dados quantos forem

necessários. O final de cada Mensagem de Sistema Exclusivo é marcado por uma mensagem *EOX*, ou seja, de final de sistema exclusivo.

3.1.5.1 Mensagem de sistema exclusivo do fabricante

Formato: *11110000 0iiiiiii 0xxxxxxx (0xxxxxxx ...) 11110111*

onde: *0iiiiiii* (0-127) é o número de identificação que corresponde ao fabricante do equipamento para o qual se deseja enviar uma Mensagem de Sistema Exclusivo.

0xxxxxxx (0-127) pode especificar qualquer informação que o determinado fabricante desejar enviar.

11110111 representa uma mensagem *EOX* indicando a conclusão do bloco de Mensagens de Sistema Exclusivo.

Obs: Os números *0iiiiiii* são determinados pela Associação de Fabricantes de equipamentos MIDI (*MIDI Manufacturers Association*) e podem ser encontrados em uma lista de especificação detalhada MIDI. O número de identificação de alguns dos maiores fabricantes são:

Tabela 3.3 Sistema Exclusivo do Fabricante

Grupo Americano

01	<i>Sequential</i>	02	<i>IDP</i>
03	<i>Octave-Plateau</i>	04	<i>Moog</i>
05	<i>Passport Designs</i>	06	<i>Lexicon</i>
07	<i>Kurzweil</i>	08	<i>Fender</i>
0A	<i>AKG Acoustics</i>	0B	<i>Voyce Music</i>
0C	<i>Waveframe Corp</i>	0D	<i>ADA</i>
0E	<i>Garfield Elec.</i>	0F	<i>Ensoniq</i>
10	<i>Oberheim</i>	11	<i>Apple Computer</i>
12	<i>Grey Matter Response</i>	14	<i>Palm Tree Inst.</i>
15	<i>JL Cooper</i>	16	<i>Lowrey</i>
17	<i>Adams-Smith</i>	18	<i>Emu Systems</i>
19	<i>Harmony Systems</i>	1A	<i>ART</i>
1B	<i>Baldwin</i>	1C	<i>Eventide</i>
1D	<i>Inventronics</i>	1F	<i>Clarity</i>

Grupo Europeu

20	<i>Passac</i>	21	<i>SIEL</i>
22	<i>Synthaxe</i>	24	<i>Hohner</i>
25	<i>Twister</i>	26	<i>Solton</i>
27	<i>Jellinghaus MS</i>	28	<i>Southworth</i>
29	<i>PPG</i>	2A	<i>JEN</i>
2B	<i>SSL Limited</i>	2C	<i>Audio Veritrieb</i>
2F	<i>Elka</i>	30	<i>Dynacord</i>

Grupo Japonês

40	<i>Kawai</i>	41	<i>Roland</i>
42	<i>Korg</i>	43	<i>Yamaha</i>
44	<i>Casio</i>	46	<i>Kamiya Studio</i>
47	<i>Akai</i>	48	<i>Japan Victor</i>
49	<i>Meissha</i>	4A	<i>Hoshino Gakki</i>
4B	<i>Fujitsu Elect</i>	4C	<i>Sony</i>
4D	<i>Nisshin Onpa</i>	4E	<i>TEAC Corp.</i>
4F	<i>System Product</i>	50	<i>Matsushita Electric</i>
51	<i>Fostex</i>		

3.1.5.2 Formato Universal de Sist. Exclusivo em Tempo Não Real

É utilizado para transferência de dados de amostra (bytes na forma hexadecimal). Aqui é utilizado o que foi denominado de *Padrão MIDI de Transferência de Amostra*. Este padrão é usado para transferir dados de amostras entre dispositivos MIDI. É projetado para trabalhar como um sistema de malha aberta ou fechada com *handshaking*, permitindo melhorar a velocidade e providenciando a recuperação dos erros de transmissão. *Handshaking* também compatibiliza equipamentos que possam necessitar de um tempo maior para processar dados que estejam sendo transferidos. Sistema de malha aberta é sinônimo de implementação de versão simplificada. São descritas aqui então as mensagens que envolvem este padrão e o procedimento de transferência. É interessante lembrar que este padrão pode sofrer algumas alterações para instrumentos específicos.

Cabeçalho (Dump Header)

FO 7E cc 01 ss ss ee ff ff ff gg gg gg hh hh hh ii ii ii jj F7

onde: FO 7E cabeçalho de mensagem de sistema exclusivo
 universal em tempo não real
 cc número do canal
 ss ss número da amostra (primeiro LSB)
 ee formato da amostra
 ff ff ff período da amostra em nanoseg. (primeiro LSB)
 gg gg gg comprimento da amostra em palavras (primeiro LSB)
 hh hh hh início do loop (número da palavra, primeiro LSB)
 ii ii ii fim do loop (número da palavra, primeiro LSB)
 jj tipo de loop (00 sent.direto, 01 direto/reverso)

Pacote de Dados (Data Packet)

FO 7E cc 02 kk 120 bytes ll F7

onde: cc número do canal
 kk contagem de pacotes (00-7F)
 ll check de soma (XOR de 7E, cc, 02, kk, 120 bytes)

O tamanho total do pacote de dados é de 127 bytes. Um pacote de dados consiste do seu próprio cabeçalho, um número do pacote, 120 bytes de dados, um *check* de soma e uma mensagem *EOX*. O número do pacote, que após chegar a 7F retorna a 00, é utilizado pelo receptor para distinguir se houve envio de um novo pacote ou reenvio do pacote anterior.

Os 120 bytes de dados podem formar 60, 40 ou 30 palavras, o que é determinado pelo formato da amostra. Como o primeiro bit é zero, os sete bits que carregam a informação no byte de dados proporcionam os 3 padrões.

Formato da amostra	Formação da palavra	Palavras por pacote
de 8 a 14 bits	dois bytes	60 pal/pacote
de 15 a 21 bits	3 bytes	40 pal/pacote

de 22 a 28 bits 4 bytes 30 pal/pacote

A informação é concentrada a esquerda e os bits não usados são zerados.

Vejamos um exemplo de um *sampler* de 12 bits, onde se deseja transmitir a palavra de amostra FEF:

Decodificando em binário cada caracter, tem-se:

FEF 1111 1110 1111

Palavra de 12 bits cai dentro do primeiro formato, o que implica na formação de dois bytes de dados. Basta completar os 2 bytes de dados da esquerda para direita com os bits acima, iniciando-se com 0. Os bytes a serem transmitidos são 01111111 e 00111100.

Mensagens envolvidas na transferência de amostras

Requisição para Transferência (Dump Request)

F0 7E cc ss ss F7

cc número do canal

ss ss número da amostra requisitada, primeiro LSB

Depois de receber esta mensagem, o *sampler* checa se o número da amostra cai dentro de uma faixa admitida. Sendo negativo, a mensagem deve ser ignorada, caso contrário, ela é enviada ao dispositivo requisitante. Esta conversação é possibilitada através das mensagens de handshaking.

Wait F0 7E cc 7C pp F7

Cancel F0 7E cc 7D pp F7

NAK F0 7E cc 7E pp F7

ACK F0 7E cc 7F pp F7

onde: cc número do canal

pp número do pacote

Estes *flags* caracterizam respectivamente:

Parar a transferência até uma próxima mensagem

Abortar a transferência

Último pacote não recebido corretamente, reenviar o mesmo

Último pacote recebido corretamente, enviar o próximo

O byte pp reflete o pacote que está sendo reconhecido, rejeitado, etc.

Procedimento de Transferência (Dump)

Ao se requisitar um *Dump* num dispositivo MIDI, este dispositivo mestre envia um cabeçalho (*Dump Header*) e aguarda pelo menos dois segundos para que o receptor possa decidir se irá aceitar ou não esta amostra. Se o dispositivo receptor envia uma mensagem *Cancel* dentro deste tempo, a transferência será abortada imediatamente. Se a mensagem de volta for um *ACK*, o mestre passa a enviar em seguida os pacotes de dados. Se nada é recebido dentro deste tempo, o mestre assume que se trata de um sistema de malha aberta e envia o primeiro pacote.

Admitindo-se um malha fechada, a cada pacote enviado, o mestre aguarda 20 ms monitorando sua porta MIDI In. Recebendo um *ACK*, ele envia o próximo, mas se receber um *NAK*, o número do pacote desta mensagem casa com aquele que foi enviado, e então o mestre reenvia o mesmo pacote.

O receptor mantém continuamente o *check* de soma da mensagem recebida e o compara com o valor do *check* enviado. *ACK* ou *NAK* são enviados de volta pelo receptor quando respectivamente estes valores casam ou não.

Os pacotes são enviados pelo mestre com um volume obrigatório de 120 bytes, incluindo o último pacote, onde os bytes não utilizados, devido ao fim das palavras, são completados por bits 0.

Um comando *Wait* enviado pelo receptor efetua uma interrupção para acesso a um periférico qualquer.

Mensagens de Set-Up

São mensagens de 13 bytes com espaço para informações adicionais e são utilizadas para endereçar unidades individuais em um sistema, sejam elas um gerador de efeitos, um sequencer, um tape etc.

O formato da mensagem de Set-Up é o seguinte:

F0 7E canal 04 st hr mn sc fr ff sl sm inf. adic. F7

Onde: F0 7E Cabeçalho de mensagem de sistema exclusivo universal em tempo não real

04 Sub-ID1 (04 para Set-Up de código de tempo)

st Sub-ID2 (tipo de Set-Up, conforme definido abaixo)

00 Especial, é informação de Set-Up que deve operar numa unidade de forma global. Neste caso os dois bytes seguintes do tipo especial tomam o lugar dos bytes do número do evento na mensagem. São definidos 5 tipos:

0000 Ajusta o código de tempo (*Offset*). É um ajuste relativo do código de tempo para cada unidade. Útil para tarefas concebidas em tempos diferentes, mas que devam ser ajustadas a partir de outras para que possam se casar.

0100 Habilita lista de eventos (*Enable*) para um determinado tempo *MTC* ou *SMPTE*

0200 Inibe a mesma lista, mas sem perder os eventos (*Desable*)

0300 Apaga a lista (*Clear*)

0400 Pára o sistema (*Stop*)

01 Habilita o modo gravação (*Punch In*)

02 Desabilita o mesmo modo (*Punch Out*)

Para estes dois últimos casos, o número do evento se refere ao número de um track

03 Apaga um endereço de *Punch In*

04 Apaga um endereço de *Punch Out*

ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

05	Inicia um evento único
06	Pára o mesmo evento
07	Inicia um evento único com informação adicional
08	Pára o mesmo evento com informação adicional
09	Apaga endereço de início de um evento
0A	Apaga endereço de fim deste mesmo evento
0B	Marca aparec. de evento não contínuo (<i>Cue Point</i>)
0C	Marca um <i>Cue Point</i> com informação adicional
0D	Apaga um <i>Cue Point</i> com ou sem inf. adicional
0E	Permite designar um nome para um evento em informação adicional
hr	0 yy zzzzz
	onde: yy é tipo, mesmo das mensagens de <i>Quarter</i> <i>Frame</i> , ou seja,
	00 24 <i>frames</i> /segundo
	01 25 <i>frames</i> /segundo
	10 30 <i>frames</i> /segundo (<i>drop frame</i>)
	11 30 <i>frames</i> /segundo (<i>non drop frame</i>)
	zzzzz é horas (0 a 23)
mn	minutos (0 a 59)
sc	segundos (0 a 59)
fr	<i>frames</i> (0 a 29)
ff	fração de <i>frames</i> (00 a 99)
sl,sm	número do evento (primeiro LSB) ou tipo especial
...	informação adicional
F7	<i>EOX</i>

Informação Adicional

Essa informação consiste de uma corrente de dados MIDI na forma de *nibbles*. Existe uma única exceção, para o *Set-Up* tipo 0E (nome para o evento), onde a informação está na forma de *Nibbles ASCII*. O *Nibble* menos significativo deve ser enviado antes obrigatoriamente.

3.1.5.3 Formato Universal de Sistema Exclusivo em Tempo Real

Aqui são descritos os outros dois tipos de mensagens de código de tempo para sincronização.

Mensagem Plena (Full)

Esta mensagem é utilizada quando um equipamento necessita adiantar/retroceder rapidamente (*FF/Rewind*) ou localizar um determinado tempo. O envio acelerado de mensagens de *Quarter Frame* para esta função obstruiria desnecessariamente as linhas de dados MIDI. A mensagem *Full* codifica o tempo completo dentro de uma única mensagem. Depois que esta é enviada, o gerador de código pára, a fim de permitir que dispositivos mecânicos se posicionem em um determinado ponto pretendido pelo operador, quando as mensagens de *Quarter Frame* são retomadas. O código de tempo indicado nesta mensagem toma efeito na recepção da primeira mensagem de *Quarter Frame* posterior.

O formato da mensagem *Full* é:

F0 7F canal 01 00 hr mn sc fr F7

onde: *F0 7F* Cabeçalho de mensagem de sistema exclusivo universal em tempo real

01 *Sub-ID1* (*01* para código de tempo de longa forma)

00 *Sub ID2* (*00* para mensagem de código de tempo *Full*)

hr *0 yy zzzzz* onde

yy é tipo, mesmo das mens. de *Quarter Frame*, ou seja,

00 24 frames/segundo

01 25 frames/segundo

10 30 frames/segundo (*drop frame*)

11 30 frames/segundo (*non drop frame*)

zzzzz é horas (0 a 23)

mn minutos (0 a 59)

ENTRE COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

sc segundos (0 a 59)
fr *frames* (0 a 29)
F7 EOX

Se o canal for 7F, a mensagem é entendida pelo sistema todo.

Bits do Usuário (User Bits)

São 32 bits providenciados pela *SMPTE* para funções que podem variar com a aplicação

O formato da mensagem *User Bits* é:

F0 7F canal 01 01 u1 u2 u3 u4 u5 u6 u7 u8 u9 F7

onde: F0 7F Cabeçalho de mensagem de sistema exclusivo universal em tempo real

Se o canal for 7F, a mensagem é entendida pelo sistema todo.

01	Sub-ID1 (01 para código de tempo de longa forma)
01	sub-ID2 (01 para mensagem <i>User Bits</i>)
u1	0000aaaa
u2	0000bbbb
u3	0000cccc
u4	0000dddd
u5	0000eeee
u6	0000ffff
u7	0000gggg
u8	0000hhhh
u9	000000ii
F7	EOX

Os *nibbles* resultam num formato de 8 bits para formar 4 caracteres de 8 bits e um código com formato de dois bits. Os bytes u1 a u8 correspondem a grupos binários *SMPTE* de 1 a 8, sendo que u9 fornece bits de indicação (*flag*), todos definidos conforme as recomendações da *SMPTE* (aaaabbbb cccddddd eeeeffff gggghhhh ii).

3.1.5.4 Formato Universal de Sistema Exclusivo Não Comercial

Analogamente ao Sistema Exclusivo do Fabricante, tem-se para o Sistema Exclusivo Não Comercial:

Formato: *11110000 01111101 0xxxxxxx (0xxxxxxx ...) 11110111*

onde: *01111101* (7D) é um número que corresponde a uma mensagem não comercial

0xxxxxxx (0-127) pode especificar qualquer informação que se desejar enviar.

11110111 representa uma mensagem EOX indicando a conclusão do bloco de Mensagens de Sistema Exclusivo.

3.2 Cartas de Implementação MIDI

Vejamos rapidamente como se pode identificar as informações de cartas de implementação MIDI. Muitas informações são óbvias, mas existem alguns detalhes interessantes para serem abordados.

Para cada item nas cartas de implementação MIDI existem quatro campos de informação: *Função*, *Transmitidos*, *Reconhecidos* e *Comentários*. Existe uma certa padronização, porém diferentes símbolos podem representar a mesma informação, como pode ser comprovado comparando-se diferentes cartas [54].

Geralmente são válidas as seguintes colocações:

- 1- Símbolos 0 e X são usados respectivamente para indicar se o dispositivo está ou não habilitado a exercer uma determinada função.
- 2- Para funções onde a habilitação é programável, tem-se informação na área de comentários ou notas (Remarks).
- 3- Para funções não aplicáveis na transmissão ou recepção usa-se completar com ***** ou apenas N/A.
- 4- Os modos MIDI são listados apenas com números, mas quando somente parte das mensagens de modo têm interesse, podem ser definidas apenas as mensagens (Ex: OMNI On/Off).

Vale lembrar que muitas vezes o *Status* ou valor na coluna *Transmitidos* é diferente do valor na coluna *Reconhecidos*.

Vejamos então os itens pertinentes e informações correspondentes que podem aparecer nestes quatro campos.

Cabeçalho (Reader)

Local onde são descritos fabricante, tipo de equipamento, modelo, versão e data.

Canal Básico

Função Default: Informa em qual canal ou em quais canais MIDI o equipamento transmite e/ou reconhece quando ligado.

Função *Changed*: Informa quais canais MIDI podem ser designados pelo usuário.

Modo

Função *Default*: Informa em qual dos 4 modos MIDI o equipamento transmite e/ou reconhece quando ligado.

Função *Messages*: Informa qual das 4 mensagens de modo MIDI o equipamento transmite/reconhece.

Função *Altered*: Informa como o equipamento responde a uma mensagem requisitando-o para mudar para um modo o qual ele não trabalha. Normalmente, quando isto ocorre, o equipamento vai para um outro modo, no qual ele trabalha, dito alterado. Quando o mesmo não trabalha no modo Mono, ele pode chavear para outro modo dependendo do valor de *M* na mensagem de modo *Mono On*. Logicamente, nesta função somente a coluna *Reconhecidos* é válida.

Número de Notas

Sem denominação de função: Na coluna *Transmitidos*, informa a faixa de número de notas que o equipamento pode transmitir. Uma faixa maior que a correspondente a 88 teclas do grande piano (21 a 108) corresponde a função *transpose* ou transposição. Na coluna *Reconhecidos*, da mesma forma, informa a faixa de notas reconhecidas.

Função *True Voice* ou vozes verdadeiras: Informa a faixa de notas que além de reconhecida, pode reproduzir som, ou seja, é uma faixa igual ou menor que a anterior. Só é pertinente à coluna *Reconhecidos*.

Velocidade

Função *Note On*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece dados de velocidade de ataque. A faixa de valores obrigatoriamente está entre 0 e 127.

Função *Note Off*: Analogamente à *Note On*, informa dados de

ENTRE OS COMPUTADORES E NOTAS MUSICAIS

velocidade de *Release* ou término de envelope. Alguns instrumentos transmitem *Note On*, $v = 0$ no lugar de mensagem de *Note Off*.

Pressão ou Aftertouch

Função *Keys*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de *Aftertouch* polifônico, ou seja, se admite valores independentes de pressão por teclas.

Função *Chs*: Da mesma forma que o item anterior, informa sobre o *Aftertouch* por canal MIDI.

Controle de Altura ou Pitch Bender

Sem denominação de função: Informa como o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de mudança na roda de altura (*pitch*).

Mudança de Controle ou Control Change

Cada número corresponde a uma função: Informa nas colunas seguintes, correspondentemente a cada número de *Control Change*, os controladores que podem ser transmitidos e/ou reconhecidos pelo equipamento.

Mudança de Programa ou Program Change

Sem denominação de função: Informa a faixa de números de programas que pode ser transmitida e/ou reconhecida pelo equipamento.

Função *True*: Informa os números verdadeiros de *Program Change* para um dispositivo particular, já que estes podem ser alterados num mapa. Somente a coluna reconhecidos é válida.

Sistema Exclusivo

Sem denominação de função: Informa se mensagens de sistema exclusivo podem ser transmitidos e/ou reconhecidos pelo equipamento.

Comuns ao sistema ou System Common

Função *Song Pos*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de posição em uma música.

Função *Song Sel*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de seleção de músicas.

Função *Tune*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de afinação.

Sistema em Tempo Real ou System Real Time

Função *Clock*: Informa se o equipamento pode ser utilizado como mestre/escravo em um sistema sincronizado.

Função *Commands*: Informa se as mensagens *Stop*, *Start* e *Continue* podem ser transmitidas e/ou reconhecidas pelo equipamento.

Mensagens Auxiliares

Função *Local Control*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagens de controle local *On/Off*.

Função *All Notes Off*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagem de todas notas desligadas.

Função *Active Sense*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagem de sensibilidade ativa.

Função *Reset*: Informa se o equipamento transmite e/ou reconhece mensagem de reset de sistema.

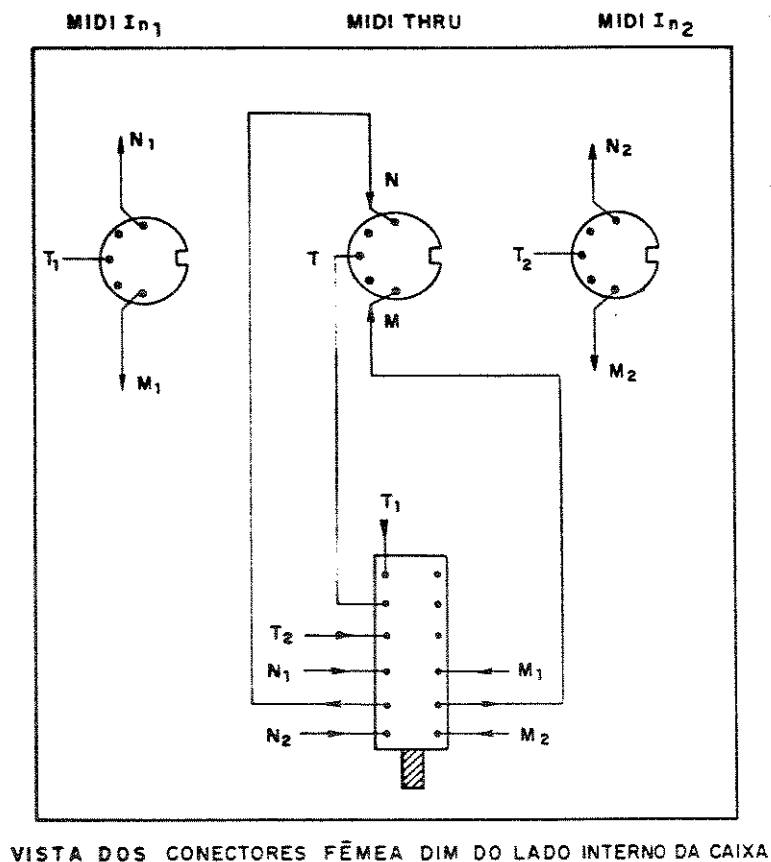
A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS

CAPITULO IV

A CIRANDA DOS SINAIS ELETRONICOS

Então as saídas MIDI dos dois teclados (MIDI Out) passam por um *MIDI Switch* que pode chavear os sinais para a entrada MIDI do computador (MIDI In). Neste caso, *MIDI Switch* tem apenas duas entradas mas poderia ter várias, se houvesse necessidade, conforme ilustradas na figura 4.2.

Para chavear estas duas opções, foi utilizada uma simples chave tipo *push button* de 12 contatos (4 x 3 contatos). Ela simplesmente conecta ao *jack* central o sinal de *loop* de corrente vindo dos *jacks* laterais. Isto pode ser feito por uma chave mecânica, sem riscos para os equipamentos MIDI, pelo fato deles serem foto isolados eletricamente.



VISTA DOS CONECTORES FÊMEA DIM DO LADO INTERNO DA CAIXA

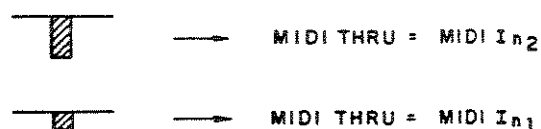


FIG. 4.2 CHAVEAMENTO MIDI

MIDI Out do *MIDI switch*, que é uma réplica da saída MIDI de

um dos teclados, vai então conectada a entrada MIDI do computador.

A saída do computador vai conectada à entrada do *workstation M1*. A saída MIDI *Thru*, que é sempre uma réplica do sinal que entra em MIDI *In*, envia o sinal para a entrada do sintetizador *D70*. Da mesma forma, MIDI *Thru* do *D70* é conectada à entrada do *sampler S 330* e por último, MIDI *Thru* deste vai ligada à MIDI *In* do processador de efeitos *SE 50*. Desta forma, tem-se então, o que é comumente dito, uma malha MIDI *Daisy Chain*.

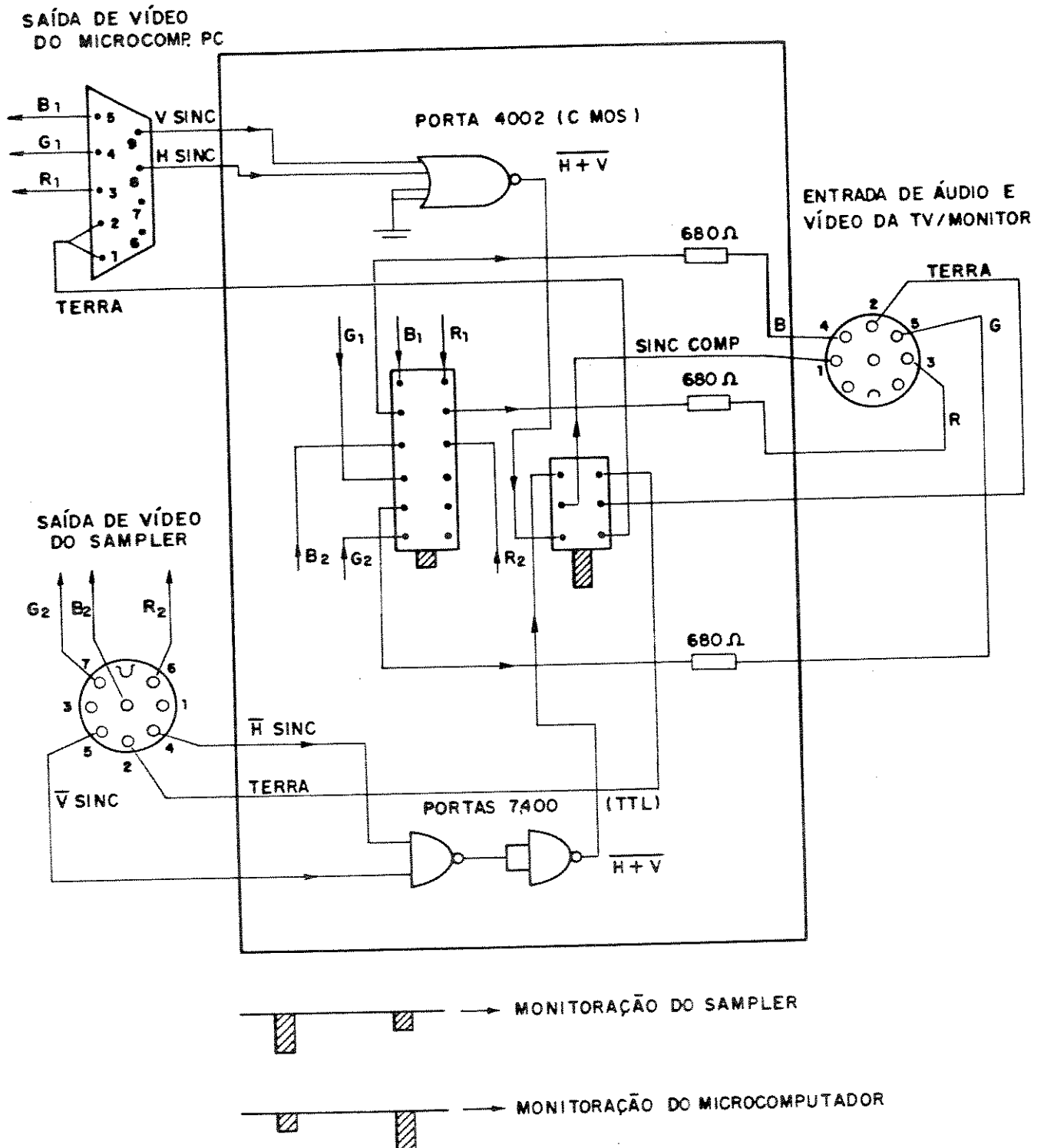
Não tivemos problemas de degradação do sinal para esta cadeia de quatro equipamentos, mas para uma cadeia maior, um MIDI *Thru Box* seria adequado. Vale lembrar que nos dispositivos MIDI, a ligação *In* e *Thru* não é feita por simples *jump*, o que pode ser provado nesta malha ao se desligar o *M1* quando o computador envia dados (*D70* deixa de reproduzir).

Estes equipamentos de última geração (1989/92), por utilizarem CIs mais velozes, apresentam menor índice de degradação do sinal MIDI e maior velocidade de processamento. Uma malha MIDI igual mas com equipamentos mais antigos poderia causar problemas.

4.1.2 O Sinal de Vídeo

O bloco *vídeo switch* permite chavear entre os sinais de vídeo do *sampler* e do computador para o monitor. (Vide detalhe na figura 4.3). O chaveamento é feito através de duas chaves mecânicas exclusivas. Esse sistema foi adotado devido a opção de chaveamento dos terras. Resolveu-se chavear o terra somente por uma questão de maior segurança, já que no laboratório, à priori, não foram utilizadas tomadas de 3 pinos e também não havia um terra efetivo. Portanto, não haveria obrigatoriamente esta necessidade. O chaveamento permite então se trabalhar com um único monitor.

O modelo de monitor de vídeo utilizado foi um *Flat Square 21* polegadas linha *AVM* da empresa *Telefunken*. Trata-se de um receptor de TV e monitor de vídeo RGB. A placa de vídeo do computador tem padrão *CGA*, mas pelo fato dos sinais não serem modulados em RF, portanto sendo menos susceptível a interferências, tem-se uma imagem colorida de excelente qualidade.



ALIMENTAÇÃO DO CI 4002 (CMOS) É DE 5V, MESMA DO 7400 (TTL).

FIG. 4.3 O CHAVEAMENTO DE VÍDEO

O módulo *sampler* possui um display que permite, com alguns inconvenientes, utilizá-lo sem acessórios na reprodução.

Quando se está amostrando, é obrigatório o uso de um monitor para monitoração, entre outras coisas, das formas de onda amostradas. O monitor colorido é bastante interessante tanto para o caso do *sampler*, que vem apresentar formas de ondas, envelopes de síntese e conjunto de parâmetros em cores distintas, como para o caso do computador onde se está trabalhando com um programa totalmente colorido. Ambos sinais, tanto do *sampler* quanto do computador, são do tipo RGB básicas [48].

Além dos sinais das 3 cores básicas, existem obviamente os sinais de sincronismo horizontal e vertical. Estes são representados por H_{sinc} e V_{sinc} no computador e $\bar{H}_{\text{sinc}}$ e $\bar{V}_{\text{sinc}}$ no *sampler*, por trabalhar com o que é normalmente denominado de lógica negativa.

Como o monitor admite sinal de sincronismo composto, foi necessário então efetuar esta composição por meio de simples portas lógicas para obter $\overline{V + H} = \overline{V} \cdot \overline{H} = \overline{\overline{\overline{V}} \cdot \overline{\overline{H}}}$.

Para o computador foi utilizado uma porta NOR (CMOS 4002) e para o *sampler*, duas portas NAND (TTL 7400). As portas TTL e CMOS adotadas foram utilizadas simplesmente por estarem a disposição.

Também poderiam ser portas de mesma família lógica.

As resistências de 680 ohms associadas às linhas RGB foram necessárias para reduzir a intensidade da imagem. Se, por exemplo, potenciômetros de 1K ohms fossem introduzidos às linhas, ter-se-ia a opção de se poder acentuar qualquer das 3 cores.

4.1.3 O Pré amplificador de microfone

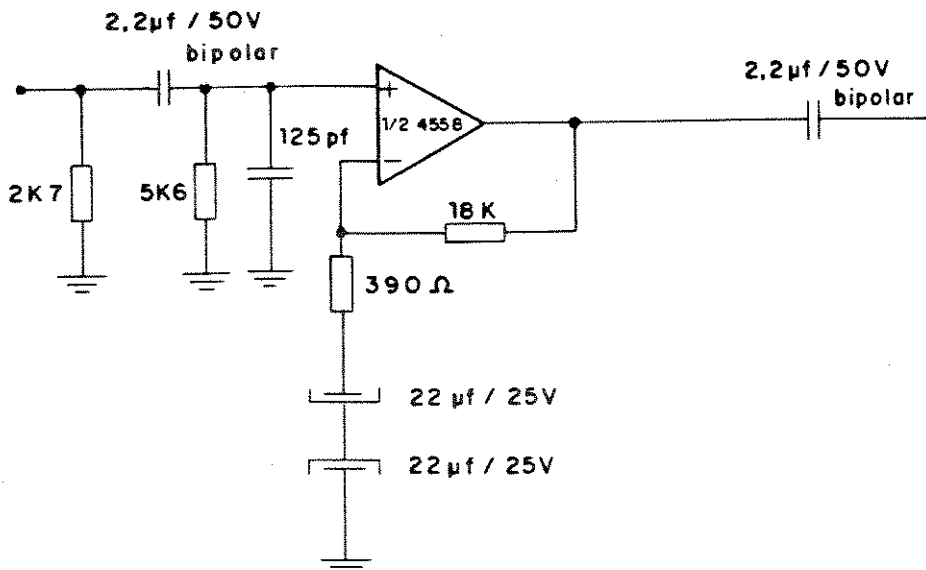
Um pré amplificador de microfone foi introduzido antes da entrada do processador de efeitos SE 50 para garantir uma melhor relação sinal/ruído (S/N). O SE 50 pode funcionar sem este pré, mas o nível de ruído torna-se bastante acentuado. O circuito do pré amplificador é bastante conhecido e utiliza um CI amplificador operacional de baixo ruído (4558) em configuração não inversora (vide figura 4.4). Muito encontrado em equipamentos de áudio,

principalmente mesas de som, o 4558 tem internamente dois amp op idênticos.

O similar 1458, que é mais fácil de ser encontrado, não deve ser utilizado de forma alguma. Comparamos ambos e constatamos que a diferença é drástica.

Fazem parte desse circuito o capacitor de $2,2\mu\text{F}$, que é de desacoplamento de sinais, o resistor de $2\text{K}7$ ohms, que evita a saturação do sinal de entrada, e o capacitor de 125 pF que atua como filtro de altas frequências. Componentes conectados ao terminal inversor programam o ganho dando equalização necessária. Todos os resistores são de filme metálico (*metal film*) com 1% de tolerância.

Para opção de dois microfones foram produzidos dois pré amplificadores na mesma placa utilizando-se o mesmo CI e a interferência mútua foi razoavelmente pequena.



- RESISTORES METAL FILM 1% TOLERÂNCIA
- AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE BAIXO RUÍDO: 4558
- ALIMENTAÇÃO DO CI $\pm 15\text{ V}$

Fig. 4.4 O Pré-amplificador do Microfone

4.1.4 A Chave para utilização do algoritmo do Vocoder

Existe uma peculiaridade em equipamentos do naipe de sintetizadores, *samplers*, processadores de efeitos, etc, no que diz respeito às entradas ou saídas de áudio. Quando nenhum cabo é conectado no lado R, L (mono) aglutina o sinal de L e R tanto para saídas como para entradas. Quando um cabo é conectado no lado R, com o outro cabo ainda conectado no lado L, então L e R ficam separados. Note que não é possível se ter R (mono).

Ainda é bom lembrar que processadores de efeitos estéreo podem ter alguns algoritmos mono e outros estéreo. Mono, neste caso, não vem significar que a saída do processador é monofônica, mas que, o processamento interno é feito sobre os sinais L e R anteriormente misturados. O resultado do processamento pode ainda ser estereofônico, o que aliás normalmente ocorre [9].

Algoritmos denominados estéreo, contrariamente aos primeiros, devem receber dois sinais de entrada independentes. Embora cada entrada L ou R possa influenciar as saídas L e R, devido às possíveis realimentações cruzadas (*cross feedback*), o envio de sinal para uma única entrada normalmente vem resultar numa saída mais acentuada que a outra (admitindo-se que os cabos estejam conectados em ambas entradas). Então, para operação monofônica, com excessão do caso do algoritmo do Vocoder, o sinal deve ser inserido no painel trazeiro na entrada L denominada mono.

No entanto, para operação do SE 50 como Vocoder, existe a necessidade de um sinal de um sintetizador e do sinal de um microfone simultaneamente. Mas o sinal desse microfone deve ser inserido agora na entrada R (requisito do algoritmo), sendo que o sinal do instrumento deverá ser encaminhado para outra entrada (L mono) anteriormente destinada ao microfone. Desta forma, percebe-se que toda vez que o algoritmo Vocoder fosse utilizado, uma obrigatória troca de cabos deveria ocorrer.

Para evitar este transtorno, uma pequena chave para alteração do envio dos sinais, denominada Vocoder Switch, foi projetada

tornando instantânea a utilização do SE 50 como *Vocoder* (Vide figura 4.5). Particularmente, devido à utilização de um único microfone, foi inserido o mesmo sinal em ambas entradas, podendo portanto se utilizar qualquer algoritmo (obviamente com excessão do *Vocoder*).

Para utilização de dois microfones foi prevista uma segunda opção de chave. Então para resolver esta problemática do *Vocoder* para ambas as preferências, projetei duas versões de *Vocoder Switch* além de uma terceira versão que permite comutar entre a primeira e segunda.

Primeiramente vejamos a opção de inserção do sinal do microfone em ambas entradas, que é a opção implemetada.

Acompanhando a figura 4.1 (laboratório), podemos ver a identificação dos 6 contatos desta chave simples. O sinal do microfone entra no contato 4 e poderá estar ligado a 2 ou a 6.

Para chave pressionada (operação normal), estando 4 em contato com 2, ele envia o mesmo para um dos canais da mesa. Este sinal somado com os sinais de todos os outros instrumentos são enviados à saída *Send*, conforme os potenciômetros de efeito do misturador. O sinal de *Send* é enviado ao contato 1 que está ligado a 3 com achave pressionada, desta forma, 1 e 3 enviam o mesmo sinal para as entradas L e R do processador.

Com a chave não pressionada (operação *Vocoder*), o sinal de *Send* é enviado somente para entrada L mono do processador, sinal que deverá definir o timbre da voz do *Vocoder*. Enquanto isso, o sinal do microfone enviado ao contato 4, devido a conexão 4, 6, 5 e 3, acaba chegando à entrada R do processador, entrada de excitação do *Vocoder*. Como nesta situação, o contato 2 que continua ligado a um dos canais do misturador, fica flutuando. Então um resistor de 1 M ohm aterra possíveis sinais espúrios.

Vejamos agora a opção de utilização de dois microfones (Vide figura 4.5A). Neste caso, o sinal de *Send* é enviado diretamente para a entrada L (mono) do processador. Da mesma forma, para chave pressionada (operação normal), o sinal do microfone 1 é enviado para um dos canais do misturador. Ao mesmo tempo, o fato de 1 ligado a 3 permite que o sinal do microfone 2 seja enviado para

entrada R do processador de efeitos. Nota-se que, enquanto R recebe o sinal do microfone 2 apenas, L pode receber o sinal de qualquer equipamento, incluindo o sinal do microfone 1.

O fato dos diversos instrumentos somente poderem enviar sinais à entrada L implica na utilização de algoritmos mono no processador, para evitar o desbalanceamento.

Para chave não pressionada (operação *Vocoder*) o sinal do microfone 1 é enviado à entrada R através da conexão 4, 6, 5 e 3.

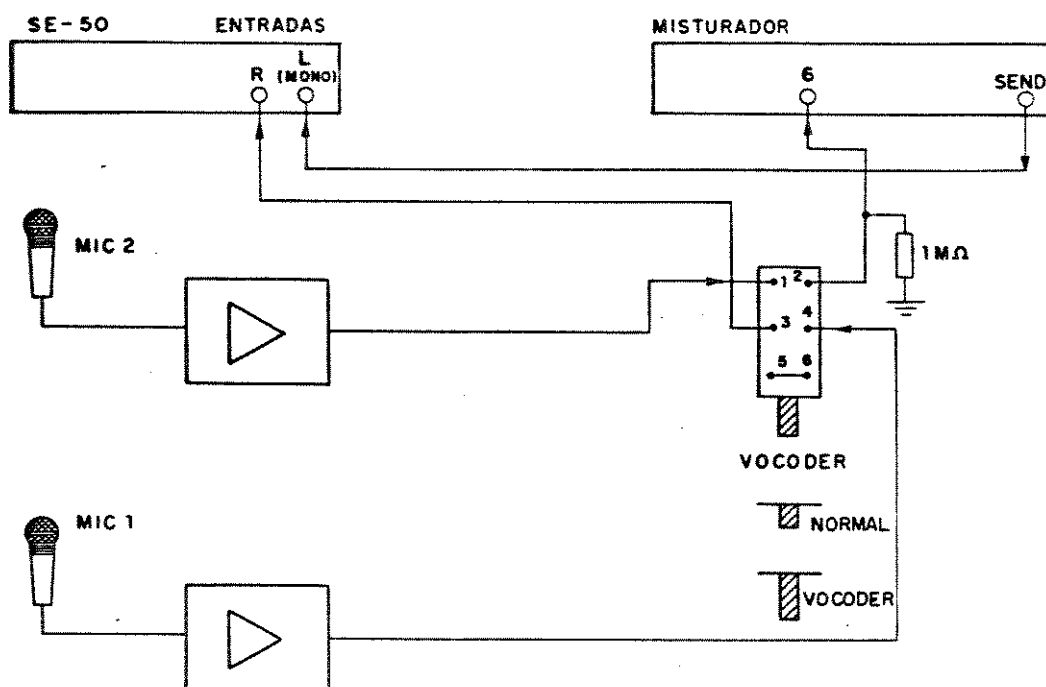
O sinal do microfone 2 é desconectado, não sendo utilizado nesta operação. Acompanhe agora a figura 4.5B.

Na terceira versão, uma segunda chave permite comutar entre a opção de 1 ou 2 microfones. O contato 1 da chave do *Vocoder* é ligado ao contato 3 da chave do microfone. Esta chave então deve comutar o sinal que é enviado para o lado R. Note que o sinal de *Send* é sempre enviado para o lado L e note também que quando se utiliza a opção *Vocoder*, a posição da chave dos microfones é irrelevante. Então, quando a chave dos microfones está pressionada, 3 em contato com 1 envia o sinal de *Send* também para o lado R. Quando ela está solta, 3 em contato com 5 envia o sinal do microfone 1 para o lado R, como deve ser. A observação dita anteriormente sobre os algoritmos ainda é válida.

Para montagem das 3 versões, devido a todo o sinal presente ser analógico, foi utilizado fio blindado e uma pequena caixa de alumínio com um ponto de terra, permitindo total blindagem.

Não houve ligação da malha de terra relativo ao contato 2. Ela realmente não deve ser conectada às outras malhas dentro da caixa para evitar *loop* de terra.

(a)- OPÇÃO PARA 2 MICROFONES



(b)- OPÇÃO PARA 1 OU 2 MICROFONES

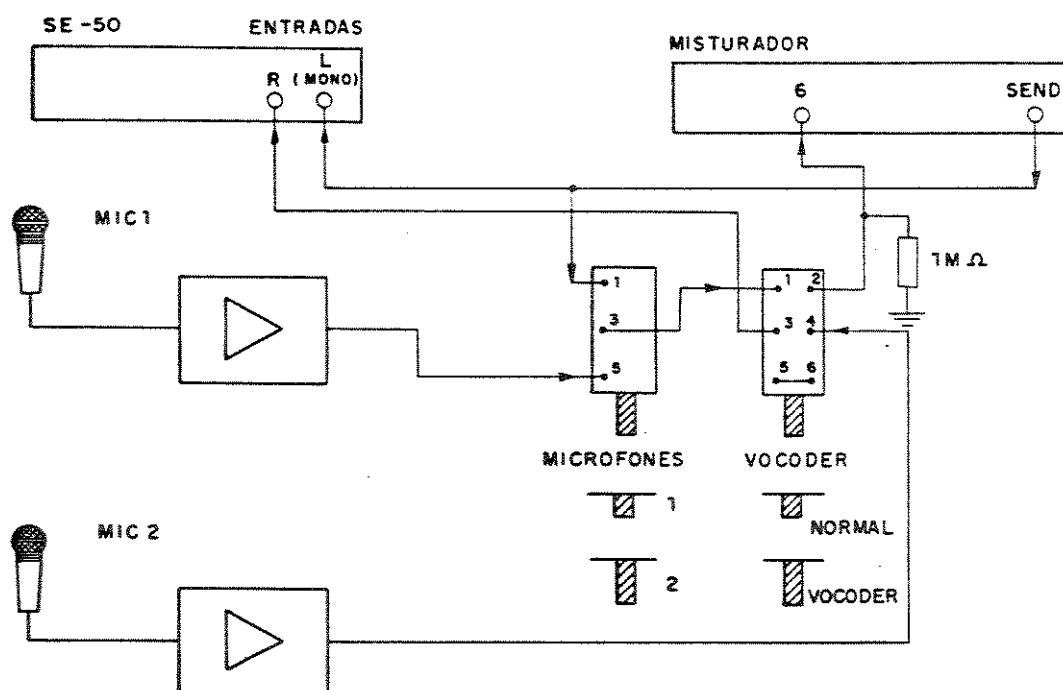


FIG. 4.5 OPÇÕES DE CHAVEAMENTO DO VOCODER

4.1.5 O Filtro para o sinal de metrônomo da placa 4001

A placa de interfaceamento utilizada (Voyetra 4001) possui uma saída para monitoração do sinal de metrônomo, mas este sinal vem acompanhado de um ruído de processamento. Para minimizar este ruído foi inserido um filtro passa baixas passivo adotado experimentalmente. Este sinal poderia ser aplicado a um canal de uma mesa [10] [63], mas a utilização deste simples filtro permite economizar este canal, inserindo o sinal filtrado em um mixer monitor ou pequeno amplificador (Vide detalhe na figura 4.6).

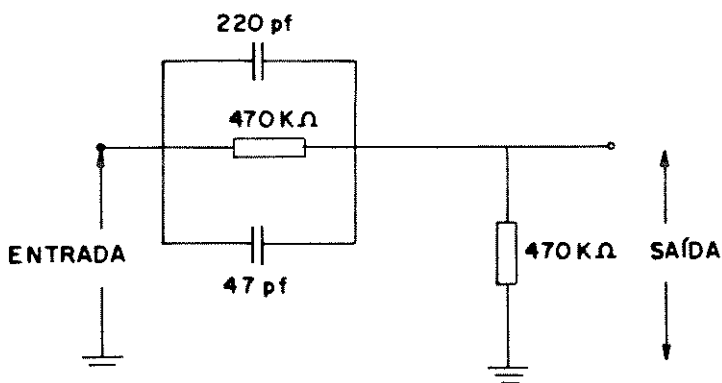


Fig. 4.6 O Filtro Passivo

4.1.6 As Saídas de Audio

Pode-se perceber pela figura 4.1 (laboratório) que cada equipamento gerador/processador de som tem suas próprias saídas de áudio. Enquanto SE 50 tem saída estereofônica L e R, D70 e M1 além das duas saídas L e R, têm outras duas opcionais. Por fim S330 além da sua saída monofônica, tem 8 saídas de áudio opcionais.

Um maior número de saídas garante a vantagem de se poder efetuar equalizações independentes para diversos programas, permitindo se obter um resultado global mais agradável ou menos

embolado. O número total de saídas de áudio, excetuando-se a saída de metrônomo, é então de 19. Lembrando-se que pode existir a possibilidade de se querer adicionar, num estúdio MIDI, alguns instrumentos analógicos, este número passa a ser excessivo.

Dentro de um laboratório ou estúdio MIDI, durante o processo de gravação de um LP por exemplo, pode-se através da utilização de técnicas MIDI (ou programação MIDI) se desenvolver todo o trabalho de forma extremamente controlada por computador. É interessante então criar o que se poderia denominar de saídas de áudio permanentes, tal que seja evitado o transtorno de inúmeras mudanças de cabos durante a gravação de cada faixa. Deste modo todo o *Set-Up* pode ser deslocado para o palco quando se fará a apresentação do espetáculo. Esta é uma grande vantagem que MIDI veio trazer e que está sendo muitíssimo utilizada ao vivo.

Para um projeto pouco dispendioso envolvendo, por exemplo, uma mesa de número de canais inferior a 24, então o número de saídas de áudio dos dispositivos MIDI deve ser reduzido. A escape mais viável de redução do número de saídas é obviamente reduzir as saídas permanentes do *sampler*.

Considerando-se o S-330 um *sampler* mediano [48] para o período atual (1989-93) pela sua capacidade de 14,4 seg. a 30KHz, para utilização profissional, não é possível se ter um número de timbres de diferentes PCMs de larga faixa de reprodução do teclado e de boa qualidade superior a 6. Desta forma, então pode-se designar para o *sampler* um número de saídas permanentes de 4 (saída mono mais 3) ou até menor.

4.2 O Misturador de Áudio

Para a soma de todos os sinais de áudio, tais como, aqueles referentes às saídas dos dispositivos MIDI, obviamente analógicas, sinal do microfone já pré-amplificado, sinal do metrônomo, etc, foram desenvolvidos projetos de um misturadores ou mixers bastante simples mas de alta fidelidade. Foram dois projetos desenvolvidos durante este trabalho.

No primeiro, construí uma unidade com 10 entradas de áudio, cada uma projetada para receber sinal de um equipamento específico. Portanto, não foi um equipamento com entradas padronizadas ou iguais, mas sim, um equipamento projetado especificamente para atender o laboratório. Basicamente, são dois barramentos de mistura idênticos, referentes aos canais L e R, e a estes barramentos são conectadas então as entradas [10].

Vamos recordar, primeiramente, o conceito de um misturador básico. Esta unidade básica é implementada utilizando-se um simples amplificador operacional (amp. op.). O somador é, na verdade, uma versão da configuração Amplificador Inversor dos amp. ops.. Para configuração Amplificador Inversor admitindo-se um terra virtual na entrada inversora, pode-se escrever que:

$$I_1 = \frac{-V_{in}}{R_1} \quad \text{e} \quad I_2 = \frac{V_{out}}{R_2}, \quad \text{para} \quad I_2 = I_1 \quad \text{tem-se que:}$$

$$V_{out} = \frac{-R_2}{R_1} \cdot V_{in}. \quad \text{Para duas entradas, com } I_s = I_1 + I_2, \text{ da}$$

$$\text{mesma forma, ter-se-á: } V_{out} = - \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right) \cdot R_s$$

Para n entradas e resistores iguais, tem-se:

$$V_{out} = - \frac{R_s}{R_K} (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n)$$

que é a própria definição do somador. Dois somadores foram construídos para os canais L e R.

Devido à necessidade de uma alta impedância de entrada, foi

adotado um valor de 150K ohms para as resistências. A resistência de realimentação deve ser de menor valor possível para que o amplificador operacional fique mais estável gerando menor ruído. Um valor em torno de 200 K ohms torna a relação ganho e estabilidade bastante adequada. Utilizou-se então o valor comercial de 204K ohms.

Um segundo estágio foi incluído para ambos canais. Trata-se de um amplificador operacional na configuração *buffer*. O *buffer* permite que eventuais transtornos de qualquer amplificador conectado fiquem isolados das saídas de gravação. Como a prioridade é gravação, as primeiras saídas L e R são destinadas a saída estéreo de gravação, enquanto que as saídas dos Buffers são destinadas à monitoração.

Capacitores de desacoplamento de CA e CC são introduzidos nas entradas. O valor do capacitor influi na passagem de baixas frequências devido à reatância capacitiva:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Então capacitores da ordem de centenas de nanofarads ou alguns microfarads são necessários, portanto caindo em faixas alcançadas pelos eletrolíticos. Como o sinal de áudio é alternado, há necessidade de dois eletrolíticos em contrafase, que podem ser substituídos pelos chamados capacitores bipolares. O valor de 2,2 microfarads é suficiente.

Da mesma forma, as saídas de monitoração e de gravação são também desacopladas por capacitores do mesmo tipo e valor. Resistências de 102K ohms foram inseridas nas saídas de gravação para o terra, no intuito de evitar uma possível saturação dos amp. ops., mas esse valor foi adotado de forma grosseira, tanto que, depois se descobriu empiricamente que este valor poderia ser bem maior.

O coração do mixer então é formado por 4 amp. ops.. Para implementá-lo, foi utilizado o circuito integrado TL 084 que possui internamente 4 amp. ops. de baixo ruído e de boa separação.

A figura 4.7 mostra a unidade de mistura deste protótipo.

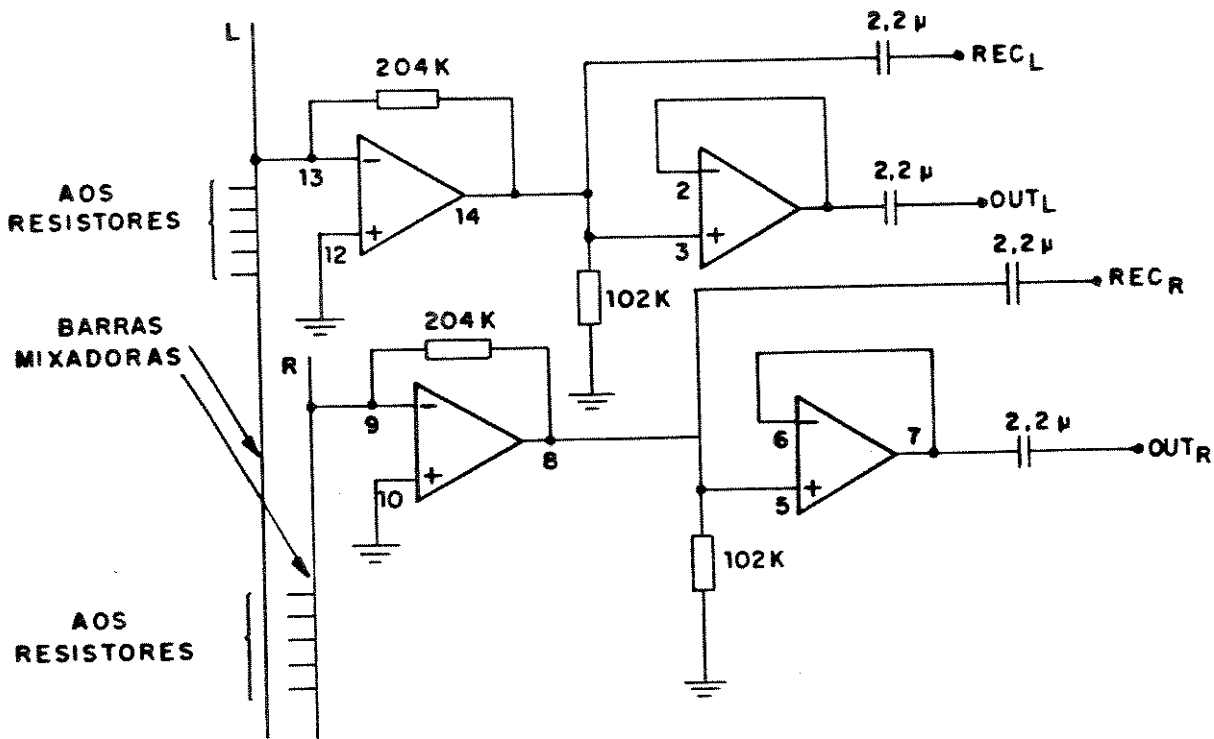


Fig 4.7 A essência do misturador

Não havendo controle panorâmico, as resistências conectadas aos barramentos L e R, referentes às entradas, foram distribuídas conforme a necessidade requerida por cada equipamento conectado. Basicamente as entradas têm características aproximadas ao que comumente é denominado de entrada de linha (*Line In*), ou seja, a impedância de entrada Z_{in} da ordem de centenas de K ohms e a máxima tensão de entrada entre 2 e 3 volts. Ver figura 4.8.

O canal 1 foi designado para o *sampler*, e como este equipamento tem saída master monofônica, foi necessário enviar o sinal para os dois lados L e R. Um único *dip switch* foi introduzido para programar o envio do sinal para o lado R. Desta forma, quando um equipamento estereo fosse conectado, o canal 2 seria utilizado para completar o casal (canal 1/lado L e canal 2/lado R). Para ambos canais foi empregado um minipotenciômetro logarítmico de 100K ohms para controle de volume (*fader*). Os

canais 3 e 4 são idênticos ao canal 2, mas enviados respectivamente para os lados L e R.

Os canais 5, 6, 7 e 8 foram projetados para os sintetizadores M1 e D70 e como cada teclado já tem seu próprio controle de volume, decidi eliminar o potenciômetro de *fader* no intuito de reduzir ao máximo o ruído e minimizar a montagem. No lugar do potenciômetro foi inserida uma resistência para terra de 487K ohms para evitar saturação, já que o valor de 2,2 microfarads do capacitor bipolar é razoavelmente grande. Posteriormente conferi que o ruído introduzido pelos minipots é praticamente desprezível, principalmente se tiverem suas carcaças aterradas (estando isentos de interferências). O mesmo procedimento utilizado para o casal de canais 3 e 4 foi adotado, ou seja, canais 5 e 7 para o lado L e canais 6 e 8 para o lado R.

No caso do *sampler* S-330 houve necessidade do controle de *fader*, pois este módulo apresenta uma relação sinal/ruído razoavelmente deteriorada quando é operado a volumes baixos. Nesta situação, um ruído característico de processamento acompanha a nota acionada (um ruído de *sampler*, porém acentuado). Então a solução foi trabalhar com o volume do módulo ao máximo e efetuar a atenuação externamente no canal do *mixer*.

Os canais 9 e 10 foram projetados para sinais de microfones pré-amplificados, ou seja, são entradas monofônicas. Desta forma, para cada entrada, o sinal é enviado para ambos lados L e R. Na verdade são entradas de Linha iguais às outras, mas com controle de volume ou *fader*.

A montagem ficou bem compacta com os componentes bem agrupados no intuito de minimizar a fiação. A placa de circuito impresso de tamanho 10 x 6 cm foi projetada para encaixar num slot onde todas as fiações das entradas e saídas foram executadas, desta forma, facilitando a manutenção. Todos os potenciômetros foram soldados na própria placa, aterrando as suas carcaças. Todos resistores empregados são de filme de metal com 1% de tolerância. Resistores de carvão tendem a ser mais ruidosos, principalmente quando empregados no elo de realimentação dos amp.ops..

Os pré-amplificadores de microfone, descritos anteriormente,

A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS

foram instalados o mais próximo possível da entrada, evitando que o sinal fraco do microfone fosse contaminado com interferências. Desta forma, foi mais prudente excluir estes prês da placa de circuito impresso, contrariando o projeto original.

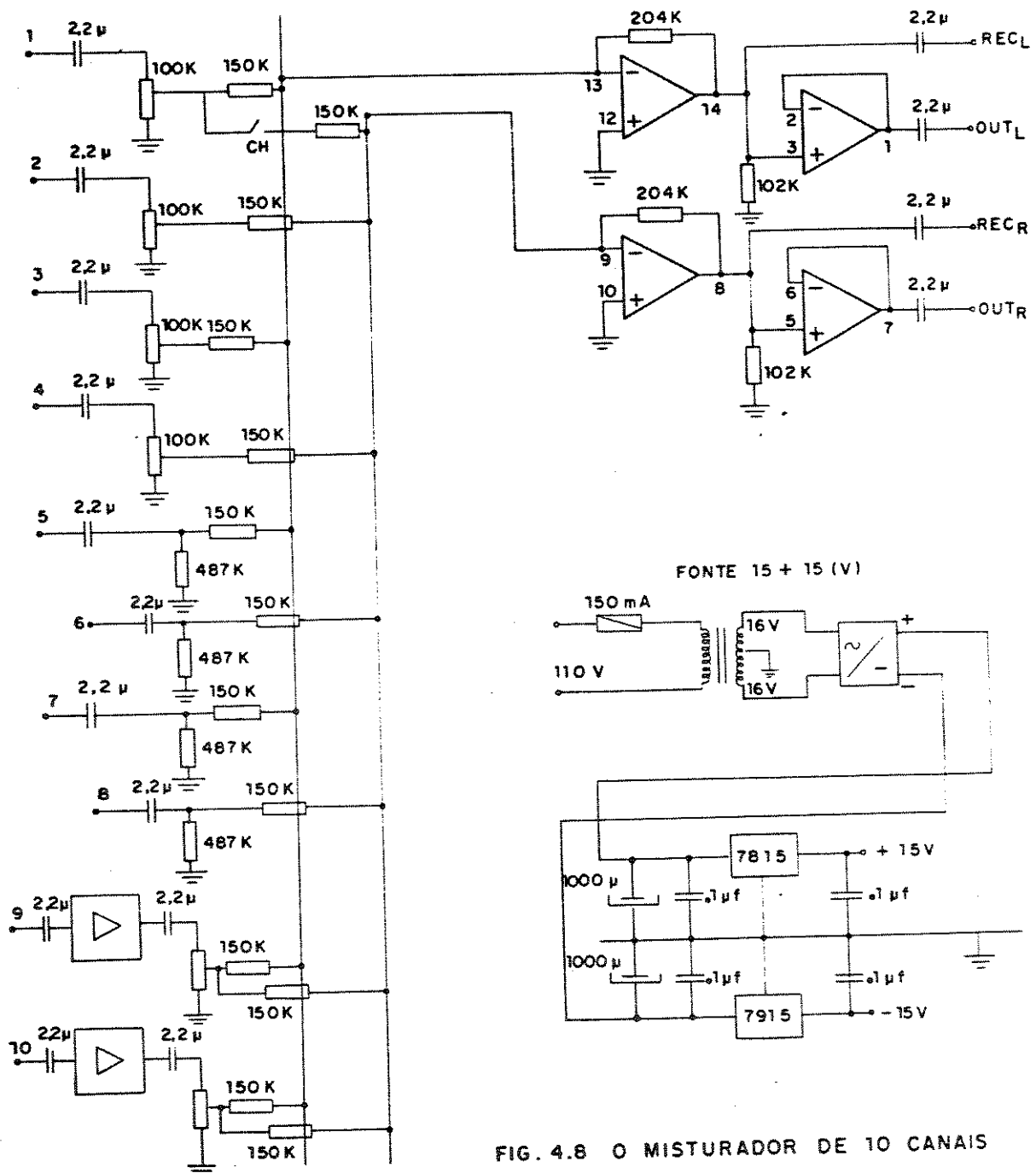


FIG. 4.8 O MISTURADOR DE 10 CANAIS

A fonte de alimentação (Vide figura 4.8) que deve ser obrigatoriamente simétrica devido aos amplificadores operacionais utilizados, é bastante simples e convencional utilizando os CIs reguladores 7815 e 7915.

A fonte de alimentação foi construída separadamente, para se evitar por completo o zumbido do transformador. É necessário um design muito bem feito da fonte para que se possa incluir o transformador na caixa do equipamento. A alimentação de +15 e -15 Volts é suprida para o mixer através de um cabo blindado estéreo evitando captação de sinal de RF e de outras interferências. Capacitores de filtro adicionais ainda foram incluídos na placa de circuito impresso. Ver abaixo a montagem final.

ESQUEMA DA BORNEIRA

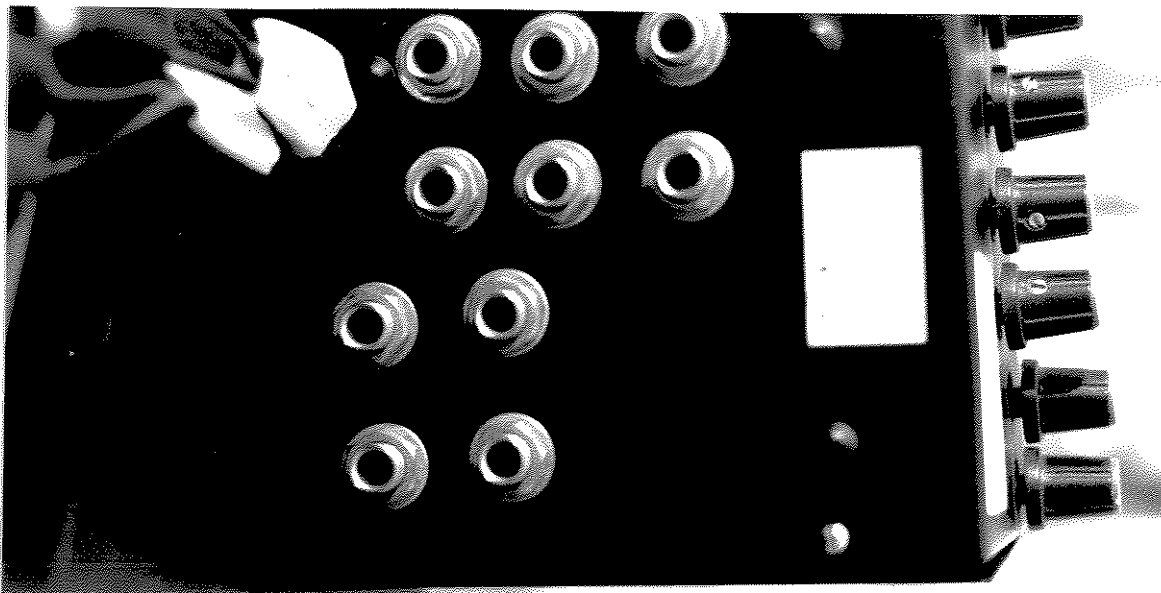
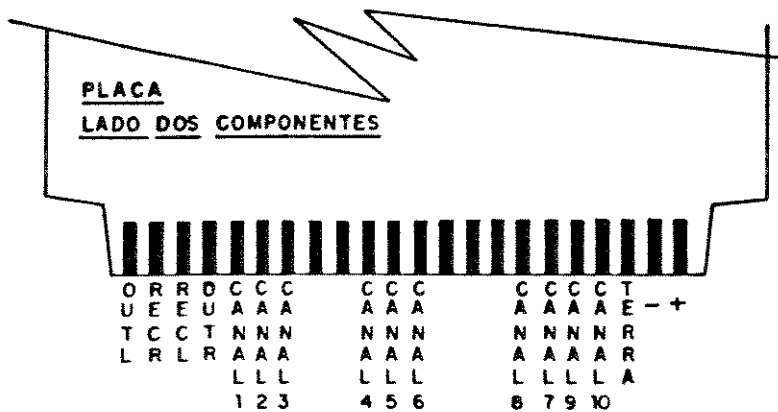


Fig. 4.9 Esquema da borneira e montagem final

A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS

Este protótipo foi utilizado no laboratório por cerca de 10 meses com bastante funcionalidade gerando alta fidelidade e baixo ruído. Entretanto, um grande inconveniente encontrado nesta montagem, devido a miniaturização empregada, foi que ela ficou leve demais e o número razoável de cabos conectados no painel trazeiro, acabava tirando o equipamento do lugar com facilidade.

Um segundo projeto foi necessário devido a alguns itens carentes no primeiro, os quais relaciono abaixo:

- 1- Número de canais insuficiente. Isto ocorre no caso de se querer utilizar as saídas opcionais dos teclados e do sampler.
- 2- Falta de controle panorâmico. Isto ocorre no caso de se querer efetuar eventuais trocas de um equipamento mono por outro stereo ou vice versa e também quando se quer ter a opção de distribuição do sinal para os lados L e R.
- 3- Falta de pelo menos uma entrada de efeitos. Isto ocorre no caso de se ter uma opção de utilização do processador de efeitos em outros equipamentos, principalmente para o sampler, além do microfone (*Chorus, Reverb, Delay, etc...*).
- 4- Falta de controles de *master* (potenciômetro deslizante da saída principal das mesas de som). Isto ocorre no caso de se querer utilizar no laboratório, um sistema amplificador que não possua um pré associado, onde está o controle de volume. Obs: Os mixers profissionais têm, na realidade, o que é comumente dito de entradas de efeitos, para que se possa aplicar um *patch* de efeitos para quaisquer instrumentos conectados simultaneamente. Mesmo que se deseje adicionar um determinado efeito a somente um dado equipamento, a entrada de efeitos nestes mixers ainda é interessante, pois vem acabar com a necessidade de trocas constantes de cabos.

Estes itens reunidos acabam apontando a necessidade de um equipamento que seja mais versátil no laboratório no que diz respeito a facilidade de operação do sistema ou eventual chegada de novos instrumentos, mesmo que analógicos. Gostaria de frizar

que este segundo projeto ainda é bastante simples, devendo algumas características aos misturadores profissionais.

Mas esta é a idéia deste trabalho, ou seja, reduzir o grau de processamento analógico [62], já que os instrumentos musicais MIDI contemporâneos têm um grande número de facilidades na sua arquitetura digital. Alguns dos itens que tornam este mixer uma unidade simplificada são:

1- Opção discreta de panorâmico.

A maioria dos teclados multitimbrais têm controle de panorâmico digital independente para cada programa ou timbre, podendo ainda ser alterado em tempo real via mensagens MIDI.

2- Ausência de estágio de ganho por canal

Sinal de saída destes instrumentos sintetizadores e baterias eletrônicas é extremamente alto, podendo ser enviado diretamente à barra misturadora. Deve-se destacar que está havendo uma tendência de se utilizar guitarras e baixos Midiados. Logo, as saídas analógicas são dos módulos sintetizadores.

3- Ausência de controles de equalização dos sinais a serem misturados.

Pode-se equalizar digitalmente, da mesma forma, todos os programas dos teclados ou *samplers*, estando completamente imune aos ruídos inerentes destes controles analógicos das mesas de som. Nos *Setups* de bateria dos teclados ou módulos normalmente existe a opção de equalização de cada peça por alteração de parâmetros, ou seja, digitalmente também. O pré-amplificador de microfone já tem uma curva de equalização aproximada que forneça uma resposta ao som da voz de forma agradável.

No segundo projeto então, a essência do misturador ficou bem parecida com o correspondente do primeiro, mas com as seguintes alterações:

1- Como todos os canais foram projetados idênticos, incluí no desenho da unidade principal de mistura os resistores da barra somadora. Nota-se os resistores numerados conforme o número de

canais que subiu de 10 para 16.

- 2- Um resistor que foi adicionado é aquele relativo ao retorno da unidade externa de efeitos.
- 3- Houve necessidade de aumentar o resistor de realimentação (ganho) de 204K para 470K ohms, pois devido ao aumento do número de canais e arquitetura dos mesmos que inclui dois potenciômetros, o sinal chegou razoavelmente reduzido à barra somadora.
- 4- Foram inseridos controles de *master* nas saídas L e R de monitoração.
- 5- Devido à utilização de um equalizador razoavelmente ruidoso entre o misturador e o amplificador, fui forçado a aumentar ainda mais os níveis dos sinais a serem misturados. Percebi que o ruído final parecia ser função da posição dos controles de *master*, aumentando conforme a abertura destes. Um aumento já esperado de nível de ruído no próprio misturador em relação ao protótipo anterior já era esperado, devido à fiação extra necessária. Desta forma, um estágio de ganho logo nas entradas permitiu que os controles de *master* na saída fossem mais fechados. Então, mais um amp. op. em configuração inversora com ganho 10 e elo de realimentação de 1M ohms foi utilizado em cada entrada.

Para a implementação deste segundo misturador foi utilizado o CI 4558 (2 amp. op. de baixíssimo ruído), implicando na confecção de uma placa com um total de 8 CIs denominada de pente de prés.

A essência deste novo misturador é mostrada na figura 4.10.

Na figura 4.11 pode-se ver a placa de circuito impresso do pente de pré-amplificadores. Gostaria de lembrar que para construção da placa mãe deste segundo protótipo de misturador não foi desenvolvido um projeto de placa de circuito impresso, sendo implementada em uma placa padrão matriz de pontos.

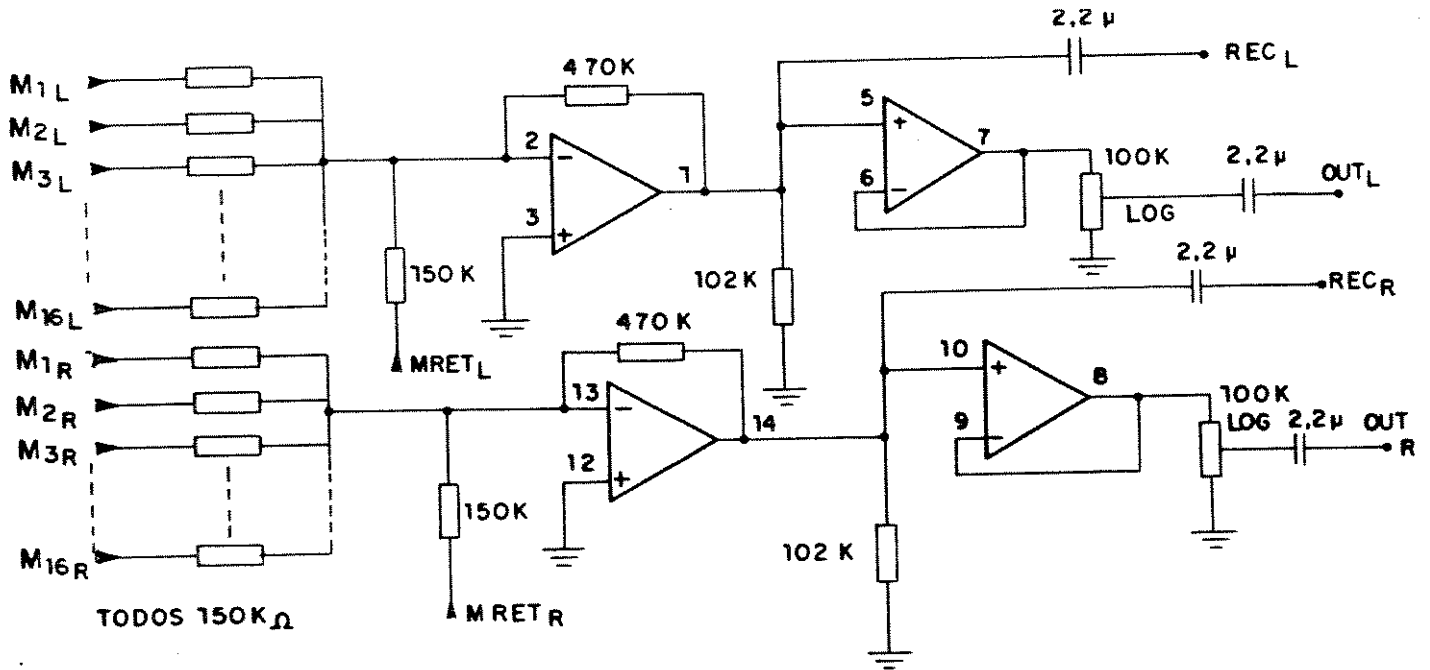


Fig. 4.10 A essência do novo misturador

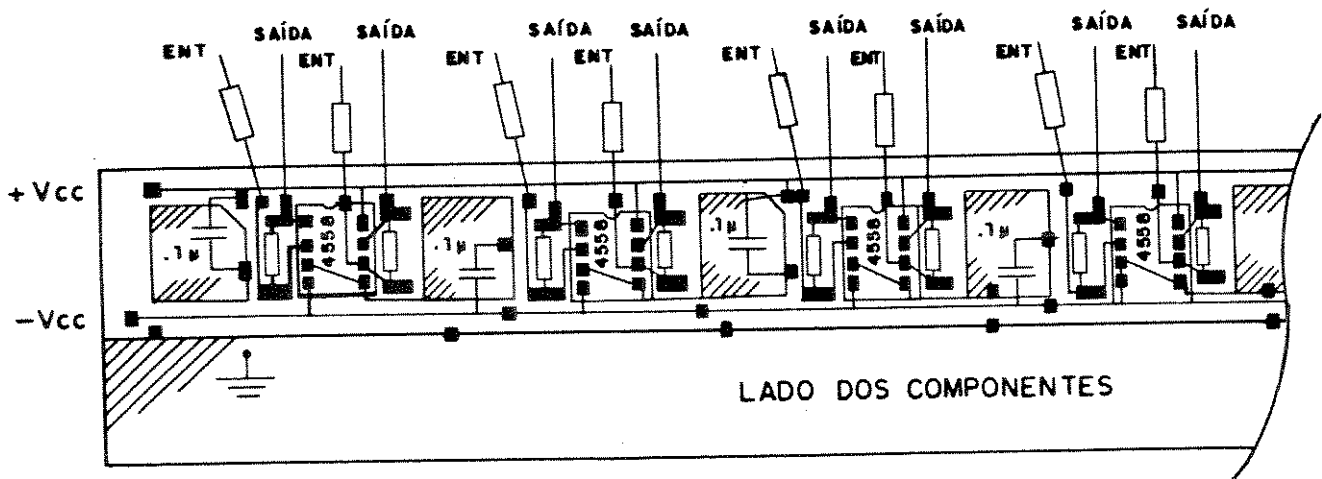


Fig. 4.11 Diagrama da placa de pré-amplificadores

Para permitir a utilização de um processador de efeitos em vários instrumentos simultaneamente, houve necessidade de se criar uma nova barra de mixagem. Parte do sinal de cada entrada é desviada em quantidade dada pelo controle de efeito do correspondente canal e enviado a cada um dos 16 resistores desta

barra de mixagem de efeitos. Um resistor de 470K ohms de realimentação é satisfatório para recuperar o nível dos sinais.

O capacitor de desacoplamento envia então o sinal mixado para uma saída no painel trazeiro que é comumente denominada de *Send*. Nesta saída deve ser conectado a entrada do processador de efeitos, que poderá receber sinais de quaisquer instrumentos conectados ao misturador. Como a maioria dos processadores de efeitos pode gerar um sinal estéreo a partir de um sinal mono, duas entradas de retorno também no painel trazeiro, denominadas *Return L* e *Return R*, aguardam os sinais das saídas L e R do processador. Cada sinal de retorno desacoplado pelo capacitor é enviado a um potenciômetro de controle de retorno que dosa o sinal total processado.

Para enviar cada sinal de volta às correspondentes barras de mixagem principais L e R em fase para que este venha a ser somado (não subtraído), àqueles sinais não processados, ainda é utilizado um outro amplificador em configuração inversor com ganho 1. O valor de 150K ohms vem casar com os demais resistores da barra de mixagem principal. Estes estágios são mostrados na figura 4.12.

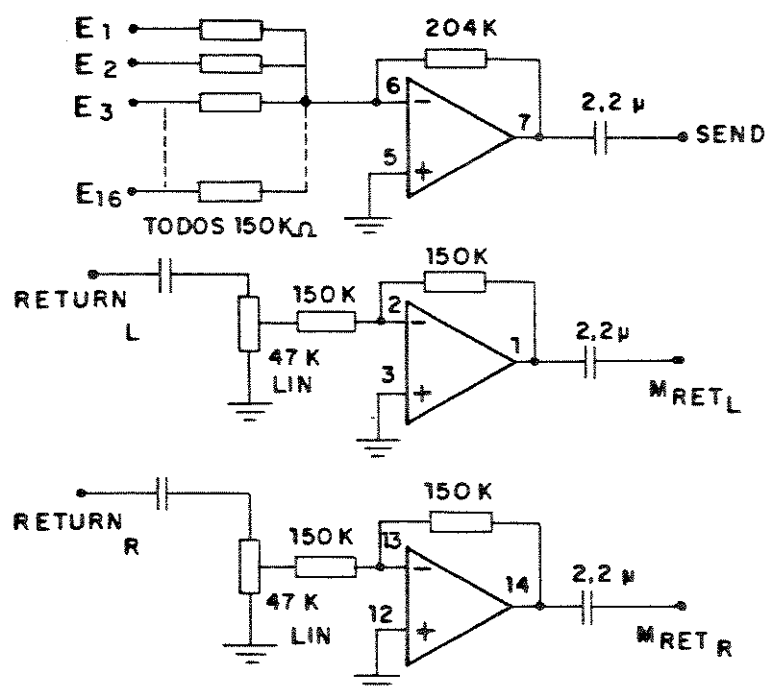


Fig. 4.12 Estágios de Send e Return

Por último então, ficou a descrição do circuito do canal, onde se encontram o potenciômetros de volume e de efeito. Idealmente, deveria se ter valores de 100K ohms Log para ambos, mas devido a dificuldade de se encontrar 32 minipots logarítmos de alta resistência no mercado, fui forçado a utilizar outro valor para o controle de efeito que viesse substituir o 100K Log com menor desvantagem possível. Entre valores de 100K e 47k ohms lineares bastante disponíveis, o valor de 47K ohms foi escolhido por ter variação menos drástica.

Pela figura 4.13 pode-se notar que o sinal após ter sido desacoplado pelo capacitor, é dosado pelo potenciômetro de volume (ou *fader*) e enviado a um *dip switch* quádruplo, onde se programará o panorâmico.

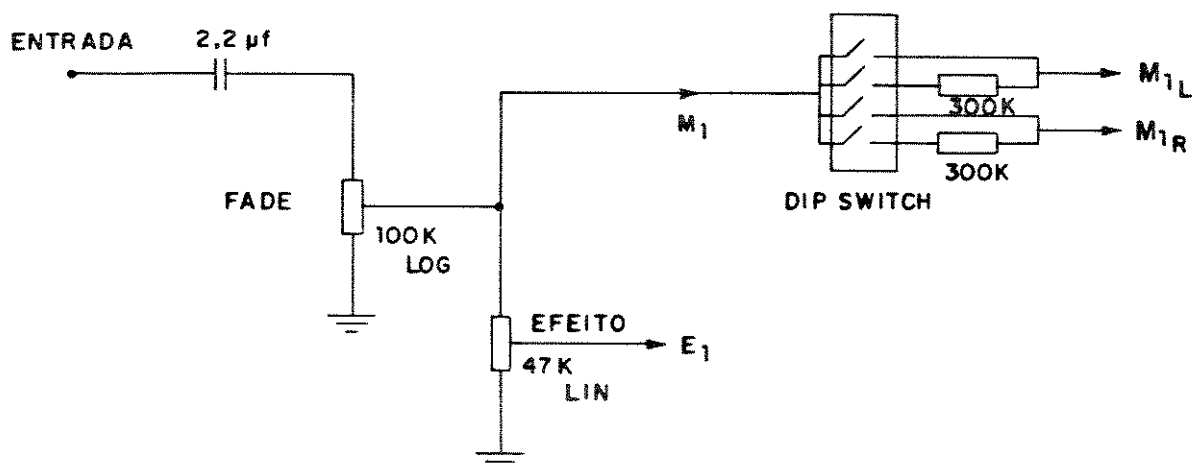


Fig. 4.13 Circuito do canal

As microchaves 1 e 2 enviam o sinal para o lado L enquanto que 3 e 4 enviam o mesmo para o lado R. Em série com 2 e 4 foram inseridos resistores de 300K ohms que permitem reduzir o sinal enviado a cerca de 25%, desta forma pode-se distribuir ponderadamente o sinal entre L e R. Obviamente, este controle poderia ter sido implementado com um potenciômetro o que permitiria um ajuste contínuo (mais adequado) e não discreto, mas esta opção teve um caráter bastante experimental. Os próprios

A CIRANDA DOS SINAIS ELETRÔNICOS

dispositivos conectados efetuam o panorâmico de forma digital.

Mas, de qualquer forma, surgiram estas opções de panorâmico:

Chaves	Opção	Panorâmico
2 1 4 3		
0 0 0 0	1	0% para lado L e 0% para lado R
0 0 0 1	2	0% para lado L e 25% para lado R
0 0 1 0	3	0% para lado L e 100% para lado R
0 0 1 1		Idem anterior
0 1 0 0	4	25% para lado L e 0% para lado R
0 1 0 1	5	25% para lado L e 25% para lado R
0 1 1 0	6	25% para lado L e 100% para lado R
0 1 1 1		Idem anterior
1 0 0 0	7	100% para lado L e 0% para lado R
1 0 0 1	8	100% para lado L e 25% para lado R
1 0 1 0	9	100% para lado L e 100% para lado R
1 0 1 1		Idem anterior
1 1 0 0		Idem opção 7
1 1 0 1		Idem opção 8
1 1 1 0		Idem opção 9
1 1 1 1		Idem anterior

Tabela 4.1 Opções de Panorâmico

O potenciômetro de 47K ohms correspondente ao controle de efeito dosa o sinal que será enviado a um dos resistores da barra mixadora de efeitos, ou seja, o resistor correspondente àquele canal. Desta forma, o sinal de um instrumento aplicado a este canal pode fazer parte de um grupo de sinais que será levado à saída *Send* para ser processado. Após ser processado, retornando pelas entradas *Return L* e *R*, é também adicionado nas barras de mixagens principais L e R. Pode-se perceber que a atuação do controle de efeito é função do controle de volume mas independe da programação do panorâmico. Então, existe a possibilidade de se ter além do sinal original, relativo a um determinado instrumento, o sinal original adicionado com o processado, ou ainda, somente o

processado. Para esta última situação, corresponde a opção 1 na tabela 4.1 de panorâmico, onde todos os *dip switches* estão em aberto (*Off*) não enviando o sinal original para qualquer lado.

Neste protótipo de *mixer*, o circuito do canal (figura 4.13) é reproduzido 16 vezes.

O misturador de áudio definitivo, desenvolvido e utilizado no laboratório, mostrou ser um equipamento bastante simples e de fácil operação e, em nenhum momento, veio comprometer este trabalho. Veja o protótipo na figura 4.14.



Fig. 4.14 Montagem final do misturador de 16 canais

PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA

CAPITULO V

PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA

5.1 Operação do Sistema

Depois de se conhecer razoavelmente a arquitetura do sistema e também a operação de cada módulo constituinte do mesmo, pode-se então iniciar uma descrição dos procedimentos básicos de operação de forma global e ainda uma explanação de diferentes técnicas de utilização, principalmente no que se refere a criação de arquivos.

O passo inicial ao se ligar o computador é carregar o programa musical que deverá gerenciar todos os dispositivos MIDI (no caso o *Voyetra SP3* ou a versão mais nova *SP Gold*).

Adotei um procedimento de primeiramente decidir quais módulos não deverão ser utilizados à priori e deixá-los desligados pelo fato de estar ciente de que todo equipamento está sujeito a aquecimento excessivo e que também pode sentir eventuais variações bruscas da rede elétrica, o que pode, quando não avariá-lo, reduzir seu tempo de vida. Apesar dos baixos consumos, ainda se leva a vantagem adicional de economia de energia.

Gostaria de frisar que de forma alguma trabalhei sob tempestade. Com a simples presença de mal tempo que originasse chuvas leves com poucas faíscas já era motivo para desligar todo o sistema e principalmente desconectar o rabicho principal da tomada. Ainda pelo fato de estar utilizando um receptor de TV como monitor, mantive por precaução somente conectar o cabo da antena quando iria utilizar o TV como receptor. Uma faísca vinda pelo cabo da antena seria fatal para todo o sistema. Devido ao preço e por conhecer a dificuldade de manutenção deste naipe de equipamentos importados no Brasil, optei por este procedimento de segurança.

Quando iniciei este trabalho estava utilizando somente o teclado *M1*, posteriormente passei a trabalhar com o módulo *sampler* e em seguida com o teclado *D70*. Os primeiros arquivos portanto foram produzidos para no máximo 8 canais MIDI (capacidade do *M1*). Com a chegada dos outros dispositivos, foi adotada uma designação de canais MIDI para cada instrumento, para evitar que se tivesse

PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA

que ajustar canais de recebimento MIDI a cada música. Adotou-se então:

Para *M1*: canais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8

Para *D70*: canais 9, 10, 11, 12, 13, e 14.

Para o *S330*: os canais restantes 15 e 16.

Utilizando-se este padrão para produção das músicas, as mesmas poderiam ser reproduzidas em sequência, como num LP. O programa *SP3* permite esta reprodução através do modo *Jukebox* (Denominação americana para as antigas máquinas de música alimentadas com moedas). Mas pode-se tirar maior proveito das capacidades destes teclados multitimbrais, fato relacionado com a arquitetura dos mesmos.

Cada equipamento deste tipo possui internamente um banco de efeitos e um conjunto de parâmetros que controla este banco. Como explicado no Apêndice B, o banco de efeitos altera de forma drástica os timbres dos instrumentos. Um mesmo timbre ou programa pode ter várias colorações, alterando-se posteriormente os efeitos a ele aplicados.

Estes teclados, quando operados na forma multitimbral, agrupam programas ou timbres que, combinados ainda com outros parâmetros, recebem uma designação de memória que pode ser endereçada. São dezenas destas memórias relativas a blocos de timbres. No *M1* são denominadas *combinations* (100 ao todo) enquanto que no *D70* são *performances* (64).

Quando se trabalha com um sequencer externo, ao se iniciar a reprodução de uma música, o sequencer (no caso o computador) dita os timbres, substituindo o grupo de timbres original de cada memória para os dois teclados. Mas inicialmente, não se tem acesso via MIDI aos outros parâmetros dos teclados, como aqueles relativos ao banco de efeitos.

Desta forma, a escolha um determinado efeito (ou conjunto de efeitos) para os grupos de timbres de cada teclado estava sendo feita de modo manual, ou seja, antes de se reproduzir um arquivo, escolheu-se uma *combination* para *M1* e uma *performance* para *D70*. Se este procedimento manual não for feito, todas as músicas serão reproduzidas com o mesmo conjunto de efeitos, o que significa um

desperdício das possibilidades dos dois teclados. Mas a designação manual de *combinations* e *performances* ainda é inconveniente dentro das possibilidades que MIDI pode oferecer.

Foi então que surgiu a idéia de se efetuar designações de *combinations* e *performances* automaticamente, ou seja, assim que a música (ou arquivo) seja carregada.

O teclado *M1* possui um canal MIDI denominado *Global* que recebendo mensagens de *Program Changes* pode designar uma *combination*. Da mesma forma, *D70* possui um canal MIDI denominado Canal de Controle de Sistema (*Control Channel*) que recebendo mensagens de *Program Changes* pode designar uma *performance*. Vale lembrar que os manuais dos teclados avisam que estes canais não podem coincidir com os canais de recebimentos de programas, o que faz bastante sentido [31] [51].

A primeira idéia que surge é que basta então além de se designar os programas ou tímbrs através dos canais 1 a 8 para *M1* e 9 a 14 para *D70*, também se designar *combinations* e *performances* através de outros dois canais 15 e 16. Adotado este procedimento, tive uma surpresa: os teclados recebiam as mensagens de tímbrs ou programas e em seguida recebiam também as mensagens de *combinations* e *performances* inserindo de volta os tímbrs pertinentes a essas *combinations* e *performances* que nada tinham a ver com a música. Um primeiro raciocínio levaria a pensar que estaria havendo um problema de corrida, ou seja, que os teclados estariam respondendo instantaneamente as mensagens de programas e eram mais lentos para responder às mensagens de *Combinations* e *performances*. Mas o ideal seria o contrário, isto é, primeiramente receber as mensagens de *combinations* e *performances* e, em seguida, as mensagens de alterações de programas.

Várias tentativas foram feitas no sentido de se contornar esse problema, inclusive contando com a participação do pessoal representante da *Voyetra* em Campinas (*Quanta Informática*). Chegamos a algumas variantes mas tive a oportunidade de descobrir depois que, na verdade, o programa sequenciador enviava as mensagens de *Program Changes* na sequência numérica dos canais MIDI, ou seja, primeiramente o canal 1, depois o canal 2 e assim

PROPOSTAS PARA CRIAÇÃO SONORA

por diante até o canal 16. Então a solução encontrada foi utilizar os dois primeiros canais MIDI para alterações de *combinations* e *performances*.

O canal 1 foi destinado a recepção de mensagens de *Program Changes* para alteração de *combinations* do *M1* (denominado canal *global*). O canal 2 foi designado à recepção de mensagens de *Program Changes* para alteração de *performances* do *D70* (denominado canal de controle). Os canais restantes ficaram assim distribuídos:

Para *M1*: os canais 3, 4, 5, 6, 7 e 8

Para *D70*: os canais 9, 10, 11, 12, 13 e 14

Para o *S-330*: os canais 15 e 16

Note que para *M1* foram reservados dois canais a menos que sua capacidade pelo fato de que a própria experiência mostrou que quando se trabalha com mais de um equipamento multitimbral pode-se tranquilamente distribuir os canais.

Pelo fato de que a combinação de pianos do *D70* com os pianos do *sampler* se mostraram bastante agradáveis, utilizei o canal MIDI 9 também nestes casos para o *S-330*. O *sampler* foi então utilizado de uma forma mais adaptativa. Devido à vasta gama de timbres dos 2 teclados e também devido a uma razoável dificuldade de amostragem de instrumentos para utilização profissional, o *sampler* esteve sendo mais utilizado para efeitos, corais, fala, amostras de síntese analógica etc (sub-utilizado de certa forma). É bom lembrar que normalmente os *samplers* não possuem internamente um banco de efeitos [14] [48] [52] [74].

A idéia de se samplear timbres de sintetizadores carregados de efeitos, com intuito de se corrigir esta deficiência, é desastrosa pois devido a técnica de alteração de *pitch* por alteração de velocidade de reprodução de amostras na maioria dos *samplers*, associada com a possível necessidade de multiamostragem, cria *patches* de instrumentos bastantes irregulares e até desafinados.

Desta forma então as amostras de instrumentos devem ser retiradas sem a presença de efeitos e posteriormente, através de um processador de efeitos externo que vai conectado ao misturador,

uma quantidade do efeito desejado ao *patch* de amostras é adicionada. O *patch* assim criado no *sampler*, já isento de maiores imperfeições, ainda ganha um colorido e uniformidade ao longo do teclado com a adição de efeitos posteriormente.

Vamos primeiramente efetuar uma descrição do procedimento básico para criação de um arquivo.

Quando se abre um arquivo para gravação da primeira trilha utilizando o *MIDI Switch Box*, escolhe-se com qual teclado deve iniciar tocando. O *D70*, por ter um maior número de oitavas e também por ser um teclado controlador, permite maior facilidade de entrada de dados. Ativado o comando *Rec* no *PC* e o canal *MIDI* no *D70* (através da tecla *MIDI Out* no *painel frontal*), deixa-se o sistema pronto para gravação.

Efetuada a designação do timbre para um primeiro canal, ou seja, timbre a ser ouvido durante a gravação, um apertar da barra de espaço no *PC* basta para iniciar a operação. Vale lembrar que um segundo toque vem parar o processo e um terceiro vem permitir a reprodução. Apesar de *MIDI* permitir a escolha do timbre posteriormente à gravação ou digitação, é bastante adequado dar oportunidade ao executor de se ouvir enquanto grava o programa (timbre) exato em que ele pensou. Fazer uma trilha para piano acústico, tendo-se que ouvir durante a gravação um timbre de violão, foge à própria concepção musical, ou seja, está se esquecendo de que o timbre do instrumento também vem permitir o músico demonstrar sua emoção.

Este processo pode ser repetido para esta trilha quantas vezes for necessário, pois uma nova gravação apaga totalmente o conteúdo anterior. Depois de gravada a primeira trilha, passando-se o cursor para uma nova trilha e refazendo-se o processo descrito anteriormente, pode-se gravar uma outra trilha ouvindo-se a primeira. Da mesma forma novamente, pode-se gravar uma terceira ouvindo-se as duas primeiras. Repetindo-se o processo, pode-se gravar uma música (*Song*) por completo. Como dito anteriormente, o software *SP3* (também o *SP gold*) permite efetuar uma série de modificações numa única trilha ou em um grupo delas.

Um detalhe bastante importante na criação de arquivos *MIDI*

(ou músicas) é definir se haverá necessidade de utilização de sincronismo, ou seja, gravar como metrônomo eletrônico. A placa MIDI utilizada é a modelo 4001 fabricada pela própria Voyetra sendo totalmente compatível com a universal 401 da empresa Roland. Esta placa possui uma saída de metrônomo (fêmea RCA) que deve ser conectada a um dos canais do mixer para que o sinal seja monitorado quando necessário. Para músicas com trilhas de bateria ou percussão é imprescindível utilizar o metrônomo, o que torna possível usufruir de toda uma gama de comandos de edição de blocos de compassos. Ver apêndice F.

Na tela panorâmica como visto, os compassos são representados por quadradinhos [69] e blocos destes quadradinhos podem ser duplicados, inseridos, deletados, etc ao longo de todo o arquivo.

Se a gravação é feita de forma não sincronizada, fica praticamente impossível se efetuar esta edição pois o andamento musical não casa com os quadradinhos. Quando se vai gravar um arquivo de um tema sem partes de ritmo, como por exemplo só piano, na minha opinião, não creio ser interessante se preocupar com sincronização pois o metrônomo nestes casos acaba forçando uma execução mecânica que acaba com toda expressão de variações do andamento. Da mesma forma, para arquivos onde partes de bateria devem entrar somente no meio da gravação como no caso de uma balada com uma introdução de somente um coro de cordas, creio ser interessante seguir esta norma, ou seja, gravar a introdução sem metrônomo e a balada de forma sincronizada. Vale lembrar que é interessante deixar para gravar a introdução por último, quando já se tem o andamento da música, pois como se sabe, MIDI e o computador permitem efetuar grande mobilidade de trechos musicais ao longo da criação de um arquivo.

Outro parâmetro que pode ser definido antes de se iniciar o arquivo é a resolução da sequência em PPQ, ou seja, partes por semínima. Normalmente o valor de 192 PPQs é bastante razoável não causando problemas de resolução, mesmo para execuções bem rápidas.

Durante o processo de criação, existe uma tendência de se experimentar variações de timbres ou combinações deles para um determinado trecho já gravado. Acredito que estas experiências têm

um lado bastante positivo pois apesar de algumas delas oferecerem resultados desastrosos, outras se mostram bastante surpreendentes.

Combinações de tímbrs tocando o mesmo fraseado podem ser produzidas dentro de várias formas, mas para evitar redesignação de canais para teclados, a maneira mais adequada é a duplicação do referido trecho para uma outra trilha e a designação de diferentes canais e diferentes programas na tela do computador. Desta forma o padrão de recebimentos de canais MIDI pelos dispositivos não precisa ser alterado.

Vale lembrar que como o *M1* não é essencialmente um teclado controlador, no modo *Combinations* ele pode oferecer impecilhos no momento da gravação. Neste caso optei por utilizar o teclado no modo *Sequencer* (apertando a tecla *Seq* no painel). Não se trata de querer reproduzir uma sequência interna do *M1*, mas utilizar uma configuração em que o mesmo possa enviar mensagens MIDI sem ressalvas. Uma das 10 memórias do sequenciador interno (não utilizado) ficou sendo utilizada como espaço de trabalho e seus parâmetros ajustados conforme à necessidade. No caso de se estar utilizando um banco de efeitos no modo *Combinations* muito diferente ou marcante, o mesmo pode ser copiado dentro deste espaço de trabalho (sequência número 9 por exemplo) para que se continue gravando as novas trilhas com o banco de efeitos escolhido originalmente.

É comum surgirem surpresas quando se trabalha dentro de uma malha MIDI, daí creio ser interessante ter fácil acesso a todos manuais dos equipamentos utilizados e ao diagrama do estúdio para eventuais análises [53].

Existem vários enfoques na operação de um laboratório MIDI e não é conveniente descrevê-los detalhadamente, sendo mais proveitosa uma discussão prática. Mas para os bastante interessados, geralmente, os manuais de softwares sequenciadores são verdadeiros dicionários de MIDI e creio que devem ser estudados mais profundamente [69].

5.2 Um Novo Laboratório

Pode-se ver na figura 5.1, o projeto de um novo laboratório com características profissionais, desta vez utilizando dois microcomputadores. O primeiro, um PC-386 [29], gerenciando as principais funções de todo o sistema, e o segundo, outro PC-386, responsável pelo processamento e armazenamento das arquivos finais (músicas), agora não mais se tratando somente de arquivos MIDI.

Com a rápida evolução tecnológica dos últimos três anos, um estúdio MIDI tem se aproximado bastante de um estúdio convencional que possibilite a gravação de qualquer fonte sonora analógica. Basicamente a diferença entre os dois está no par *gravador multipistas / mesa de som ou console*. Desta forma resolvi apresentar neste novo projeto, um estúdio convencional que passou a ser um pouco mais dispendioso. Escolhi um console de 16 canais de boa aceitação, já com característica de *muting* de canal automatizado via MIDI e com preço acessível (modelo M2516 Tascam) [64].

Um gravador *multitrack* digital de 8 pistas incluído vem permitir a gravação dos sinais analógicos dos microfones em sincronismo com um sinal SMPTE. Originalmente havia designado para este projeto o modelo TSR-8 da empresa Tascam, o gravador analógico mais utilizado nos estúdios de 8 canais, mas com o advento e queda de preço dos gravadores digitais não tive dúvida em substituí-lo por um novo modelo digital (modelo DA-88) [64].

Foi requerida uma régua de patch para facilidade de operação de troca de cabos (modelo PB 32P) [63].

Para facilidade de envio de trabalhos para emissoras de rádio e TV, um gravador cassete (modelo 112B) e outro de carretel (modelo 32) também foram especificados.

Para microfonação e utilização do Vocoder, uma das simples opções de chaves microfone/vocoder foi incluída. O D70 que ainda é um teclado extremamente poderoso, o processador de efeitos SE-50 que não deixa a desejar e o sintetizador Prophet 5 como fonte

sonora analógica foram mantidos [51] [57].

Devido aos requerimentos de maior resolução de tela para os novos softwares, o monitor RGB foi mantido somente para o *sampler*, sendo que os micros devem utilizar monitores SVGA coloridos. Vale lembrar que a solução econômica de utilização de um monitor RGB no projeto anterior se deu devido aos altos preços de um monitor colorido de alta resolução na época.

M1 foi substituído por *T1*, um instrumento mais atual com teclado de mais oitavas e de madeira, ou seja, tecla cheia. *S-330* também cedeu lugar para o *S-550*, um modelo de maior capacidade de memória e considerado barato, pois a grande novidade *S-770* ainda parece ter um preço excessivo.

Uma bateria eletrônica ainda bastante completa e com boa quantidade de amostras PCM foi incluída, a Roland R-8.

Para armazenagem digital em fita magnética, um *DAT* (*Digital Audio Tape*) também da empresa Tascam foi recomendado (modelo DA-30) [63].

Um sistema de gravação e processamento digital de áudio que realmente se tornou comercial e que apresento neste projeto é o Sistema de Gravação Digital 56K da empresa americana *Turtle Beach Systems*. Ele consiste de 3 componentes: (1) cartão processador de sinal digital 56K-PC que é uma placa de processamento de 16 bits, (2) o módulo de interfaceamento digital 56K-D o qual permite que o *DAT* converse com o computador via formatos digitais de transferência *DAT* e (3) o software de edição *SoundStage*.

O 56K-PC contém o CI Motorola *DSP56001* o qual pode processar 10,5 milhões de instruções por segundo e trabalha nas faixas de amostragem de 32, 44,1 e 48 KHz.

O 56K-D aceita os formatos *AES/EBU*, *SPDIF*, *EIAJ*, *CD/DAT*, sendo que para sincronização providencia funções e conectores *SMPTE* e *MIDI*.

O software *SoundStage* requer pelo menos um *PC-286* com 640Kbytes de memória, 12 MHz de *clock* e um *HD* de 100 Mbytes. Pode trabalhar com adaptador gráfico *VGA* e é compatível com *Mouse* ou *Trackball*.

Para o outro computador, gostaria de indicar alguns

softwares, além do tradicional software de Sequência. Para geração de acompanhamento automático com uma virtuosidade extremamente profissional o *Band-In-A-Box* versão 5.0 da empresa *PG Music* apresenta automaticidade para bateria, baixo e piano.

Utilizando padrão internacional de cifragem musical este programa contém mais de 75 estilos musicais prontos para uso, o que agiliza a criação de canções com padrões musicais populares e consequentemente vinhetas e jingles, evitando desgaste desnecessário de montagem destes padrões. Os arquivos MIDI criados são totalmente compatíveis com o Softwares sequenciadores *Voyetra* da linha *SP*, de modo que se pode importar o arquivo do *Band-In-A-Box* para o *Voyetra*. Obs: Favor não confundir este software com acompanhamentos de órgãos eletrônicos tradicionais, pois trata-se de um software extraordinariamente poderoso. Para edição de amostras em *samplers* o programa *Sample Vision* também da empresa *Turtle Beach* permite editar, gravar e recuperar sons de vários modelos de *samplers* de diversas empresas.

Ele tem tela de verificação de ondas com resolução variável, permite efetuar conversões de taxas de amostragem, expansão e compressão de tempo, distorção digital, deslocamento de *pitch*, edição de *loop* inteligente, análise de frequência em 3 dimensões com possibilidade de análise num único instante de tempo (*Browse*) e suporta a placa *Sound Blaster*. Ainda permite transferência de amostras entre vários *samplers* existentes no mercado e inclui um microsequenciador de 250 notas para verificação rápida das amostragens. Comparando os sequenciadores existentes (equipamento ou software) não tive a oportunidade de ver nada melhor que o *Voyetra SP3* (ou *SP gold*). Gostaria também de indicar o *SP Gold* que é uma versão mais atualizada que o discutido *SP3* (apêndice) e que traz um bom número de recursos a mais.

Outros dois programas *Voyetra* seriam de grande interesse dentro deste laboratório.

O primeiro é o *MIDI Express*, o qual permite o usuário compor musicalmente por interação com o microcomputador. Pode-se com este software efetuar uma série de experiências criativas manipulando-se parâmetros globais numa música, tais como, tempo,

grupo de notas, ritmo e uma série de transformadas, tornando o PC efetivamente um instrumento musical independente. Da mesma forma que no *Band-In-A-Box*, suporta Mouse e as versões de arquivos criadas estão no formato padrão MIDI e podem ser instantaneamente importadas para o programa sequenciador. Requer Windows 3.0.

O outro programa é o *Sound Factory*. Utilizando uma vasta biblioteca de funções, este software vem facilitar extremamente o desenvolvimento de sistemas MIDI permitindo então a abertura de um novo espaço para programadores. A biblioteca consiste de programas residentes denominados *APIs* (*Applications Program Interfaces*). *Sound Factory* suporta os meios de desenvolvimento *Pascal*, *C* ou *Linguagem Assembly* e também suporta uma variedade de hardware de som para PC.

Veja no apêndice A o levantamento de potência consumida por este sistema e um orçamento para implantação.

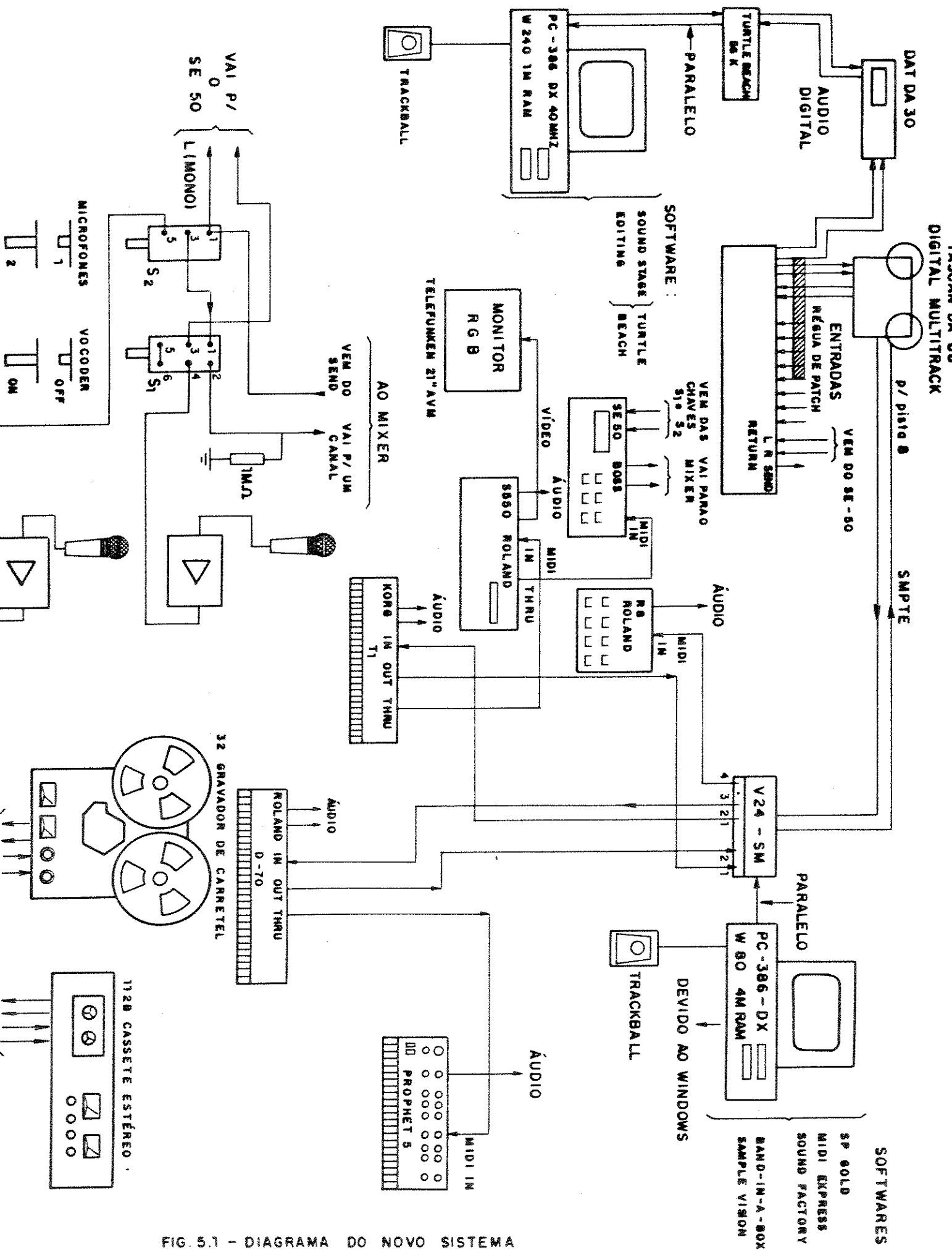


FIG. 5.1 - DIAGRAMA DO NOVO SISTEMA

EDWIN M. LOBOSCHI

CAPITULO VI

CONCLUSAO

Conclusão

Desde o início dos meus estudos sobre a música tecnológica, tive a oportunidade de encontrar várias pessoas de diversas áreas das ciências que me apresentaram inúmeras idéias interessantes ou ainda tentativas de desenvolvimento de projetos, alguns que até estiveram próximos a serem executados ou concluídos. Na grande maioria destas pesquisas, notei ao longo do tempo que havia um parâmetro bastante marcante que parecia sempre dificultar de certa forma o desenrolar destes trabalhos.

Tratava-se da necessidade de uma forma de diálogo entre todas elas. Mas como haver essa possibilidade onde cada profissional usa seu próprio dialeto (musicistas, técnicos em informática, em eletrônica, alunos, docentes, engenheiros, proprietários de equipamentos, etc.). Poderia este diálogo acontecer dentro de um território universitário?

É pertinente atualmente uma discussão a respeito da manutenção de um curso de música popular dentro da universidade, sendo está questão debatida por musicistas e pesquisadores mundiais. Da mesma forma ocorrendo com o fazer artístico musical, faz-se com relação ao fazer técnico musical. Se existe uma possibilidade realmente concreta de se criar e manter dentro da universidade um espaço técnico-artístico musical, acredito que a prioridade número 1 seria a criação de um ambiente onde este diálogo pudesse acontecer.

É neste sentido que este trabalho, num conjunto todo, mostra sua maior contribuição, proporcionando uma abertura dentro do território universitário para que os diversos profissionais possam falar uma mesma linguagem. E antes que as idéias e projetos de vários deles sejam colocados em prática, uma boa leitura a respeito da realidade do mercado é bastante significativa, no intuito de se poder escolher uma meta de trabalho que venha compactuar a criação e a aplicação.

Mas essa linguagem abrangendo simultaneamente informática,

eletrônica e música tem seus próprios termos, que na sua maioria são estrangeiros, e que em alguns casos já são aceitos na língua portuguesa. Desta forma, fica difícil procurar traduzí-los no intuito de se criar uma nomenclatura estritamente brasileira [3] [66]. Poderíamos citar, por exemplo, num diálogo sobre computadores, que nos parece estranho dizer que uma placa mãe de um PC 286 tem um relógio de 25 Mhz, quando fabricantes, usuários, analistas e técnicos se acostumaram a utilizar o vocábulo *clock*. Por este mesmo motivo pronunciar *aftertouch* no lugar de pressão monofônica ou pós-toque se tornou corriqueiro.

De uma certa forma, qualquer movimento universitário precisa saber inicialmente ouvir e entender o dialeto utilizado pelos profissionais de estúdios e por consequência se integrar. Dentro da universidade estes termos até poderiam ser cuidadosamente tratados com intuito de estarem incluídos na nossa língua. Mas para criação de um ambiente integrado propício para este diálogo, seria impressindível a implementação de um laboratório, ou seja, um ponto de convergência de todos profissionais no meio universitário interessados em pesquisar MIDI.

Meus estudos nesta área, juntamente com alguns companheiros, data de cerca de quatro anos, quando iniciei a montagem do laboratório fazendo uma pesquisa de mercado com relação a um sistema que não fosse tão dispendioso mas que estivesse atualizado.

A escolha de um microcomputador pessoal como unidade central foi devido à necessidade de um sistema que viesse oferecer uma liberdade maior de trabalho. Naquela época já havia um relativo número de softwares de apoio, indicando que a tendência era a utilização de um micro principalmente como sequenciador, no lugar de um dispositivo modular talvez mais barato mas certamente menos eclético. Utilizar um *IBM PC* ou compatível era tudo o que nós precisávamos pois, como no mundo todo, também aqui na Unicamp grande parte das pesquisas era desenvolvida com esta tecnologia. Mesmo com as afirmações de vários usuários de *Atari*, *Amiga* ou *Macintosh* que diziam que o *PC* não tinha nada de um computador musical, o mercado de placas de interfaceamento e softwares

CONCLUSÃO

dedicados a MIDI indicava o contrário [65] [74]. Fato é que para processamento de dados MIDI, primordialmente para sequência, um computador não precisava ser tão rápido ou ainda possuir uma grande memória. Sempre foi uma grande virtude de MIDI ser pouco dispendioso em termos de consumo. Então, por sorte nossa, o PC foi extremamente disseminado se tornando cada vez mais barato, poderoso e rápido.

Acertamos, mas de qualquer forma com o passar dos meses o nosso PC de 8 MHz com 30 Mbytes de disco rígido ficou sem dúvida obsoleto para novas operações musicais, como por exemplo compositor auxiliar, gerenciador de *sampler* ou gravador digital.

É interessante lembrar que nossa participação em projetos e na determinação de equipamentos sempre teve a finalidade de promover principalmente a musicalidade existente em muitos de nós.

E estando envolvidos em projetos eletrônicos e musicais nos deparamos com bits, bytes e notas musicais simultaneamente. Acabamos concluindo como é verdadeiro dizer que com o avanço da tecnologia através da informática, hoje compor músicas também passou a ser o mesmo que criar programas. Embora isso possa parecer não muito amistoso para musicistas mais conservadores, tem se disseminado no mundo todo. É importante que se tenha claro que a utilização da tecnologia na música não deve ter vínculo obrigatório com a música contemporânea, mas deve abrir horizontes para criação musical dentro de vários estilos e épocas imagináveis e sempre com muita sensibilidade e intuição.

Bibliografia

- [11] Alesis Studio Electronics
Alesis Quadraverb Plus Manual
- [12] Alles, H. G.
Music Synthesis Using Real Time Digital Techniques -
Proceedings of The IEEE April 1980
- [13] Almog, Gabriel
Dicionário de Som - Somtrês/Gradiente
- [14] Arakaki, Reginaldo / Arakaki, J. / Angerami, P. M. /
Aoki, O. L. / Salles, Djalma de S.
Fundamentos de Programação C
- [15] Archanjo, Samuel
Licções Elementares de Teoria Musical
- [16] Barden, Jr., Willian
Manual do Microcomp. Z-80 (Z-80 Microcomputer Handbook)
- [17] Bommel, H. Van.
MIDI Control Unit Q4 - Elektor Eletronics january 1989
- [18] Boom, Michael
Music Through MIDI
- [19] BOSS Corporation
Stereo Effects Processor SE 50 Manual
- [10] BOSS Corporation
8/16 Channel Stereo Mixer BX-8/16 Manual
- [11] Campos, Vanderlei / Corrêa, Lucia Helena
Bits, Bytes e Teclas compõem a partitura dos anos 90 -

Byte (edição brasileira) maio 1992

- [12] Casio Computer Co. Ltd.
CZ 3000 Cosmos Synthesizer Manual
- [13] Chamberlin, Hal
Musical Applications of Microprocessors
- [14] Chappell, Paul
Digital Sound Sampler - ETI june 1986
- [15] Chapman, C.
Vocoders, o que são, como funcionam e suas possibilidades - Elektor (edição brasileira) agosto e setembro de 1988
- [16] Ciarcia, Steve
Construa seu Próprio Computador usando o MP-Z80 (Build Your Own Z80 Computer)
- [17] Conger, Jim
C Programming for MIDI
- [18] Conger, Jim
MIDI Sequencing in C
- [19] Degen, R.
MIDI Code Generator - Elektor Eletronics april 1988
- [20] Degen, R.
MIDI Programme Changer - Elektor Electronics april 1991
- [21] Dodge, Charles / Bahn, Curtis R.
Musical Fractals - BYTE june 1986
- [22] Doepfer, D.
Universal MIDI Keyboard Interface - Elektor Electronics june 1989

- [23] Doepfer, D. / Assall C.
Sintetização Digital do Som - Elektor (edição brasileira) abril 1987

- [24] Dolson, Mark
The Phase Vocoder: A Tutorial - Computer Music Journal
10 (4) 1986

- [25] Eager, Bob
Introdução ao PC DOS (Introduction to PC DOS)

- [26] Elektor Eletronics, equipe européia de projetos
Portable MIDI Keyboard - Elektor Eletronics

- [27] Elektor Eletronics, equipe européia de projetos
MIDI-to-CV interface - Elektor Eletronics february 1991

- [28] Jayant, Nuggehally S.
Digital Coding of Speech Waveforms: PCM, DPCM, and DM Quantizers - Proceedings of The IEEE May 1974

- [29] Kelley Jr., James E.
IBM PC Dicas e Truques (PC Secrets Tips for Power Performance)

- [30] Koellreutter, H. J.
Harmonia Funcional

- [31] Korg Music Power
Music Workstation M1 Manual

- [32] Lathi, B. P.
An Introduction to Random Signals and Communication Theory

- [33] McGee, W. F. / Merkley, Paul
A Real-Time Logarithmic - Frequency Phase Vocoder - Computer Music Journal 15 (1) 1991

- [34] Midiworks, autor desconhecido
A Linguagem MIDI
- [35] Miller, Jim
Personal Composer
- [36] Moog, Robert A.
Digital Music Synthesis - BYTE 1986
- [37] Moog, Robert A.
E-mu Modular Analog Synthesizer - Keyboard January 1990
- [38] Moog, Robert A.
The Oberheim SEM Module - Keyboard December 1989
- [39] Moorer, James Anderson
*Signal Processing Aspects of Computer Music: A Survey -
Proceedings of The IEEE August 1977*
- [40] Morgan, Christopher
The Kurzweil 250 Digital Synthesizer - BYTE june 1986
- [41] National Semiconductor Corporation
C MOS Databook
- [42] Oppenheim, Alan V. / Schafer, Ronald W.
Digital Signal Processing
- [43] Penfold, R. A.
MIDI to CV Converter - ETI june 1986
- [44] Peterson, W. Wesley / E. J. Weldon, Jr.
Error-Correcting Codes
- [45] Powell, Roger
The Challenge of Music Software - BYTE june 1986
- [46] Powell, Roger / Grehan, Richard

- [47] Ratton, Miguel Balloussier
MIDI Guia Básico de Referência
- [48] Roland Corporation
Digital Sampler S 330 Manual
- [49] Roland Corporation
Guidebook for MIDI
- [50] Roland Corporation
Rhythm Composer TR 707 Manual
- [51] Roland Corporation
Super LA Synthesizer D 70 Manual
- [52] Roland Corporation
S-770 Digital Sampler - Updated Information
- [53] Scacciaferro, Joe / De Furia, Steve
The MIDI Implementation Book
- [54] Scacciaferro, Joe / De Furia, Steve
The MIDI Resource Book
- [55] Schildt, Herbert
Linguagem C: Guia do Usudrio (C Made Easy)
- [56] Scholz, Carter
*A Proposed Extension to the MIDI Specification
Concerning Tuning - Computer Music Journal 15 (1) 1991*
- [57] Sequential Circuits
Prophet 5 Synthesizer Manual
- [58] Smith, Dave
On MIDI s Early History - Keyboard February 1993

- [59] Swearingen, Donald
A MIDI Recorder - Byte 1985
- [60] Swearingen, Donald
MIDI Programming - BYTE june 1986
- [61] Swearingen, Donald
Master Tracks Pro MIDI Sequencer - BYTE november 1987
- [62] Tascam. Teac Professional Division
Are You Ready for Digital Recording? - Catalogue 1993
- [63] Tascam. Teac Professional Division
Linha de Produtos - Catálogo 1992
- [64] Tascam. Teac Professional Division
User Guide - Catalogue 1993
- [65] Thiel, David D.
Sound and the Amiga - BYTE october 1986
- [66] Tomlyn, Bo / Leonard, Steve
Electronic Music Dictionary
- [67] Vail, Mark
Sequential Circuits Prophet-5 - Keyboard February 1990
- [68] Visser, F.
O Vocoder Elektor - Elektor (edição brasileira) outubro 1988 a janeiro de 1989
- [69] Voyetra Technologies
Sequencer Plus Mark III version 3
- [70] Voyetra Technologies
V-400x Intelligent MIDI Interfaces for IBM PC/ XT/ AT and compatibles

- [71] Voyetra Technologies
*V-24s / V-24 sm Quad-Port Professional MIDI/SMPTE
Interface for the IBM PC and compatibles*
- [72] Williams, Gregg
Deluxe Music Construction Set 1.1 - BYTE july 1987
- [73] Yamaha Nippon Co., Ltd.
Digital Synthesizer DX 7 Manual
- [74] Yavelow, Christopher
Digital Sampling on the Apple Macintosh - BYTE june 1986

APÊNDICE A: INVESTIMENTO E CONSUMO

APÊNDICES

Apêndice A Previsão de Investimentos

Vamos fazer um levantamento de potência consumida para determinação de um estabilizador para o sistema, incluindo também preço de cada unidade em U\$ para o período atual (1993).

Equipamento	Preço	Consumo
BOSS, Processador de efeitos SE 50	U\$ 700	25 VA
Korg, teclado T1	U\$ 3500	20 VA
IBM ou clone, PC-386 DX 40Mhz HD 240 1M VGA	U\$ 1800	250 VA
IBM ou clone, PC-386 DX 40Mhz HD 80 4M VGA	U\$ 1600	250 VA
Lessom, Microfone SM 58 (2 unidades)	U\$ 200	**
Micrologic, Amplificador NA 1600	U\$ 450	300 VA
PG-Music, Band-In-A-Box ver 5.0	U\$ 150	**
Roland, Bateria Eletrônica R8	U\$ 1200	20 VA
Roland, Teclado D 70	U\$ 2400	20 VA
Roland, Sampler S 550	U\$ 1800	20 VA
Sequential Circuits, Prophet 5	U\$ 1300	80 VA
Tascam, console M2516	U\$ 3200	100 VA
Tascam, Gravador Cassete 112B	U\$ 800	30 VA
Tascam, Gravador DAT DA-30	U\$ 1500	30 VA
Tascam, Gravador de Carretel 32	U\$ 1800	50 VA
Tascam, Gravador multipistas digital DA-88	U\$ 4500	100 VA
Tascam, Régua de Patch PB32P	U\$ 400	**
Telefunken, TV e monitor RGB AVM	U\$ 450	150 VA
Trorion-illbruck, placas acústicas Sonex 50/75		
p/ um ambiente com área base de 3,5x3,5m		
e h = 2,9m requer aproximadamente 57 m ²		
(57 placas)	U\$ 1750	**
(29 tubos de adesivo)	U\$ 95	**
Turtle Beach Systems, Cartão 56k-PC	U\$ 1200	**
Turtle Beach Systems, Módulo 56k-D	U\$ 1000	**
Turtle Beach Systems, Software Sound Stage	U\$ 400	**

APÊNDICE A: INVESTIMENTO E CONSUMO

<i>Turtle Beach Systems, Software Sample Vision</i>	U\$ 260	**
<i>Voyetra, Placa V24-SM</i>	U\$ 545	**
<i>Voyetra, Software SP Gold</i>	U\$ 440	**
<i>Voyetra, Software MIDI Express</i>	U\$ 330	**
<i>Voyetra, Software Sound Factory</i>	U\$ 300	**

Previsão de Investimento (não incluindo estabilizador)
U\$ 34070

Potência instalada	1445 VA
Fator de demanda	0,85
Potência consumida	1228 VA
Previsão para futuras instalações	1000 VA
Estabilizador recomendado:	
Potência	3 KVA
Tensão nominal de entrada	127 V
Tensão nominal de saída	115 V
Variação da tensão de entrada admissível	+ 10%
Máxima variação da tensão de saída	3%
Distorção harmônica total (menor que)	3%
Monofásico / 60 Hz	
Ajuste da tensão de saída em torno do valor nominal	
Voltímetro indicador da tensão de saída	
Chave <i>by-pass</i>	
Transformador isolador	
Filtro de linha	

Obs:

1-É recomendado também um aterramento independente simples de 3 hastes.

2-Não foi incluído software de transcrição musical, mas para o caso de opção de projeto, recomendo o *Finale* ver. 2.0 da empresa CODA (U\$ 900)

3-Não foi incluído um par de caixas monitoras, podendo-se montar facilmente qualquer bom projeto. Gostaria de indicar os projetos da *Arlem Auto-falantes*.

Para o caso de compra, recomendo um par de caixas sony modelo SS 405 BS. (US\$ 330 o par).

4-Todas cotações foram obtidas de empresas representantes e fornecidas em valor dolar paralelo por ser comum no meio artístico/comercial.

5-O teclado *Prophet-5* não é mais fabricado pela empresa *Sequential Circuits*, somente podendo ser adquirido no mercado paralelo.

Apêndice B SE-50 Stereo Effects Processor

O SE-50 é um Processador de Efeitos estéreo equipado com uma riqueza de efeitos de alta qualidade os quais podem ser adequadamente empregados não somente para teclados como também para guitarras, baixos, microfonação, etc. Esta unidade, produzida pela empresa BOSS Corporation, é dotada de interface MIDI contendo conexões de MIDI In e MIDI Out que permitem o equipamento possibilitar uma série aplicações na performance ao vivo e, obviamente, no estúdio. O SE-50 ainda pode, via MIDI, transferir todos os seus dados de Bulk, ou seja, dados os quais são transmitidos usando mensagens exclusivas, para um sequencer MIDI ou para um outro SE-50 [9].

Todos efeitos existentes no SE-50 são combinados de algumas maneiras, como é comum nos processadores, e a estas formas de combinação se denomina algoritmos. Então, os algoritmos consistem de conjuntos os quais definem uma combinação onde os efeitos são conectados com outros efeitos em caminhos particulares. Escolhendo-se um novo algoritmo, obtém-se uma completa mudança na combinação dos efeitos usados. Além do mais, quando não se deseja um determinado efeito incluído num algoritmo, ele pode ser simplesmente desligado (*turned off*).

As frequências de amostragem dependem do algoritmo selecionado e podem ser de 48 KHz ou 32 KHz, oferecendo então, pelo teorema da amostragem [28] [39] [42] e devido a algumas perdas, respectivamente de 20 a 20 KHz e de 20 a 15 KHz de resposta em frequência. Os 16 bits dos conversores A/D e D/A garantem uma excelente resolução.

Existem 28 algoritmos no SE-50. Estes algoritmos combinam efeitos de *Reverbs*, *Delay*, *Chorus*, *Pitch Shift*, *Flanger*, *Phaser*, *Rotary*, *Overdrive/Distortion* e ainda *Vocoder* que é o que distingue o SE-50 de outros processadores digitais. Associados a estes efeitos (blocos) ainda se tem as opções de outros blocos de grande utilização tais como: *Equalizer*, *Noise Suppressor*, *Panning*,

Compressor, Line Driver, Limiter, e Enhancer (todos são discutidos neste apêndice).

Há 128 localizações de memória onde os programas ou *patches* ou ainda *profiles*, como é dito na literatura do equipamento, são armazenados. Destes 128, os últimos 28 (números 101 a 128) são *presets*, ou seja, não podem ser alterados. Estes Programas de efeitos podem ser endereçados via painel frontal, via chave de pé (*foot-switch*), e ainda o que é mais interessante, via MIDI por intermédio de um dispositivo MIDI externo (no caso do *setup* do nosso laboratório, um *sequencer* por computador).

Um Programa basicamente consiste na escolha do algoritmo, indicação de algum efeito que deva ser desligado, ajuste do conjunto de parâmetros referentes a cada efeito ou bloco, e quando for o caso, ajuste do conjunto de parâmetros de controle MIDI.

O que são esses parâmetros de controle MIDI no *SE-50* ?

São parâmetros que ajustados adequadamente possibilitam determinados Programas responder a certas mensagens MIDI tais como *Aftertouch*, *Pitch Bend*, e *Control Change* (números de controle de 0 a 31 e 64 a 95). Depois de selecionado o tipo de mensagem MIDI, faz-se necessário especificar ou relacionar qual parâmetro de determinado efeito ela irá alterar quando a mesma vier do *sequencer*.

Por exemplo, uma quantidade de pressão aplicada ao teclado (*Aftertouch*) pode diretamente alterar o volume produzido pelo *SE-50* ou alterar a dosagem de *Delay* ou de *Reverb*, ou ainda alterar a frequência do oscilador de baixa frequência (*LFO*) do *Chorus* (*Chorus Rate*) de determinado programa.

Otimizando esses recursos, pode-se também escolher uma faixa dentro da qual, valores de parâmetros (máximo e mínimo) podem mudar em resposta às mensagens MIDI. Logo que se terminar a criação ou alteração de um programa, efetua-se um procedimento simples de escrita na memória, da mesma forma como é feito nos sintetizadores.

Façamos uma descrição rápida de cada efeito:

Reverb: Efeito digital capaz de simular a reverberação acústica produzida como resultado da combinação de numerosos sons

refletidos. O caráter de uma reverberação acústica particular é determinado por alguns fatores tais como: tamanho do local, forma, tipo e quantidade de objetos (pessoas) presentes, e tipo de material que cobre as superfícies refletivas (paredes).

Basicamente existem 3 porções distintas de som que chega ao ouvido do receptor : o som direto, as primeiras reflexões (*early reflections*), e as reflexões posteriores (*late reflections*). O período de tempo em que ocorrem as *early reflections* é denominado *pre-delay*, e o período referente as *late reflections*, *reverb time*. Sabe-se também que a maneira como as frequências superiores são atenuadas está diretamente vinculada ao material que reveste as paredes do local. Existe um parâmetro eletrônico equivalente a este fator e é denominado *HF Damp*. Todos esses parâmetros inclusive outros referentes a filtros passa baixas e passa altas podem ser controlados no SE-50 nos algoritmos de *Reverb*.

Existem alguns tipos de *Reverb* existentes em processadores [1] [9] e *work stations* de vários fabricantes. São eles:

Hall: *Reverb* que simula a reverberação natural de um corredor.

Room: *Reverb* que simula a reverberação obtida dentro de uma sala.

Plate: *Reverb* que simula a reverberação produzida por uma lâmina de metal. (parece produzir um brilho metálico).

Ambience: Simula o som produzido por um microfone que está localizado distante da fonte sonora.

Gate Reverb: *Reverb* cujas raias das *late reflections* são cortadas instantaneamente antes do término do tempo de reverberação. Se o envelope de decaimento do tempo de reverberação for invertido passando a ser um envelope de ataque, passa-se a ter um *Gate Reverb Reverse*.

Ambos *Gate Reverb* somente são conseguidos eletronicamente.

Delay: Bloco de atraso com elo de realimentação controlada (parâmetro *Feedback*) que permite produzir eletronicamente eco. Se forem vários *Delays* denomina-se o algoritmo de *Multi Delay*, se

houver um único *Delay* com vários *taps*, diz-se *Multi Tap Delay*.

Chorus: Efeito produzido pela adição de parcelas de sons momentaneamente deslocados em altura (*pitch*) ao som original. Causa criação de grande números de harmônicas, o que vem adicionar grande riqueza ao som original.

Pitch Shifter: Bloco que permite instantaneamente deslocar a altura, ou seja, o espectro de frequências do som original em semitons musicais ou ainda em centésimos de semitons (ajustes finos). Ao se ter vários blocos (*Multi Pitch Shifter*), com *pitchs* localizados em semitons diferentes, pode-se criar um coro de vozes a partir de uma uníssona.

Flanger: Bloco que produz um efeito que pode ser comparado a passagem de um avião a jato decolando ou aterrizando. Este efeito é obtido ao se adicionar ao som original, o mesmo som deslocando-se no tempo. Como o algoritmo que utiliza este efeito tem 2 entradas L e R (estéreo) no *SE-50*, então basta se manter o posicionamento da imagem estéreo.

Phaser: Efeito produzido pela adição de parcelas de sons momentaneamente deslocados em fase ao som original, produzindo uma espécie de som espacial. Como o algoritmo que produz este efeito também tem entrada estéreo, produz-se o mesmo da mesma forma que o *Flanger*.

Rotary: Efeito que simula um altofalante giratório, ou ainda que é produzido por flutuações no som que ocorrem quando um altofalante está em movimento giratório. Pode existir a possibilidade de falantes rotativos para faixas de frequências baixas e altas.

Overdrive/Distortion: Bloco que permite produzir uma distorção do som. Pode ser causada, por exemplo, por ceifamento da forma de onda do sinal. Esse ceifamento proporciona criação de um grande número de harmônicas sobre o sinal original. No modo *Overdrive*, obtem-se uma distorção mais branda, característica de amplificadores valvulares. No modo *Distortion*, a distorção é mais pesada.

Equalizer: Bloco constituinte em alguns processadores que permite efetuar uma equalização digital do sinal de entrada. No

SE-50 há um equalizador de 3 bandas, onde se pode ajustar em cada uma delas, um ganho entre -12dB a +12dB. Ainda há a possibilidade de se ajustar a frequência central da faixa de atuação das frequências médias.

Noise Supressor: Também comumente denominado de *Noise Gate*, este bloco compara o nível do sinal de entrada a um valor mínimo ajustável, de modo que quando o que vem da entrada for inferior a este limite mínimo (normalmente ruído), tem-se a saída inibida (em silêncio).

Compressor: Bloco capaz de suprimir sinais de nível grande e enriquecer sinais de nível pequeno. Na verdade, este efeito é conseguido, tendo-se uma amplificação com curva de ganho não linear. Muitas vezes se faz necessário comprimir um determinado sinal no intuito de se facilitar um posterior processamento digital (diminuição do erro de resolução) ou ainda uma gravação analógica (facilidade para extração do ruído).

Line Driver: Bloco que simula a resposta de um amplificador de guitarra, cuja peculiaridade é a eliminação de dispersividades ou ruídos espúrios característicos das entradas de linha, produzindo um som mais incorporado.

Limiter: Bloco que atua no controle de sinais de nível excessivo, evitando possíveis distorções. É ajustado um valor limite, de modo que quando o sinal de entrada é superior a este, ele é suprimido na saída.

Enhancer: Bloco onde porções do sinal de entrada deslocados em fase são associados ao sinal original, produzindo um enriquecimento ou acentuação de uma faixa de frequências do espectro original. No SE-50 há possibilidade de ajuste de 2 faixas de frequência. Substituindo-se o LFO de um bloco *Phaser* por um ajuste manual de tensão, tem-se o que se denomina *Enhancer*.

O Vocoder: Resta agora então, efetuarmos a descrição deste último bloco de efeito pertencente ao SE-50. Nós nos propuzemos a relatar o Vocoder por final, pelo fato de ser esse "dispositivo" uma das invenções mais interessantes no campo de processamento de sinais sonoros.

O Vocoder (aglutinação de voice coder) ou Codificador de Voz

é um instrumento especialmente projetado para analisar e recriar por meios eletrônicos, o som da voz humana [15] [24] [33] [68].

As primeiras pesquisas em codificação de voz surgiram na década de 30 com americanos e alemães, mas somente na década de 60 um *Vocoder* da empresa *Siemens* pode ser utilizado ocasionalmente para gravações. Em 1975 um primeiro *Vocoder* compacto que pôde entrar num estúdio foi da empresa *E M S (Eletronic Music Studios)*. Não era só capaz de sintetizar a fala com altura constante e variável, mas podia também codificar literalmente qualquer som gravado com qualquer sinal de voz, pela utilização de um segundo sinal de entrada, de natureza não vocal. Com esses recursos, o dispositivo tinha a capacidade de gerar o efeito de instrumentos musicais falantes.

A razoável complexidade dos *Vocoders* é devida a algumas particularidades da fala humana. Sabe-se que os sons da fala exibem uma intensidade bastante irregular e também são extremamente ricos em harmônicas. A fala em si é composta por dois grupos principais de sons:

Sons sonoros: Produzidos pelo ar vindo dos pulmões que é forçado entre as cordas vocais situadas na traquéia, fazendo-as vibrar (provocando uma coluna de ar pulsante pelas cavidades nasal e bucal). A frequência fundamental resultante é determinada pela extensão, espessura e tensão das cordas vocais. Exemplo: vogais

Sons surdos: Produzidos pelo ar vindo dos pulmões simplesmente expelidos pela boca, não sendo forçado pelas cordas vocais. Estes são basicamente similares ao tipo de sons produzidos por um gerador de ruídos. Exemplo: "f" ou "s".

Tanto no caso dos sons surdos como sonoros, o formato das cavidades bucal e nasal determina o timbre dos sons emitidos.

Língua e lábios controlam o conteúdo harmônico da voz e ainda permitem separar vogais das consoantes. Lábios ainda desempenham importante papel em sons individualizados por suas características de amplitude dinâmica, como o ataque do "b" em "baqueta".

Conclui-se então que a voz pode ser encarada como um complexo instrumento gerador de sons, composto por um oscilador controlado em frequência e amplitude (as cordas vocais e os pulmões), um

gerador de ruído, e uma série de filtros de tonalidade (as cavidades nasal e bucal).

Vejamos uma maneira de se simular o sinal da fala. Estamos falando dos chamados vocoders de vários canais. O som das cordas vocais pode ser substituído por um oscilador, cuja forma de onda possua quantidade suficiente de harmônicas (principalmente superiores) de modo a permitir uma filtragem diferenciada. Os sons surdos são substituídos por um gerador de ruído e um circuito chaveador pode efetuar uma comutação entre estas duas fontes de sons, o que vai depender da modalidade da voz requerida. Sabendo-se que a variação contínua de parâmetros é vital para a implementação da fala articulada, nota-se a necessidade de se dispor de um sistema de filtros equalizadores, a fim de simular todas as nuances do caráter tonal da voz humana.

Um Vocoder é projetado, basicamente, para sobrepor uma série de palavras faladas a um sinal de natureza não vocal com grande número de harmônicas (por ex: *strings* de um teclado), de tal maneira que o som resultante pareça estar pronunciando aquelas palavras. Pode-se dizer então que a articulação da fala é modulada sobre um segundo sinal excitador.

Pode-se verificar na figura B.1 que o Vocoder de Vários Canais é composto por uma seção analisadora e uma outra sintetizadora. O sinal de voz é aplicado a um banco de filtros passa-faixa, que o dividem em um número de gamas de frequência estreitas e à priori, não sobrepostas. Ao se retificar e passar esses sinais por filtros passa-baixas, consegue-se uma série de envoltórias dos mesmos. São estas tensões que vão controlar a banco de filtros da seção sintetizadora, o que consiste de uma verdadeira análise temporal do sinal da fala [15].

Aplica-se também o sinal de voz a um outro circuito denominado detetor de sons surdos e sonoros. Este detetor faz amostragens contínuas do sinal de voz identificando o mesmo como surdo ou sonoro e promovendo ainda uma comutação entre dois níveis de tensão (que é o que vai permitir o chaveamento). O sinal de saída dos seguidores de envoltória são os próprios sinais de controle dos VCAs da etapa sintetizadora.

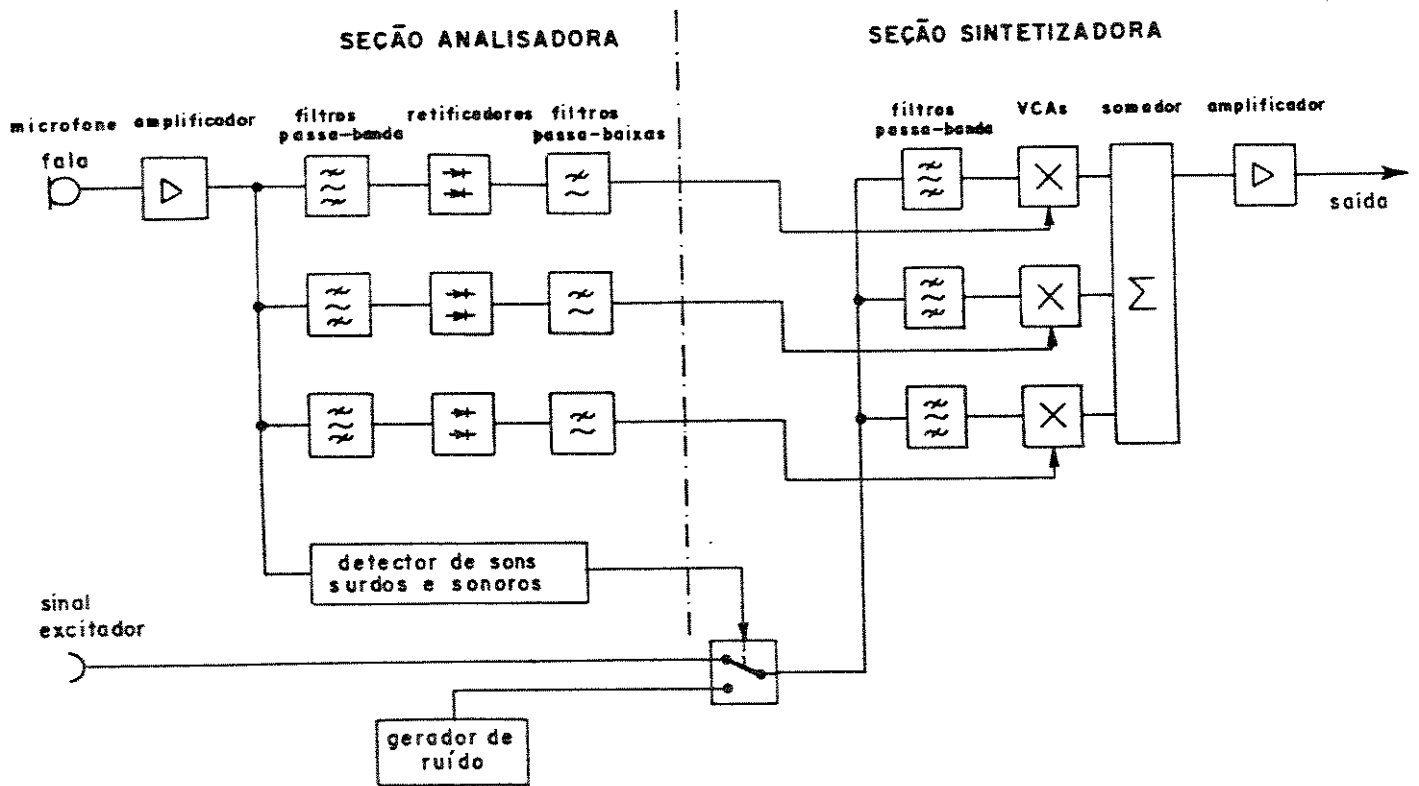


Fig. B.1 Diagrama do vocoder de vários canais

Essa outra etapa contém um número de filtros equivalente ao da primeira etapa. O sinal chaveado pelo detetor na seção sintetizadora é então enviado para todos os filtros passa-faixa onde será novamente dividido em bandas de frequência, ou seja, é analisado com a mesma quantidade de bandas de frequência do sinal de voz. Agora, as saídas de cada filtro vem sofrer variações impostas pelas tensões de controle (nos VCAs) provenientes de cada respectivo canal da seção analisadora. Tem-se como resultado o espectro do sinal de voz sobreposto ao sinal de excitação em cada canal.

Somando-se todos os canais cria-se algo que possui a voz (tímbre) do sinal excitador, (por exemplo, de um teclado) e a articulação da passagem falada. Em outras palavras, a voz humana é então substituída pela do instrumento, sendo que as nuances de articulação de fala (sotaque, dialeto, etc.) são totalmente

preservados. Vale a pena lembrar que, quanto maior o número de canais existentes no *Vocoder de Vários Canais*, melhor será a análise do sinal de voz, e a correspondente síntese, permitindo logicamente uma codificação cada vez mais perfeita.

No *SE-50* o algoritmo de *Vocoder* tem uma arquitetura tal que a entrada L recebe o sinal excitador e a entrada R, o sinal de voz.

Ainda fazem parte deste algoritmo, um bloco de *Chorus* e outro *Noise Supressor* [9].

O *Vocoder* do *SE-50* é do tipo *Vocoder de Vários Canais*, como descrito na versão analógica acima. Pode-se dizer que é um algoritmo de *Vocoder* bastante simples, por possuir apenas 7 canais e também por não estar provido de um gerador de ruído e de um detetor de sons surdos e sonoros. Neste caso, utiliza-se o artifício de se extrair os sons surdos do sinal de voz, que são ricos em altas frequências, através de um filtro passa altas. Esse sinal é então diretamente adicionado à saída com os sinais sonoros sintetizados, mas o resultado final tem um pouco a perder para a idéia original. Mas o *Vocoder* do *SE-50*, mesmo com toda sua simplicidade, pode ser utilizado em qualquer estúdio profissionalmente pois os 7 canais ainda permitem uma codificação de voz bastante inteligível e absolutamente isenta de quaisquer ruídos, devido ao supressor e também por ser um equipamento digital.

Apêndice C M1 Music Workstation

M1 é um equipamento produzido pela empresa *Korg Music Power* e é o que se poderia dizer, uma estação de trabalho (*workstation*) musical contendo um sintetizador com opção de um kit de sons de bateria, um sequenciador (*sequencer*) de 8 trilhas (*tracks*), e um banco de efeitos digitais. O sistema de síntese AI (*Advanced Integrated*) denominada pela Korg de Integrada Avançada torna possível combinar vários tipos de sons, desde sons de sintetizadores convencionais a sons amostrados (*sampleados*) e sons de bateria (*drums*) [31].

Para sons amostrados, foi utilizada uma capacidade de memória de dados PCM de 2 Mega-palavras de 16 bits (4 Megabytes) e um grupo selecionado de Multisons (*Multisounds*) foram instalados.

Multisounds são sons cujas formas de onda originais foram multisampleadas. *Multi Sampling* foi um artifício necessário criado na amostragem de instrumentos musicais devido ao fato de que a estrutura harmônica e as frequências componentes superiores (*overtones*) [39] presentes nas notas musicais mais altas ou de frequências fundamentais mais altas (*high pitched sounds*) são usualmente diferentes daquelas mais baixas (*low pitched sounds*), mesmo em um mesmo instrumento musical. *Multi Sampling* é um método para recriar estas características pela amostragem de um instrumento repetitivamente sobre uma faixa de muitas oitavas.

Para os sons de sintetizador, não somente as formas de onda *D.W.G.S.* (*Digital Waveform Generator System*), as quais são produzidas por um processo tal qual o mesmo dos sintetizadores analógicos, mas também as formas de ondas irregulares ou aperiódicas criadas pela extração de componentes de frequência não relacionadas harmonicamente [39] são partes da estrutura do M1. *D.W.G.S.* ou Sistema Gerador de Forma de Onda Digital é aquele no qual o som do instrumento é reproduzido por um processo que consiste de uma análise computacional que determina as componentes de frequência do som de um instrumento sampleado e reproduz o

mesmo pela criação de uma tabela harmônica deste, como é feito na síntese aditiva.

É possível se efetuar o processamento de quaisquer dos programas com o uso de VDFs e VDAs, ou seja, filtros e amplificadores digitais variáveis. Há 3 modos de operação quanto à reprodução de sons no M1. São eles *Program*, *Combination*, e *Sequencer*.

A palavra programa (*Program*) se refere a um timbre selecionado no equipamento dentre 100 ou 50 timbres, dependendo da opção de alocação de memória do sequencer, 4400 notas ou 7700 notas respectivamente. Neste modo ainda é possível se trabalhar com as seguintes opções: (*Single*) Síntese Única, (*Double*) Síntese Dupla ou *Kit* de Bateria.

Na primeira opção se utiliza um único conjunto *Oscilador-VDF-VDA* podendo-se reproduzir apenas um único timbre enquanto que na segunda são utilizados dois conjuntos destes, o que possibilita a reprodução de dois timbres ao mesmo tempo. Como a polifonia deste equipamento é de 16 vozes, ou seja, só é possível se reproduzir no máximo 16 notas ao mesmo tempo, na segunda opção se tem uma esperada queda da polifonia para 8 vozes. Na opção *Kit* de Bateria se tem um conjunto *Drums-VDF-VDA* onde *Drums* pode ser um dos 4 kits de Bateria existentes na arquitetura do equipamento. Existe um conjunto de 22 sons sampleados de bateria ou percussão e, em cada kit, cada som pode ser designado para qualquer tecla do teclado.

No modo Combinação (*Combination*), uma combinação de timbres deve ser selecionada entre 100 ou 50 combinações para ser reproduzida, o que vai ser função da mesma alocação de memória descrita anteriormente. Entende-se por combinação, o agrupamento de dois ou mais programas para que sejam reproduzidos simultaneamente. Existem 5 tipos de combinações: *Single*, *Layer*, *Split*, *Velocity Switch* e *Multi*, que são respectivamente: Único programa, Sobreposição de programas, Divisão de programas em Setores do teclado, Reprodução de programas de acordo com a velocidade de ataque, e Multicominação de até 8 timbres.

Em *Single*, somente um programa pode ser armazenado para ser

reproduzido.

Em *Layer*, somente dois são sobrepostos em todo o teclado.

Em *Split*, o teclado é dividido em qualquer região de modo a haver um programa inferior e outro superior.

Em *Velocity Switch*, pode-se tocar um entre dois timbres dependendo da velocidade de ataque.

Em *Multi* até 8 programas podem ser designados independentemente para quaisquer canais MIDI, faixas de reprodução no teclado, ou seja, limite máximo de velocidade de ataque para reprodução. É interessante salientar que, em *Multi*, pode-se utilizar o *M1* como um equipamento multitimbral, sendo controlado por um dispositivo externo via MIDI.

Para todos estes tipos de combinações, a polifonia é inversamente proporcional a quantidade de osciladores utilizados numa determinada combinação. Exemplo: Utilizando-se *Layer* de 2 programas com opções *Double* a polifonia cai para 4 notas.

O terceiro modo de operação é o Sequenciador (*Sequencer*). O sequenciador embutido no *M1* pode ter uma capacidade máxima (somando-se todas as músicas) de 4400 ou 7700 notas como descrito anteriormente. Tem memória para 10 músicas (*songs*) onde cada uma pode ter no máximo 8 *tracks* e cada *track* por sua vez um máximo de 250 compassos. É possível gravar em tempo real obviamente, nota por nota (*steps*), e ainda de uma terceira maneira denominada *patterns* ou modelos de compassos. Ele possui uma tabela de 32 funções onde é possível, entre outras coisas, apagar um único *track*, dar volumes independentes a cada *track*, copiar várias vezes um mesmo *pattern*, inserir outros, setar a resolução, efetuar gravação simultânea de canais MIDI, editar eventos MIDI, etc.

Fazendo-se uma rápida avaliação pode-se dizer que este sequenciador, mesmo com 7700 notas, é deficiente quando se deseja por exemplo gravar uma música de cerca de 5 minutos com uma certa quantia de arranjos, ou de controladores MIDI o que é mais dispendioso. Tivemos no laboratório uma prova deste fato, quando tentamos em vão copiar uma canção de cerca de 63 Kbytes que durava

em torno de 5,5 minutos de um sequenciador externo. (Voyetra SP3 para PC). Portanto, ele se mostra adequado apenas para gravar *jingles* ou ainda algumas vinhetas. Lembrando-se ainda que ao se completar a memória disponível haverá necessidade de se fazer uma gravação analógica de todo o material para se liberar o sequenciador para novas sequências.

A possibilidade de utilização de um cartão RAM para armazenagem de Sequências/Combinações/Programas se faz praticamente inviável tendo o cartão no Brasil um preço de U\$ 120, ou seja, quase o mesmo de uma placa MIDI simples para PC. Então, o que realmente faltou no M1 para que ele se tornasse um grande *Workstation* foi um *disk drive* de 3,5" que permitiria o salvamento de todas as sequências.

Existe uma unidade de multiefeitos digitais de dois canais embutida no M1. Ela tem uma grande variedade de tipos de efeitos que pode ser selecionada, tais como *Reverb*, *Delay*, *Chorus*, *Flanger*, *Phase Shifter*, *Distortion* e *Exciter*. É possível fazer um fino ajuste de vários parâmetros de cada efeito. Desde que dois destes efeitos podem ser designados separadamente para cada programa, combinação ou uma trilha de uma música (*song*), pode-se utilizar o efeito mais apropriado para cada tipo de reprodução.

Um conjunto de ajustes panorâmicos permite designar a cada *track* de um *song*, 4 entradas da unidade de efeitos: A, B, C, e D, com opções de ajustes intermediários percentuais (de 10 em 10%) entre A e B, tais como, 9:1, 8:2, 7:3 etc e ainda a opção C + D (5:5). A arquitetura do equipamento, conforme ilustrada na figura C.1, permite a utilização simultânea de dois efeitos que podem ser dispostos de duas formas : em cascata (operação serial), ou operação paralela. As saídas da unidade de efeitos são as próprias saídas de áudio do teclado : 1/L, 2/R, 3 e 4. Os potenciômetros digitais de panorâmico *Pan 3* e *Pan 4* permitem enviar dosagens dos sinais das entradas C e D para saídas 1/L e 2/R [31].

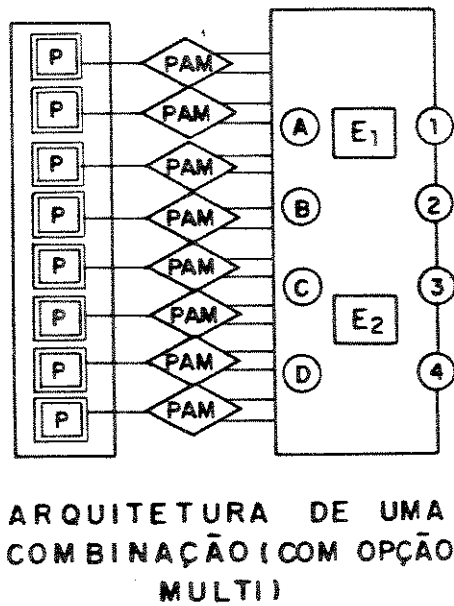
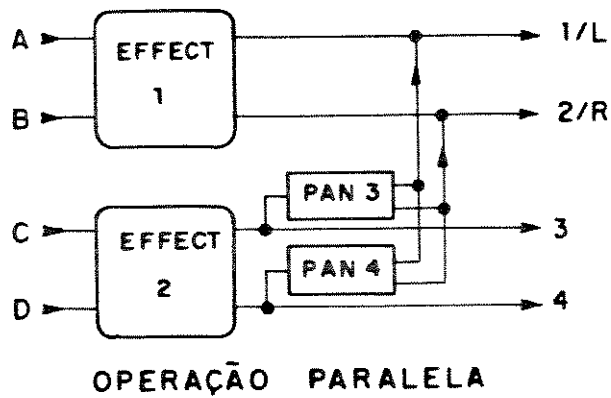
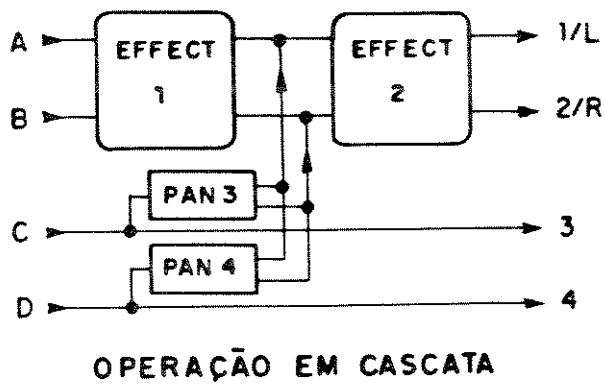


Fig. C.1 Arquitetura do M1

Apêndice D D70 Super LA Synthesizer

O D70 é um equipamento produzido pela empresa Roland Corporation e é um sintetizador multitimbral de 5 vias mais uma de ritmo. Sendo utilizado com um sequencer externo pode reproduzir sons de uma banda inteira simultaneamente, tendo uma polifonia de 30 vozes. Projetado para ser um instrumento poderoso para performace ao vivo, pode também ser utilizado otimamente como teclado controlador. O teclado tem 76 notas extremamente sensíveis a velocidade de ataque e *aftertouch*, que permite efetuar grande controle, através da dinâmica, sobre o volume e a coloração dos sons [51].

A fonte de sons é denominada pela empresa de Síntese Avançada LA (*Advanced LA*), contendo ondas multiamostradas PCM de alta qualidade de desde instrumentos acústicos a sons de sintetizador, como também fragmentos de sons da mesma forma PCM tais como ruído branco, onda dente de serra e pequenos *loops* PCM. Em adição a esses sons, um técnica denominada de Modulação de Loop Diferencial (*Differential Loop Modulation* ou *DLMD*) permite criar parciais não harmônicas [39], que não estão presentes em ondas PCM originais.

Ondas PCM adicionais podem ser adquiridas através da compra de cartões PCM opcionais.

Todas essas fontes sonoras podem ainda ser processadas por TVFs (*Time Variante Filters*) ou Filtros Digitais Variantes no Tempo que permitem ainda criar sons inteiramente novos a partir dos originais. Os TVFs podem ser de 3 modos: passa altas, passa baixas ou passa faixas; e ainda com opção de ressonância incluída.

Uma unidade digital de efeitos Chorus/Reverb embutida permite criar um profundo estéreo espacial. Apesar da denominação, o bloco Chorus admite além de 3 tipos de Chorus, também Flanger e Short Delay. Para este bloco segue-se mais um grupo de 6 parâmetros de controle para melhor adequar o efeito. Já o bloco Reverb tem a opção de Room, Hall, Gate, Delay e Cross Delay. Aqui existem mais 3 parâmetros de controle.

Quando se está editando um timbre ou *patch* pode-se designar para cada um dos 4 tones¹ (tons) deste *patch* as opções *Reverb*, *Chorus*, *Dry* e *Direct*. Será discutido posteriormente. *Dry* ou seco inibe os efeitos enquanto que a opção *Direct* envia aquele determinado tom também para as saídas opcionais do D70 (L R *Direct Out*). Estas saídas de áudio opcionais do D70, como aquelas existentes no M1, são interessantes por darem condição de se efetuar uma equalização independente para determinados timbres ou fazer com que os mesmos possam ser submetidos a um banco de efeitos externo. Um modo de saída (*Out Mode*) permite escolher entre *Pre Reverb* e *Post Reverb*, onde respectivamente o *Reverb* é aplicado depois do som ser processado pelo *Chorus* ou fica operando separadamente.

Vale dizer aqui, como é fundamental a escolha adequada do arranjo de efeitos pois como se sabe, as alterações provocadas pelos bancos de efeitos nos equipamentos musicais são drásticas.

Um display LCD com resolução gráfica de 13 x 3.5 cm providencia grande quantidade de informação para uma rápida olhada, sendo que telas mais frequentemente utilizadas tem botões dedicados para rápida recuperação.

Existem quatro modos de operação:

Modo *Play* é aquele em que basicamente o instrumento estará apto a reprodução, existindo cinco botões de função e a estes, vinculadas dez telas contendo uma série de parâmetros que permitem controlar as formas de reprodução.

Modo *PCM Card* permite a reprodução dos tons originais tanto da memória interna, como dos dois possíveis cartões *PCM* dos slots A e B. A memória interna de *PCM* está organizada em três meios, sendo que os 28 *PCMs* de bateria estão localizados no terceiro. A necessidade do acesso da lista de tons originais

¹ Deve-se entender tone ou tom como unidade básica de timbre e não deve ser confundido com tom musical ou intervalo de dois semitons. Esta é uma denominação utilizada pela Roland.

se faz quando no momento da edição de um tom, já que o primeiro parâmetro é o número do tom original.

Modo *ROM Play* permite executar uma sequência de demonstração (*demo*) de cerca de um minuto de autoria de *Eric Persing*. Não é possível obviamente alterar esta sequência, e da mesma forma ela não está disponível na saída MIDI.

Modo *Edit* possui um menu com 29 telas onde se pode definir detalhadamente parâmetros do teclado, designação das *parts*, mapeamento de controle MIDI e interno, designação para MIDI Out, naipe MIDI, banco de efeitos, parâmetros de *patches*, *tons*, *rhythm*, e *setup de sistema*.

Primeiramente vejamos como é a arquitetura do equipamento para entendermos melhor estes itens. A memória interna do D70 é organizada em *tones*, *patches*, *performances*, *user sets*, *setup de ritmo* e *setup de sistema*.

Tom (*tone*) é uma unidade de som básica com a qual um *patch* é formado. São 128 na memória interna, sendo divididos em dois bancos A e B. Na edição de um tom (telas de 14 a 18) além da escolha do PCM (tom original), pode-se optar pela utilização do DLM (secção da onda em *loop*) adotando-se os endereços inicial e final desta secção. Pode-se alterar o *pitch* em semitons ou na forma de ajuste fino, alterar o tempero do teclado (*Pitch Key Follow*), impor um envelope simplificado sobre o *pitch*, impor um envelope sobre o TVF e um outro envelope sobre o TVA (*Time Variant Amplifier*).

A técnica de construção do envelope do D70 permite através da utilização de sete parâmetros de *Attack*, *Decay*, *Sustain* e *Release*, a criação de um envelope de cinco segmentos, mais que suficiente para trabalhos de síntese. Além do ajuste tradicional de sensibilidade ao ataque, tem-se a novidade de sensibilidade ao soltar (*Release*) e ainda se tem outras designações de teclado (*Key Follows*). Uma tela de LFO permite impor um oscilador de baixa frequência ao TVA e ao TVF, onde estão vinculados uma outra série

de parâmetros tais como: forma de onda, frequência (rate), tempos de início e decaimento do LFO e ainda profundidades independentes de modulação sobre o TVA e TVF.

Toda essa quantidade de parâmetros se destina a criação de um único tom, mas é bom lembrar que a unidade normalmente disponível para reprodução não é o tom, mas sim um grupo de até quatro deles, que é denominado *patch* e que veremos agora.

Patch ou Arranjo é uma unidade de som com a qual se irá tocar. Ela consiste de um naipe de tons e um conjunto de parâmetros que determina como esse naipe irá tocar. O naipe de tons por sua vez é uma designação de quatro tons, incluindo parâmetros que determinarão como esses tons irão tocar. Essa designação é na forma de dois tons inferiores (L1 e L2) e outros dois superiores (U3 e U4).

A edição dos *patches* é feita através das telas de 8 a 13, onde se encontram parâmetros de volume, sensibilidade à velocidade, tipo de curva de resposta à velocidade (opção de 4 curvas), modo de utilização do teclado (opção de 3 modos), e ponto de divisão do teclado para o caso de um dos modos.

Os três modos são: *Layer*, *Split* e *Zone*

Em *Layer* ou camadas, o teclado inteiro responde para os quatro tons L1, L2, U3, e U4 levando em consideração os ajustes do modo velocidade e sensibilidade limite (*Velocity Mode* e *Threshold Sensibility*). É muito importante entender como estes dois parâmetros irão determinar o *patch*. Estes parâmetros determinam como a velocidade de ataque ou a dinâmica de execução irá chavear entre o primeiro e o segundo tom de cada secção (*Lower* e *Upper*), ou seja, chavear entre L1 e L2 e também entre U3 e U4.

São três as opções do *Velocity Mode*: *Normal*, *Switch* e *Mix*, sendo que elas podem ser setadas independentemente para *Lower* e *Upper*.

Em *Normal*, tanto o primeiro como o segundo tom das duas secções são reproduzidos independente da dinâmica. Pode-se então ter até quatro tons sendo

reproduzidos em um *patch* ao mesmo tempo.

Em *Switch* ou chaveado, existe um limiar de velocidade, abaixo do qual ocorre a reprodução do primeiro, e acima ocorre a do segundo. No caso de *Lower* e *Upper* estarem no modo *Switch*, no máximo dois tons podem ser reproduzidos simultaneamente em um *patch*.

Em *Threshold Sensibility* o primeiro tom sempre toca, enquanto o segundo somente o faz quando a velocidade de ataque for superior a do limiar de velocidade. Da mesma forma, estando *Lower* e *Upper* setados para este modo, para fortes ataques pode-se ter até 4 tons simultaneamente.

O segundo modo de utilização do teclado é *Split* ou divisão e neste caso o parâmetro *Split Point* é levado em consideração. Ele assume o valor de uma tecla, abaixo da qual são reproduzidos L1 e L2 enquanto que acima, U3 e U4. Vale lembrar que ainda se tem que setar o parâmetro *Velocity Mode* para *Lower* e *Upper*.

O terceiro modo é *Zone* ou zona e neste caso são determinados limites inferiores e superiores para cada L1, L2, U3 e U4 independentemente, de forma que cada tom responde dentro de uma faixa do teclado. Inclui-se aqui o parâmetro *Velocity Mode*.

Entende-se por *setup de ritmo* uma combinação de sons de bateria e percussão, ainda incluindo parâmetros que determinarão como cada peça irá tocar. São ao todo 28 PCMs ou tons originais de bateria e percussão. É bom lembrar que a partir de cada tom original de ritmo, pode-se gerar uma série de peças de bateria, através da utilização dos TVA e TVF, e endereçá-las a cada tecla do sintetizador. Muitas vezes, partindo-se de um mesmo tom, pode-se criar sons de percussão extremamente diferentes.

Cerca de 90% dos parâmetros aplicados aos tons, como descrito anteriormente, também estão disponíveis ao *setup de ritmo*, sendo aplicados independentemente para cada peça de bateria ou percussão.

Pelo exposto acima, pode-se compreender porque nos bastidores

da música eletrônica assume-se a síntese LA como extremamente poderosa.

Uma *performance* consiste de maneiras que determinarão como o D70 poderá ser executado. Essas maneiras designam cinco *patches* para as cinco vias (*parts*) existentes e também uma *part* independente de ritmo, além de determinar como estas *parts* irão tocar, determinam como a unidade de efeito será utilizada e como um naipe MIDI de saída irá conduzir dispositivos MIDI externos (vide figura C.1). São 64 *performances* organizadas em 8 bancos (1 a 8). Como o naipe MIDI engloba quatro conjuntos idênticos de parâmetros (*Lower 1 e 2 e Upper 3 e 4*), pode-se utilizar o D70 para controlar independentemente até 4 dispositivos MIDI.

Mas de que forma?

Cada vez que uma das 64 *performances* for acionada, cada seção L1, L2, U3 e U4 mandará um conjunto de mensagens MIDI para MIDI Out para quatro canais MIDI diferentes, podendo-se portanto controlar 4 dispositivos MIDI externos. Este conjunto engloba canal MIDI de transmissão, volume MIDI, transposição e mudança de programa (*program change*). Todos estes parâmetros são enviados independentemente para as quatro seções, de modo que o controle sobre os quatro dispositivos é bastante eficiente.

User Set ou grupo do usuário consiste de um agrupamento de cinco *performances* com preferência de estarem juntas, dentre quaisquer das 64 da memória interna ou das outras 64 do cartão RAM. São ao todo dez grupos de *user sets*.

Entende-se por *setup de sistema* um conjunto de parâmetros que afetarão o equipamento de forma global. As telas utilizadas para edição destes parâmetros são de números 24 a 29 e nelas pode-se alterar a afinação geral do teclado (*master tune*), designar o canal de recebimento de mensagens de *Program Change*, habilitar o recebimento de mensagens exclusivas, especificar o número da unidade (*ID*), especificar algumas funções para a chave de pé (*foot switch*), habilitar ou inibir o teclado, etc

Ainda é possível efetuar transferências de dados entre memória interna e cartão ou ainda entre memória interna e outro dispositivo MIDI [51].

Performance

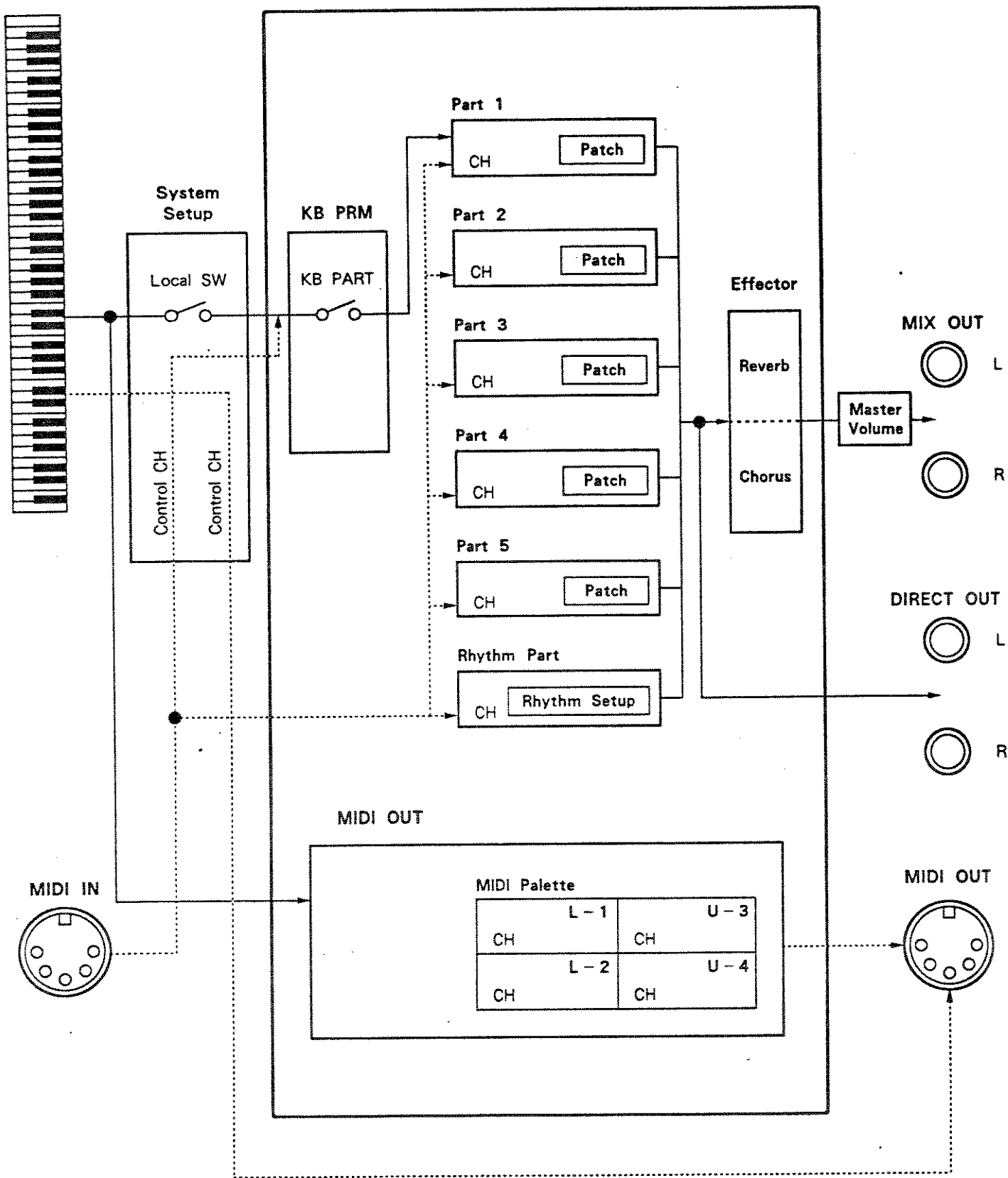


Fig. D.1 Arquitetura do D70

Apêndice E S-330 Digital Sampler

Produzido pela empresa *Roland Corporation*, o S-330 é um módulo *sampler* de 16 vozes de polifonia. Ele pode gravar quaisquer tipos de sons, ou seja, pode amostrá-los, armazená-los na memória do seu microcomputador e então reproduzi-los. Essa memória é de 512 mil palavras para armazenagem de dados de onda [48].

Trabalhando com um sistema de processamento de 16 bits, a arquitetura garante uma excelente reprodução sonora. Pode-se optar entre as frequências de amostragem de 30 e 15 KHz para um tempo máximo de amostragem de 14,4 e 28,8 segundos respectivamente. Estes tempos ficam divididos entre dois bancos de amostragem, o que significa que para uma frequência de amostragem de 30 KHz não se pode gravar os 14,4 segundos numa única amostra.

As 16 vozes de polifonia podem ser designadas para 8 saídas de áudio individuais. Os dados de onda, ou seja, os sons amostrados podem ser designados para dois conjuntos de localizações de memória: *tons (tones)* e *patches*, com um número máximo de 32 e 16 respectivamente. A combinação de uma onda com um conjunto de parâmetros de um tom forma o que é denominado de tom original. Também é possível pedir emprestado dados de onda de um tone original, efetuar alterações nos parâmetros de tom e criar o que se denomina de sub tom. Deve-se lembrar que, ao se resetar os dados de onda de um tom, também se perde aquele(s) sub tom(s) correspondente(s).

Depois de criado um grupo de tons, pode-se trabalhar com esse grupo no intuito de se criar arranjos que serão utilizados na execução (*performance*). Esses arranjos, denominados de *patches*, incluem a designação dos tons para o teclado e funções de controle de *performance*. Tons podem ser vistos como timbres presentes em faixas limitadas do teclado, enquanto que, funções de controle de *performance* por sua vez são parâmetros dos *patches*.

O S-330 gera uma tela (imagem) para monitoração sem a qual ficaria extremamente difícil a amostragem e edição. Esta tela está

disponível em dois *jacks* de saída no painel trazeiro do equipamento. Uma tela colorida com padrão TTL RGB de 200 linhas é conseguida através dos sinais de saída presentes num conector tipo RGB. Outra tela monocromática de 200 linhas está disponível por sua vez num conector de saída tipo RCA, tal qual utilizado para computadores.

Na interligação dos equipamentos são discutidos mais detalhes sobre estes sinais (vide item 4.1 O Laboratório).

Voltando à utilização do S-330, vamos relatar rapidamente os 6 modos de operação desse equipamento.

São eles: *Play*, *Edit*, *Utility*, *Function*, *MIDI* e *Disk*.

O Modo Play

Quando o equipamento é ligado e é inserido o disco de sistema, ele automaticamente entra no modo *Play* e já está pronto para receber mensagens MIDI enviadas por um dispositivo externo para tocar seus *patches*. A tela mostra 8 dos 16 possíveis *patches* existentes. Como o equipamento tem limite de 16 notas de polifonia, no caso de se exceder este número, pode-se estabelecer quais mensagens de notas serão ignoradas. A parte superior da tela indica o que é denominado de Modo de Prioridade de Voz e pode ser: *VAL*, *VAF* ou *Fixo*.

No Modo *VAL* (*Last Note Priority Auto Mode*) há prioridade das últimas notas, sendo que as mais antigas são sacrificadas, ou seja, cortadas.

No Modo *VAF* (*First Note Priority Auto Mode*) há prioridade das notas mais antigas, sendo que as mensagens de notas mais recentes são ignoradas.

No Modo *Fixo* as 16 vozes podem ser designadas (distribuídas) para 8 grupos A, B, C, D, E, F, G, e H que recebendo as mensagens MIDI devem tocar seus timbres determinados.

Há 22 possíveis distribuições que vão desde 16,0,0,0,0,0,0,0 a 2,2,2,2,2,2,2,2. Quando o número de vozes é excedido num grupo, os últimos sons são

sacrificados.

O *sampler* S-330 tem, além da saída de áudio tradicional ou saída 1, mais 7 saídas adicionais independentes. Grupos de timbres (vozes) podem ser designados para saídas específicas através do que é denominado Modo de Saída. Este modo pode ser ajustado para as opções *Out* ou *Mix*. Pode-se através do Modo de Saída, designar para cada grupo de vozes A, B, C, D, E, F, G, e H, quaisquer das 8 saídas (Modo *Out*). Pode-se também misturar os 8 grupos em uma única saída, que é a primeira obrigatoriamente (Modo *Mix*). Vale lembrar que a escolha do Modo *Out* permite através da utilização de 8 canais de uma mesa de som, equalizar independentemente cada grupo de voz ou através de um processador de efeitos, submetê-las a um grupo de efeitos.

O modo Edit

Ele permite editar todos os parâmetros para se criar um tom e também um *patch*. Através do Menu de *Edit* pode-se também:

- (1) verificar como foi feita a divisão (*split*) do teclado para um determinado *patch*, se houver esta divisão,
- (2) ajustar o *LFO* ou oscilador de baixa frequência que atuará num determinado tom,
- (3) criar curvas de até 8 passos que servirão de envelopes de controle para o filtro variante como tempo (*TVF*) e o amplificador variante com o tempo (*TVA*). Trata-se de uma possibilidade de sintetização posterior à amostragem,
- (4) copiar uma onda de um tom para outro, ou simplesmente deletar este tom,
- (5) ver a forma de onda daquele tom específico dentre as outras formas de onda do banco a que ele pertence,
- (6) efetuar um *loop* em uma amostra.

Quando um determinado som é amostrado, para reproduzi-lo basta acionar qualquer tecla que esteja dentro de uma região permitida pelo equipamento. A reprodução deverá ocorrer obedecendo a relação entre tecla acionada e tecla original de amostragem. Quando a tecla acionada é a superior a tecla original, tem-se na

saída um som deslocado em *pitch* para cima em semitons e a velocidade da reprodução da amostra aumenta conforme se distancia da tecla original para cima no teclado. Por outro lado, quando a tecla acionada é a inferior, ocorre um deslocamento em *pitch* para baixo e a velocidade de reprodução diminui conforme se distancia para baixo. Esta variação na velocidade de reprodução da amostra que é função da tecla acionada, se torna um grande inconveniente por motivos óbvios. Ao se executar um acorde de, por exemplo, 8 notas sobre uma amostra de piano, pode-se perceber perfeitamente, mantendo por certo tempo esse acorde, que as notas superiores vão terminando mais rapidamente que as inferiores, uma a uma.

A solução encontrada pelos fabricantes para tentar contornar esse problema tem sido justamente o que se denomina de *loop*. Parte da forma de onda ou dos dados de onda pode ser colocada em *loop*. O *loop* é demarcado pelos pontos de *Loop* (*Loop Point*) e um ponto final (*Final Point*), não obrigatoriamente sendo o final da amostra. A escolha adequada destes dois pontos permite a criação de um prolongamento artificial da amostra, que por sua vez, terminará conforme a nota não mais seja acionada. Então, todas aquelas notas do acorde de piano do exemplo acima terminarão ao mesmo tempo.

No S-330 existem 4 modos de *loop*:

- (1) Direto (*Forward*) onde a repetição é feita sempre do ponto de início para o ponto de fim (*inic-fim, inic-fim, etc...*).
- (2) Alternado (*Alternate*) onde a repetição se dá do ponto de início para o ponto de fim e vice-versa (*inic-fim, fim-inic, inic-fim, etc...*).
- (3) Unico (*One Shot*) onde a reprodução é única.
- (4) Reverso (*Reverse*) onde a reprodução também é única, mas a seção da onda em *loop* é invertida (*fim-inic*).

Existem pelo menos três razões para a formação de um *patch* onde o teclado esteja dividido (*split*) em vários tons.

Primeira: Pelo simples fato de se querer tocar vários instrumentos localizados em regiões distintas no teclado, em um mesmo *patch*.

Segunda: Pelo fato de que dificilmente pode-se designar uma única amostra para o teclado todo, pois dependendo da amostra, a cerca de uma oitava abaixo ou acima da tecla original começa-se a sentir que houve uma perda do conteúdo timbral, havendo então a necessidade de novas amostragens para estas regiões.

Terceira: O S-330 só responde com deslocamentos de *pitch* até exatamente duas oitavas superiores desde a tecla original.

O Modo Utility

Para ativar este modo, um programa de sistema *Utility* deve ser lido do disco de *utility*. Este modo é utilizado para amostragem e edição de formas de onda. Há dois menus para amostragem: *Wave Scope* e *Sampling*.

Em *Wave Scope*, ou extensão da onda, pode-se verificar em tempo real a forma de onda do sinal de entrada, como num osciloscópio. A entrada de sinal a ser amostrado ou visualizado é um *jack* mono para pino tipo *P-10* e está localizada no painel frontal.

Em *Sampling*, pode-se efetuar a amostragem propriamente dita.

Existem algumas técnicas de amostragem de instrumentos musicais, mas não entraremos nestes detalhes agora.

Para se samplear um som, o roteiro básico no S-330 é:

- 1- Selecionar um tom onde a amostra deverá ser escrita,
- 2- Selecionar o banco de ondas (A ou B),
- 3- Escolher a frequência de amostragem (15 ou 30 Khz no S-330),
- 4- Adotar o tempo máximo de amostragem (a 30 Khz pode ser de até 7,2 segundos por banco)
- 5- Escolher a nota (tecla original) a que se quer dar como referência àquele som, sendo que, depois da amostragem o equipamento se encarregará de definir as alterações de *pitch* em meios tons conforme o teclado.

- 6- Escolher o modo (*Manual*, *Auto* e *Pre-Trigger*) que ditará o início do processo de amostragem e quando necessário escolher o valor do *threshold* ou limiar.

Em *Manual*, o início se dá quando a tecla execute é pressionada.

Em *Auto*, o início se dá somente quando um nível mínimo de sinal de entrada é alcançado (*threshold*).

Em *Pre-Trigger*, o início se dá da mesma forma que na opção *Auto*, porém é possível se ajustar um tempo de até 100 ms de prévia amostragem antes que o limiar seja alcançado. Isso permite evitar possíveis cortes no início das formas de onda.

Quer seja via microfone ou via linha, deve-se então ajustar o nível do sinal de entrada de modo a não estar demasiadamente alto, evitando distorções, ou demasiadamente baixo, evitando baixa relação sinal/ruído.

O modo Function

Ele permite ajustar a tonalidade global (*master tune*) do equipamento, inicializar todos os parâmetros e ainda setar a utilização de uma unidade de controle externo ou mouse dedicado fabricados pela própria Roland.

O modo *MIDI* existe para que se possa setar todas as funções *MIDI*, incluindo canais que deverão ser recebidos e mensagens que devem ou não ser ignoradas. São elas: *Program Change*, *Bender* (com ajuste do *Bend Range*), *Modulation*, *Hold* (*Control Change* número 64), *Aftertouch*, e *Volume*.

É possível ajustar o número de identificação *ID* do dispositivo para uma possível transferência de dados de Sistema Exclusivo e também se pode efetuar o mapeamento de *Program Change*, ou seja, relacionar os 16 *patches* do equipamento com os números de mudanças de programa.

Mas a grande surpresa do modo *MIDI* é a possibilidade da utilização do S-330 como Monitor de Mensagens *MIDI*, onde se pode ajustar qual mensagem de canal (ou de todos eles) se quer

monitorar. Também se tem a opção de monitoração de quaisquer mensagens em tempo real. Ex: F8

Os números apresentados em vermelho são bytes de status e os números apresentados em branco são bytes de dados.

O Modo Disk

O S-330 possui uma unidade de discos de 3,5" para salvamento de todos os dados programados. São eles:

- 1- Dados de Som (dados de onda, parâmetros de tom, parâmetros de patch),
- 2- Dados de função (parâmetros dos modos *Play* e *Function*),
- 3- Dados MIDI (parâmetros do modo *MIDI*).

Também é salvo no disco o programa de sistema do S-330, sem o qual a unidade não pode trabalhar (não dá *boot*, ou seja, não carrega).

O Menu de *Disk* permite carregar e salvar separadamente quaisquer destes grupos de dados, permitindo separar tons e *patches*, efetuar uma cópia de um disco, formatar um novo, e ainda verificar os diretórios de tons e *patches* [48].

Apêndice F Sequencer Plus Mark 3

O *Sequencer Plus Mark 3* é um programa desenvolvido pela empresa *Voyetra Technologies* para computadores da família *IBM PC*. Utilizado por compositores, arranjadores, produtores, proprietários de estúdios, ou apenas músicos, internacionalmente, ele é considerado um dos mais poderosos programas MIDI. O *SP3* reúne basicamente 4 funções: Sequenciador (*Sequencer*), Organizador de Malha (*Network Organizer*), Biblioteca Universal (*Universal Librarian*) e Analizador MIDI (*MIDI Data Analyser*) [69].

F.1 O Sequencer

O *Sequencer* permite gravar um número de até 3000 de trilhas (*tracks*), ou seja, praticamente infinito para aplicações diversas. Designando-se um instrumento por *track*, uma música (arquivo) pode ser gravada em tempo real via teclado musical, por passos (*step time*), via teclado do computador ou ainda via *mouse*. Os métodos podem ser combinados para melhor realizar qualquer performance.

Basicamente, além da tela de arquivos, existem 4 telas de trabalho: Principal (*Main Screen*), Panorâmica (*View Screen*), Edição de Nota (*Note Edit Screen*) e ainda, Edição MIDI (*MIDI Edit Screen*).

A tela Principal traz uma lista de *tracks* para os quais são atribuídos nomes, tendo-se para cada um deles a possibilidade de:

- (a) Designar canal MIDI onde se deseja gravar ou reproduzir.
- (b) Designar o número do programa do dispositivo MIDI que corresponde ao timbre que se quer utilizar.
- (c) Transposição para a tonalidade musical desejada.
- (d) Quantização do tempo de início de todas notas para um valor correspondente a duração de uma nota musical adotada (correção de erros).

- (e) Efetuar o *loop* do *track*.
- (f) Solar um *track*.
- (g) Silenciar o *track* (*Mute*).
- (h) Atrasar ou adiantar a reprodução do referido *track* em relação a todos os outros (*Offset*).
- (i) Associar o *track* a um grupo de outros (*Sub-groups*), permitindo uma reprodução independente de cada grupo num mesmo arquivo.

A tela Panorâmica providencia uma vista de 72 compassos de até 55 *tracks* (no modo Super VGA) ou no mínimo 16 *tracks* (no CGA), tendo-se a possibilidade de:

- (a) Gravar a partir de qualquer ponto (compasso) da música.
- (b) Gravar trechos de um *track*, designando pontos de início e fim (*Punch In* e *Punch Out*).
- (c) Armazenar secções de uma música em *buffers* para incluí-las em outros pontos da mesma ou de outras músicas.
- (d) Movimento de blocos que permite adicionar, deletar, copiar, inserir, e ainda permutar secções de *tracks* múltiplos ativando-se uma área retangular.
- (e) Ativação de *track* de tempo onde se grava mudanças de velocidade de reprodução de uma música.

A tela de Edição de Nota permite se ver e modificar os dados MIDI de cada nota, incluindo:

- (a) Edição de tempo de início, duração, altura e velocidades de *Note On/Off*.
- (b) Inserção de notas.
- (c) Retirada de notas indesejadas.
- (d) Reprodução sonora da nota a ser editada (*Note Trigger*).
- (e) Visão completa de um compasso com destaque para nota a ser editada.

A tela de Edição MIDI permite se verificar, modificar e inserir dados MIDI independentes de notas, incluindo:

(a) Acessar, entre várias funções, *Pitch Bends*, *Program Changes*, *Controllers* e *Aftertouch* em cada *track*.

(b) Procurar por tipos específicos de dados MIDI.

A tela de Arquivos permite salvar e carregar músicas (*Songs*), bancos de patches de instrumentos e *Setups*, incluindo:

(a) Listagem de arquivos em ordem alfabética com dados de tamanho, data e hora em que foram criados ou alterados.

(b) Comando *Path* (caminho) que providencia suporte de subdiretório de disco rígido.

(c) Modo de reprodução automática ou sequenciada das músicas (*Jukebox*).

(d) Aceitação de formatos de arquivos MIDI 0 e 1 (salva e carrega) e 2 (carrega).

(e) Salvamento dos arquivos nos formatos *Personal Composer* e *Copyist* para transcrição dentro da notação musical.

Existem várias janelas (*windows*) com funções bastante diversificadas. Entre elas estão as janelas de Transformações, Modos e Tonalidades, Monitoração de Compasso, Reprodução de Faixa, Dublagem, Opções, Sincronismo e Configuração.

A Janela de Transformações (*Transforms*) permite aplicar vários algoritmos a uma faixa designada de trilhas e compassos. As transformações estão agrupadas em 5 categorias: Tempo, Altura (*Pitch*), Velocidade, Divisão (*Split*) e Aleatórias (*Random/Misc*). Muitas transformações são aplicadas sob uma certa eficiência ao se adotar um valor porcentual entre 0 a 100%.

A Janela de Tonalidades e Modos (*Keysig*) foi criada para ser utilizada com a transformação de *Pitch Harmônica*. Um trecho designado pode ser transposto e reproduzido conforme a tonalidade e modo de *Keysig*.

A Janela de Monitoração de Compasso (*Bar Monitor*) mostra em caracteres gigantes compasso/batida e o tempo SMPTE

decorridos.

A Janela de *Punch-in* permite efetuar marcas inicial e final de trecho a ser dublado.

A Janela de Opções providencia controle direto sobre a interface MIDI incluindo status de metrônomo, reconhecimento de canais MIDI de entrada, marcas de tempo, filtro de controladores, status da transmissão de programas MIDI, designação da fonte de *clock* (interno ou externo) e razão de *clock* externo etc...

A Janela de Configuração ajusta valores iniciais (*default*) para caminho (*path*) do diretório, tamanho da Janela de Edição, presença ou não do *help* básico e formato da tela de transposição.

F.2 Biblioteca Universal/Organizador de Malha

São basicamente duas telas: Tela de *Setup* e Tela do Arranjador de Banco (*Bank Arranger*).

Define-se banco como o conjunto de tîmbres ou programas ou ainda *patches*, dependendo do equipamento ou fabricante. Pode-se ainda dizer que o banco do instrumento é a memória designada para armazenagem de tîmbres. Pode-se criar então no PC vários bancos para cada instrumento. Ao conjunto de bancos denomina-se Biblioteca Universal.

A um grupo de instrumentos interligados via MIDI denomina-se malha.

Um *Setup* é uma representação dos *patches* e parâmetros MIDI para dispositivos MIDI dentro de uma malha.

No *Voyetra SP3* a Tela do Arranjador de Banco acessa a Biblioteca Universal para transferência e estoque de bancos. Como cada dispositivo MIDI tem sua arquitetura própria, a empresa desenvolveu pequenas sub-rotinas para mais de 100 equipamentos comerciais de diversos fabricantes (diz-se que o programa tem suporte para uma lista de equipamentos). Bancos de *patches* podem ser transmitidos do disco do PC para o dispositivo MIDI ou

inversamente para o PC, sendo reformulados e novamente armazenados em disco. Em um banco, cada programa pode ser denominado com até 32 caracteres.

Um comando *Trigger-Note* permite ouvir instantaneamente, utilizando o teclado do PC, cada programa destacado pelo cursor. Descendo-se o cursor pode-se então ouvir todos tímbrs do banco.

No SP3 a Tela de *Setup* permite controlar o Organizador de Malha que adequará todos dispositivos MIDI num sistema. Um *Setup* pode organizar até 32 dispositivos, cada um com seu próprio canal MIDI, nome de programa, modo mono/polifônico, números de programas e bancos. *Setups* são armazenados em disco e podem ser transmitidos para malha com um apertar de tecla ou automaticamente quando um arquivo (*song*) for carregado.

Analizador de Dados MIDI

O Analizador é um programa que permite ouvir as conversações entre os instrumentos MIDI através da monitoração das mensagens que são enviadas. Ele é bastante interessante para se poder entender detalhadamente todo o protocolo e principalmente, numa malha um tanto complexa, descobrir eventuais erros.

Existem 3 diferentes formatos de telas: Tela *Grade* (*Grid*), Tela *Bulk* e a Tela *Formatada* (*Formatted Trace*).

A Tela *Grid* mostra os dados MIDI na forma de matriz, onde nas linhas se tem os tipos de dados e nas colunas os 16 canais MIDI.

Mensagens de 3 bytes são vistas utilizando as teclas *Up*, *Dn*, + e - do PC. As mensagens em tempo real são mostradas por um contador indicando a posição corrente, enquanto que dados específicos não ligados a canal aparecem no fundo da tela.

A Tela *Bulk* dispõe os dados MIDI de forma densa em um movimento rápido. Conforme são transmitidos, vão sendo encaixados os mais recentes e os antigos desaparecendo. É uma boa maneira de se diagnosticar erros rapidamente.

Nesta tela os bytes de status são destacados dos bytes de dados.

A Tela Formatada providencia uma tradução para o Inglês de cada comando enviado facilitando a compreensão do que está acontecendo [69].