Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Equalização de Sinais de Áudio

Aluno: Fábio Wanderley Janhan Sousa
Curso: Eletrônica
Professor Orientador: Israel Gutemberg Alves

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Equalização de

Sinais de Áudio

Fábio Wanderley Janhan Sousa
2004
Belo Horizonte

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO.....11
2. A EQUALIZAÇÃO DE SINAIS DE ÁUDIO.....13
2.1. Conceito de equalização.....13
2.2. Fundamentos básicos.....13
2.2.1. As ondas e suas classificações.....13
2.2.2. Ondas sonoras.....17
2.2.3. Faixa de freqüência audível.....17
2.2.4. Batimentos de freqüência.....20
3. TRANSDUTORES DE SINAIS DE ÁUDIO.....21
3.1. Conceito.....21
3.2. Tipos e aplicações.....21
3.3. Importância dos transdutores na equalização.....22
4. MESAS DE MIXAGEM........23
4.1. Conceito e estrutura.....23
4.2. A equalização dos canais.....25
4.3. Mesas analógicas X mesas digitais.....26
4.4. Problemas e soluções de mixagem.....28
5. A EQUALIZAÇÃO E OS EQUALIZADORES.....30
5.1. Processos de equalização.....30
5.2. Filtros: tipos, características e limitações.....30
5.3. Equalizadores gráficos.....32
5.4. O Ultracurve.....35
5.4.1. Introdução.....35
5.4.2. Elementos Operacionais.....37
5.4.3. Operação.....38
5.4.4. Modo EQ e Feedback Destroyer.....38
5.4.5. Modo RTA - analisador em tempo real.....40
5.4.6. Função Auto EQ.....41
5.4.7. O software.....42
5.4.8. A instalação e aplicações.....44
5.5. Recomendações técnicas.....45
6. CONCLUSÃO.....47
7. ANEXOS.....47
8. BIBLIOGRAFIA.....49

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E FOTOS:

FIG.1 - Onda longitudinal ou de compressão..... 13
FIG.2 - Onda transversal.....14
FIG.3 - Interferência construtiva.....15
FIG.4 - Interferência destrutiva.....15
FIG.5 - Interferência construtiva - visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).....15
FIG.6 - Interferência destrutiva - visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).....15
FIG.7 - Interferência parcial – visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).....16
FIG.8 - Harmônico 1.....16
FIG.9 - Harmônico 2.....16
FIG.10 - Harmônico 3.....17
FIG.11 - Som produzido por um alto-falante..... 17
FIG.12 - Gamas ou escalas musicais de Zarlin (modelo acidental).....18
FIG.13 - Relação entre as freqüências das notas musicais.....19
FIG.14 - Somatório das freqüências que formam um timbre..... 19
FIG.15 - Batimento de ondas..... 20
FIG.16 - Batimento em ondas produzidas por dois diapasões..... 20
FIG.17 - Especificações técnicas do microfone SM-58 da Shure.....22
FIG.18 - Exemplo de mixer..... 23
FIG.19 - Atuação dos controles de EQ..... 24
FIG.20 - Exemplo de processo de envio-retorno de efeito..... 25
FIG.21 - Controles dos canais de saída do Mixer Yamaha GA3212..... 27
FIG.22 - Diagrama de um canal de entrada estéreo do Mixer Yamaha GA3212..... 29
FIG.23 - Atuação do filtro peaking..... 30
FIG.24 - Atuação do filtro shelving agudos.....31
FIG.25 - Atuação do filtro shelving graves.....31
FIG.26 - Atuação do filtro semiparamétrico em diversas freqüências centrais.....31
FIG.27 - Atuação do filtro paramétrico com um pequeno valor de Q sobre determinada freqüência..... 32
FIG.28 - Divisão das oitavas nas bandas, feita pelos equalizadores gráficos mais comuns.....32
FIG.29 - Gráfico da curva de ganho característica de filtros com Q-constante.....33
FIG.30 - Gráfico da curva de ganho característica de filtros com Q-variável.....34
FIG.31 - Equalizador Gráfico com um Q fixo de 7..... 36
FIG.32 - Ultavurve com “resposta real”.....36
FIG.33 - Painel frontal do Ultracurve.....37
FIG.34 - Painel traseiro do Ultracurve.....37
FIG.35 - Janela de Configuração Global do Ultracurve..... 38
FIG.36 - Janela principal do equalizador do Ultracurve.....38
FIG.37 - Menu EDIT no equalizador do Ultracurve..... 38
FIG.38 - Janela de informação em modo EQ..... 39

FIG.39 - Tela do Feedback Destroyer.....39
FIG.40 - Janela principal do analizador do Ultracurve..... 40
FIG.41 - Janela de informação em modo RTA..... 40
FIG.42 - Medidor de nível..... 40
FIG.43 - Posições recomendadas para medidas com o microfone de referência..... 41
FIG.44 - Janela do EQ-Design do software..... 42
FIG.45 - Janela RTA do software.....42
FIG.46 - Janela do equalizador paramétrico do software..... 43
FIG.47 - O Ultracurve como equalizador geral em um PA.....45

Foto 1 - Mixer Yamaha GA3212..... 26
Foto 2 - Mixer Phonic MR424..... 27
Foto 3 - Mixer Yamaha 01V96..... 28
Foto 4 - Mixer Yamaha DM 2000..... 28
Foto 5 - O equalizador gráfico de Q constante CGE2101 de 10 bandas e dois canais da Ciclotron.....33
Foto 6 - O equalizador gráfico de Q constante CGE2312 de 31 bandas e dois canais da Ciclotron.....33
Foto 7 - Painel frontal do Ultracurve PRO DSP8024..... 35
Foto 8 - Janelas do software do Ultracurve..... 44

DADOS DO ALUNO E DA EMPRESA:

Dados do Aluno:

Fábio Wanderley Janhan Sousa
Rua General Clarck, n° 1501
Bairro Novo Progresso
Contagem – MG
CEP: 32115-140
Tel: (31) 3357-5292 / 8836-0012

Dados da Empresa:

L.R. Áudio e Vídeo
Rua Andesita, n° 555
Bairro União
Belo Horizonte – MG
CEP: 31140-480
Tel: (31)3426-3311 / 9108-9988 / (31)3426-6053
Supervisor: Luiz Augusto Rosas

1. INTRODUÇÃO:

A L.R. Áudio e Vídeo é uma empresa que desenvolve e executa projetos de sonorização ambiente e para shows, controle de sinais de vídeo, e atua também em instalações de centrais telefônicas e alarmes. Um de seus clientes, a Oitava Igreja Presbiteriana de Belo Horizonte, possui um equipamento de som de alta tecnologia, onde desenvolvi a maior parte do estágio orientado para o exercício da profissão, atuando nas áreas de áudio e vídeo.

Durante o meu estágio na L.R. Áudio e Vídeo, realizei pequenas manutenções em equipamentos de áudio, principalmente em cabos com conectores XLR macho e fêmea, P10, RCA e Speak-on, e em mesas de som; realizei o papel de operador de som em alguns eventos, nos quais tive a oportunidade de estabelecer contato direto e livre com os equipamentos de áudio; participei da implantação de alguns sistemas de som, tais como o do auditório da Faculdade de Veterinária da UFMG, o da Igreja Metodista de Caratinga, o da Igreja Presbiteriana de Neves, e alguns sistemas telefônicos e de alarmes.

Defini o tema da minha pesquisa seguindo sugestões do meu supervisor e analisando a importância dos diversos processos envolvidos com a atividade da empresa, assim como o meu interesse por elas. A equalização é um processo pouco estudado e essencial para que haja uma reprodução do som com qualidade. Com isso, vi a necessidade, no perfil de operador de som e músico, de estudá-lo.

A equalização gráfica dos sinais de áudio pode ser monitorada e realizada satisfatoriamente, de forma semi-automática, por equipamentos digitais de alta performance, auxiliando o operador de som nessa tarefa de cunho pessoal, onde se definem os timbres das bandas de passagem. Estes equipamentos se tornaram alvo da minha curiosidade, centrando parte da minha pesquisa neles, o que a tornou mais atual, mais intensa e mais aprofundada. Esses equipamentos, principalmente o ULTRA-CURVE PRO DSP8024 da Behringer, será descrito e analisado na pesquisa.

2. A EQUALIZAÇÃO DOS SINAIS DE ÁUDIO:

2.1. Conceito de equalização:

A equalização dos sinais de áudio consiste no controle de graves, médios e agudos, por meio do controle de filtros (construídos, principalmente, a partir de circuitos eletrônicos com AOP's), com o propósito de eliminar e/ou controlar freqüências de sinais que não estão sendo utilizadas - que poderiam ocasionar uma microfonia (realimentação do sinal) - melhorando assim, o desempenho não somente das caixas de som, mas do equipamento de som em geral, e tornando a reprodução sonora mais agradável aos ouvintes.

Essa equalização pode ser realizada na própria mesa de som, ou mixer, o que é mais comum, ou por meio de equipamentos dedicados, denominados equalizadores.

A equalização é realizada pelo operador de som em todo tipo de show ou reprodução sonora, durante todo ele ou parte dele. É fundamental, principalmente, em ambientes com um projeto acústico não favorável e melhora muito a qualidade do som reproduzido.

2.2. Fundamentos básicos:

2.2.1. As ondas e suas classificações:

Onda é uma perturbação num meio material que se desloca de um ponto para o outro. Uma onda transfere energia de um ponto a outro do meio sem que haja o transporte de matéria.

Tipos de onda:

1. Eletromagnéticas

Ondas eletromagnéticas são aquelas que não necessitam de um meio para se propagarem, podem se propagar até mesmo no vácuo. Temos como exemplos a luz, ondas de rádio e TV via satélite, etc.

2. Mecânicas

A onda mecânica é aquela que necessita de um meio físico para se propagar. Temos como exemplos as ondas no mar ou na água, em uma corda, o som, etc.

2.1. Longitudinais

As ondas longitudinais (FIG.1) são aquelas em que o deslocamento dos átomos ocorre paralelamente à direção de propagação da onda, pode ser chamada também de onda de compressão. Ocorrem em meios líquidos, sólidos ou gasosos.

FIG.1 - Onda longitudinal ou de compressão.

2.2. Transversais

As ondas transversais (FIG.2) são aquelas em que o deslocamento dos átomos ocorre perpendicularmente à direção de propagação da onda. Ocorrem somente em meios sólidos.

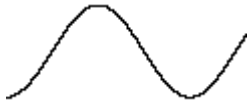

FIG.2 - Onda transversal.

Ondas Harmônicas:

As ondas harmônicas ou periódicas se caracterizam por apresentarem uma freqüência, um comprimento de onda e um período fixos. Ondas periódicas muito comuns são aquelas que seguem uma função *seno* ou *co-seno*.

Componentes da onda harmônica:

- Período

É o tempo que leva para o átomo ou molécula particular passar por um ciclo completo de movimento.

- Amplitude

É o valor máximo que a perturbação que gerou a onda pode adquirir.

- Freqüência

Refere-se à freqüência de oscilação dos átomos ou moléculas do meio individualmente.

- Velocidade de propagação

Depende somente do meio de propagação e se refere à velocidade com que uma onda pode ser transmitida por ele.

- Comprimento de onda

O comprimento de onda é a distância, entre dois átomos, que oscilam em fase, ao longo da direção de propagação.

Interferência:

Duas ou mais ondas de diferentes freqüências podem viajar no mesmo meio independentemente e podem passar uma através da outra, no entanto, se elas possuírem a mesma freqüência, ocorre uma interferência. Essa interferência é regida pelo denominado ‘princípio da superposição’. Em regiões que elas podem se superpor e que há uma única perturbação, observamos uma interferência. Se duas ondas com amplitudes iguais se somam em fase, isto é, se os máximos se encontram, observamos uma onda com amplitude igual à soma das amplitudes das ondas originais, teremos uma interferência construtiva (FIG.3).

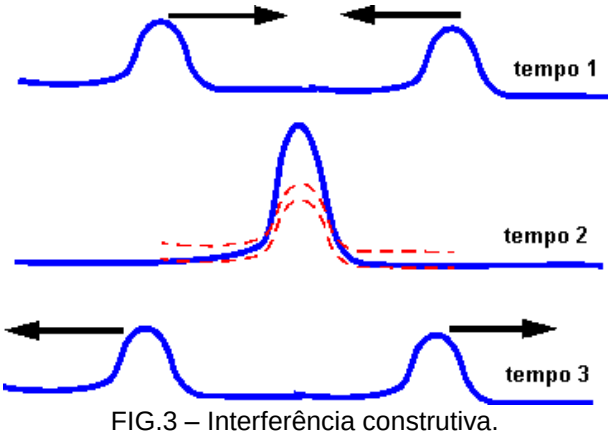

FIG.3 – Interferência construtiva.

Se as duas ondas superpostas estiverem, no entanto, totalmente fora de fase (90° de defasagem), isto é, se os máximos se encontram com os mínimos, as duas ondas tendem a se cancelar, teremos uma interferência destrutiva (FIG.4).

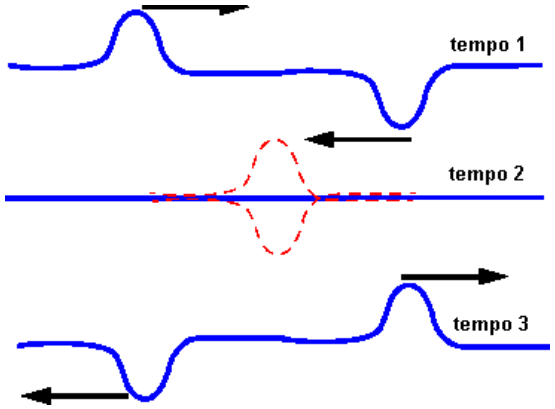

FIG.4 – Interferência destrutiva.

Logo, se a fase Φ = 0, a interferência é construtiva (FIG.5),

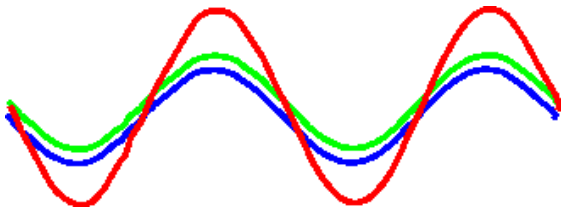
FIG.5 – Interferência construtiva – visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).

enquanto que, se a fase Φ = 90°, a interferência é destrutiva (FIG.6).

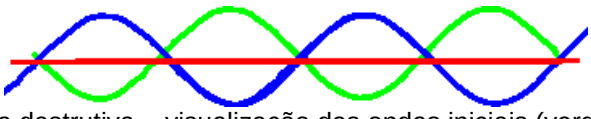
FIG.6 – Interferência destrutiva – visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).

Caso as amplitudes sejam diferentes a interferência é parcial (FIG.7).

FIG.7 – Interferência parcial – visualização das ondas iniciais (verde e azul) e da onda resultante (vermelha).

Ondas estacionárias e harmônicos:

Se superpusermos ondas iguais, mas com velocidades opostas, obtemos ondas estacionárias. No entanto esta relação não é da forma comum de uma onda periódica, portanto não descreve uma onda que se propaga. Os pontos em que a onda se anula são chamados de nós. Enquanto que os anti-nós acontecem nas regiões intermediárias aos nós.

Para cordas presas em dois pontos fixos (como as cordas de um violão), podemos induzir ondas estacionárias (vibrações) onde os pontos fixos serão necessariamente nós. Logo, temos que, se a corda possui comprimento *l,* então os comprimentos de ondas possíveis são obtidos por:
$l = 2l / n$ (comprimentos de ondas dos harmônicos) onde n = 1, 2, 3, ... (note que o valor n = 0 não é físico nesse caso - seria uma onda com comprimento de onda infinito, ou seja, onda nenhuma). Estes são conhecidos como os comprimentos de ondas dos harmônicos da corda, que podem ser visualizados nas figuras 8, 9 e 10.

As vibrações da corda são transmitidas para as moléculas de ar e, devido à propagação da perturbação, chegam aos nossos ouvidos na forma de som. A freqüência desses sons pode ser obtida por:
$f = v / l = n\ v / 2l$ (freqüências dos harmônicos).

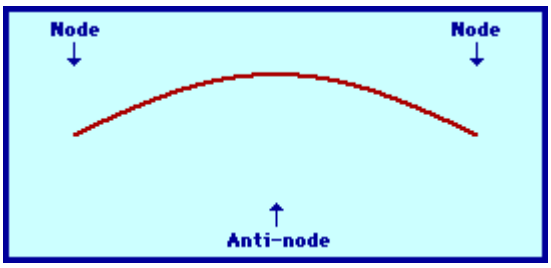

FIG. 8 - Harmônico 1.

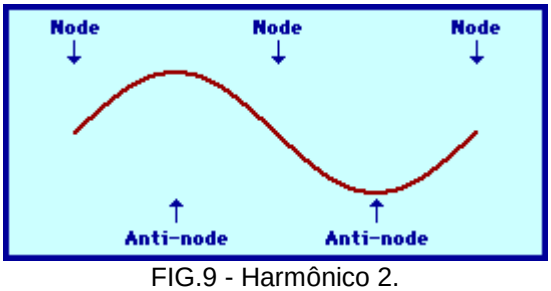

FIG.9 - Harmônico 2.

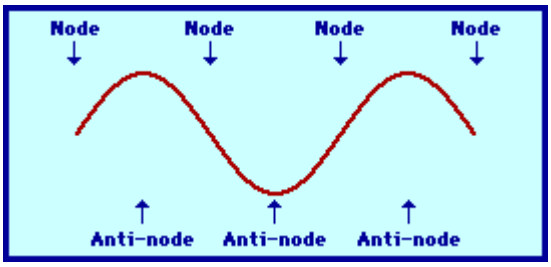

FIG.10 - Harmônico 3.

2.2.2. Ondas sonoras:

As ondas sonoras são produzidas por deformações provocadas pela diferença de pressão em um meio elástico qualquer (ar, metais, isolantes, etc), precisando deste meio para se propagar. Desta forma, percebemos que o som é uma onda mecânica longitudinal, não se propagando no vácuo. A maioria dos sons acaba sendo obtida através de objetos que estão vibrando, como é o caso do alto-falante (FIG.11). Quando o diafragma contido no alto-falante se movimenta para fora da caixa acústica ele cria uma região de alta pressão, pois comprime o ar que está nas proximidades. Da mesma forma, ocorre uma rarefação quando o diafragma se move para dentro da caixa. Quando as variações de pressão chegam aos nossos ouvidos, os tímpanos são induzidos a vibrar e nos causam a sensação fisiológica do som.

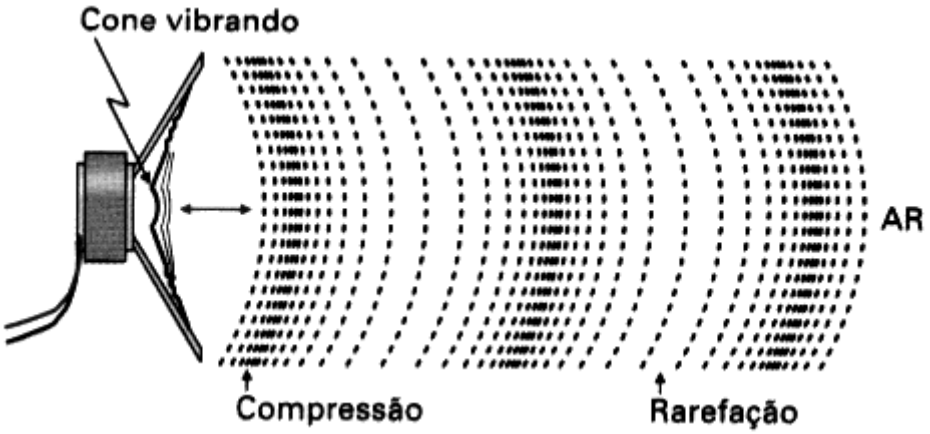

FIG.11 – Som produzido por um alto-falante.

2.2.3. Faixa de freqüência audível:

Um ouvido normal consegue ouvir uma faixa de freqüências que varia aproximadamente entre 20Hz e 20KHz, sendo que as ondas que apresentam freqüências inferiores a 20 Hz são denominadas infra-sônicas ao passo que os sons superiores a 20KHz são chamadas de ultra-sônicas. Já outros animais podem produzir e ouvir sons em freqüências inacessíveis aos ouvidos humanos como é o caso do morcego.

Observe o quadro com as faixas das freqüências fundamentais e suas principais harmônicas dos instrumentos musicais e das vozes, retirado do Manual do Equalizador Gráfico CGE2101, no ANEXO 1.

Dentre os diferentes tipos de sons produzidos pela natureza e audíveis ao ser humano, a música para alguns é sinônimo de criação divina ou então a expressão máxima de sensibilidade do ser humano.

A diferença entre os sons musicais e outros quaisquer é que nos instrumentos musicais utilizamos apenas algumas dentre as inúmeras freqüências possíveis, que foram estabelecidas por convenção, constituindo-se nas notas musicais. Quando um instrumento por alguma razão começa a produzir freqüências diferentes das freqüências de audição, dizemos que o referido instrumento está desafinado, precisando de um ajuste a fim de retornar a produzir sons na escala convencional.

As notas musicais por sua vez podem ser agrupadas de modo a formar um conjunto. Este conjunto recebe o nome de gama e um conjunto de gamas se constitui numa escala musical. Cumpre observar que tanto as gamas quanto as escalas musicais podem ser construídas de diversas maneiras, não sendo única (isto pode ser exemplificado verificando-se que a música oriental usa uma gama de cinco notas musicais ao passo que o mundo ocidental utiliza uma gama de sete). Entre as diversas gamas existentes, a mais popular de todas é a chamada gama natural ou gama de Zarlin (FIG.12), que utiliza as notas denominadas dó, ré, mi, fá, sol, lá, si e novamente dó. Estes nomes foram atribuídos por Guido de Arezzo, músico italiano que viveu no século XI.

FIG.12 – Gamas ou escalas musicais de Zarlin (modelo acidental).

Obviamente devemos utilizar alguma notação que diferencie as diversas gamas que constituem a escala de Zarlin. Para isto, é utilizado índice nas notas musicais, ou seja, o dó da primeira gama será o $dó_1$, o da segunda gama $dó_2$ e assim por diante. O $dó_1$ ocupa um lugar de destaque na escala natural, já que é a primeira nota da gama, recebendo o nome de nota fundamental.

O conhecimento da nota fundamental é importante, pois serve de referência para se construir a escala musical completa, pois podemos obter as demais notas simplesmente multiplicando-se a freqüência da nota fundamental por determinados valores (veja figura 13).

	DÓ	RÉ	MI	FÁ	SOL	LÁ	SI	DÓ
Frequência	f	9f/8	5f/4	4f/3	3f/2	5f/3	15f/8	2f
Intervalo acústico	9/8	10/9	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15	

FIG.13 – Relação entre as freqüências das notas musicais.

Deste modo, conforme vemos pela figura, os intervalos entre as notas consecutivas da gama natural podem assumir apenas os valores 1 (uníssono), 9/8 (tom maior), 10/9 (tom menor), 16/15 (semitom) e 2 (oitava).

Para introduzir uma nota intermediária entre duas notas consecutivas, de freqüências f_1 e f_2 temos a liberdade de proceder de duas maneiras distintas: A primeira delas é aumentar a freqüência de f_1 e a segunda é reduzir a freqüência da nota f_2. A primeira modalidade chama-se 'sustenir' e a segunda 'bemolizar'. 'Sustenir' uma nota consiste em aumentar a sua freqüência, multiplicando-a por 25/24. Para indicar que uma nota foi 'sustenida', escrevemos o índice # à direita da nota. 'Bemolizar' uma nota significa diminuir a sua freqüência, multiplicando-a por 24/25. Para indicar que uma nota foi 'bemolizada', escrevemos o índice *b* à direita da nota.

Conseguimos distinguir os sons produzidos pelos instrumentos musicais através de uma característica sonora denominada timbre. O timbre depende da fonte sonora e da forma de vibração que produz o som. Por exemplo, uma mesma nota musical emitida por uma harpa e uma guitarra produz, aos nossos ouvidos, sensações diferentes, mesmo que suas intensidades sejam iguais. Matematicamente o timbre T_b é a forma da onda resultante quando levamos em conta todas as ondas produzidas num instrumento. De um modo geral, estas ondas possuem amplitudes *A*, freqüências w_i e fases f diferentes, de forma que o timbre deve ser conseguido através de uma somatória das *N* freqüências, verificada pela figura 14:

$$T_b = \sum_{i=1}^{N} A_i \cos\left(k_i x - \omega_i t + \phi_i\right)$$

FIG.14 – Somatório das freqüências que formam um timbre.

onde o índice *i* representa a varredura em todas as freqüências w_i produzidas no instrumento musical. Pelo fato do resultado final desta somatória ser diferente, variando de instrumento para instrumento é que conseguimos determinar as diferenças de sons entre os diversos instrumentos musicais. Isto é uma análise de Fourier do som do instrumento.

Outra característica importante do som é a altura do som, que é a qualidade do som que permite distinguir som grave (baixo) do som agudo (alto), e está diretamente relacionada à freqüência. Deste modo, som alto é o que possui alta freqüência ao passo que som baixo é aquele que tem baixa freqüência.

2.2.4. Batimentos de freqüência:

Designamos por ‘batimento’ o fenômeno que acontece quando existe uma superposição entre duas fontes emissoras que produzam ondas que possuam a mesma direção, amplitude e freqüências próximas f_1 e f_2. Pelo fato das freqüências diferirem uma da outra, haverá momentos de interferência construtiva, onde a amplitude resultante será grande e momentos de interferência destrutiva, acarretando numa amplitude diminuta (FIG.15).

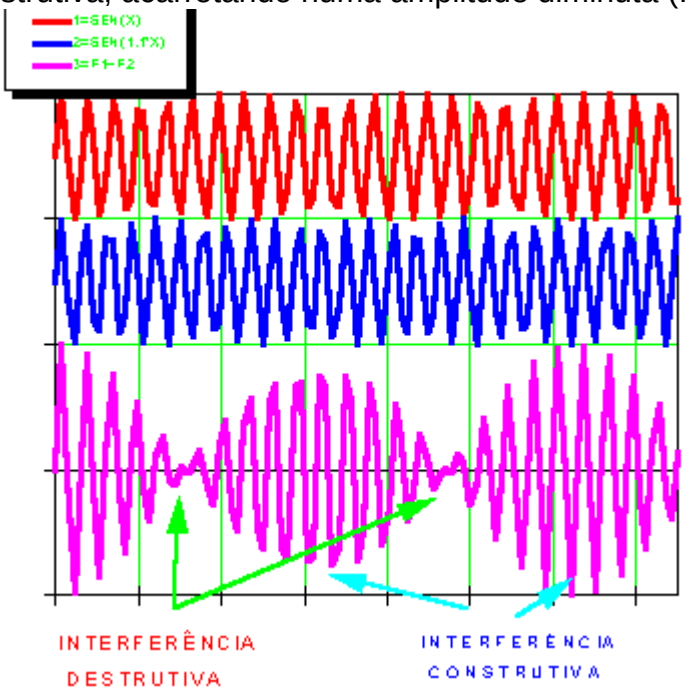

FIG.15 – Batimento de ondas.

Um exemplo familiar de batimento é aquele produzido por dois diapasões (FIG.16), ou por duas cordas de guitarra de freqüências parecidas. Neste caso, ouvimos um som de intensidade variável, cuja freqüência de batimento f_{bat} é a subtração das duas freqüências envolvidas dividida por *2* ($f_{bat} = (|f_1 - f_2|)/2$). A fase de batimento, as freqüência e fase médias são dadas pela média aritmética das freqüências e fases iniciais. Pelo princípio da superposição de ondas, a onda resultante será determinada pela soma algébrica das duas ondas individuais.

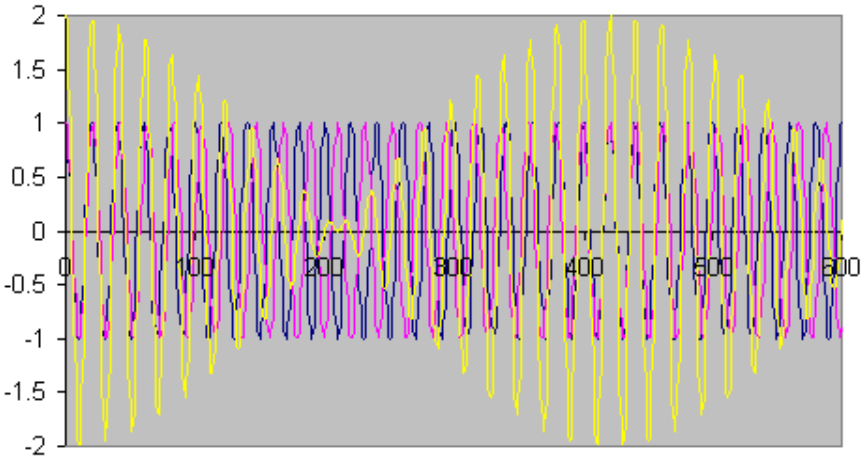

FIG.16 – Batimento em ondas produzidas por dois diapasões.

3. TRANSDUTORES DE SINAIS:

3.1. Conceito:

A fase inicial de qualquer sistema de sonorização consiste na captação dos sinais reproduzidos pelos instrumentos e/ou vozes. Essa captação é realizada por equipamentos denominados transdutores e podem ser microfones ou outros tipos de captadores.

Os microfones podem ser considerados nossos ouvidos eletrônicos, pois são responsáveis por captar e decodificar a energia acústica em sinais elétricos, para que esses possam ser manipulados e reproduzidos novamente em forma de energia acústica, que, finalmente, será transmitida por alto-falantes, captada pelos nossos próprios ouvidos e interpretada, por meio de impulsos nervosos, pelo nosso cérebro.

3.2. Tipos e aplicações:

Classificação quanto à construção:

Transdutores de resistência variável (a carvão):

- São os mais antigos e funcionam através de um reservatório de carvão, ligado a uma resistência, alimentado por uma carga de corrente contínua. O diafragma (lâmina muito fina de metal), é colocado em contato com o reservatório de carvão fixo pelas extremidades, deixando-o livre para movimentação. Quando o diafragma sofre uma movimentação, a pressão no reservatório varia, o que provoca variação na resistência do sistema, produzindo proporcionalmente variação de tensão correspondente em freqüência e em amplitude à onda transmitida através do diafragma.

Transdutores de cristal piezo-elétrico e de cerâmica:

- Tem um diafragma exposto a variação como o de carvão, mas com um pino móvel no meio e do lado oposto ao da pressão. Esse pino é ligado a duas plaquetas que o envolvem. Com a pressão, o pino comprime as plaquetas que transferem a pressão para um cristal que responde deformando-se proporcionalmente a pressão exercida sobre ele. Os primeiros modelos eram feitos de sal, mas apresentavam problemas com relação à umidade e à temperatura. Hoje, são usados cristais piezo-elétricos e de cerâmicas.

Transdutores eletrostáticos (eletretos e condensadores):

- São frágeis e não suportam grandes pressões. Funcionam com um capacitor que armazena cargas por tempo indeterminado. Para funcionar, é preciso que o capacitor esteja carregado, ou precise da energia fantasma dos equipamentos, mais conhecida como phantom power, que alimentam o circuito. Os eletrostáticos são os de maior sensibilidade e resposta de freqüência.

Transdutores eletrodinâmicos (fita e bobina móvel):

- Fita ou de velocidade: tem uma fita metálica fina na posição vertical dentro do suporte, com uma das extremidades sujeita a ação de um imã; geralmente é bidirecional e não agüenta muita pressão sonora.

- Bobina móvel: muito resistentes e baratos, funcionam como os alto-falantes, sendo diferentes apenas nas funções de captar e reproduzir os sons.

3.3. A importância dos transdutores na equalização:

Como qualquer outra fase inicial de um processo, a fase da transdução dos sinais deve receber uma atenção especial, do contrário todo o restante do processo pode ser comprometido, assim como o resultado final.

A utilização de microfones e captadores de boa qualidade, assim como de bons condutores até a mesa de mixagem e caixas de som, é um fator fundamental e determinante para todo o restante do processo de reprodução sonora e, principalmente, de equalização.

Tive experiências com ótimos microfones da Shure e os considero dos melhores para qualquer tipo de captação sonora, ressaltando que existem microfones para cada aplicação, microfones para captação de bateria, outros, especificamente para voz, para instrumentos acústicos, etc. A figura 17 mostra as especificações técnicas e como deve ser feita a configuração dos conectores do SM-58 da Shure, utilizado para voz.

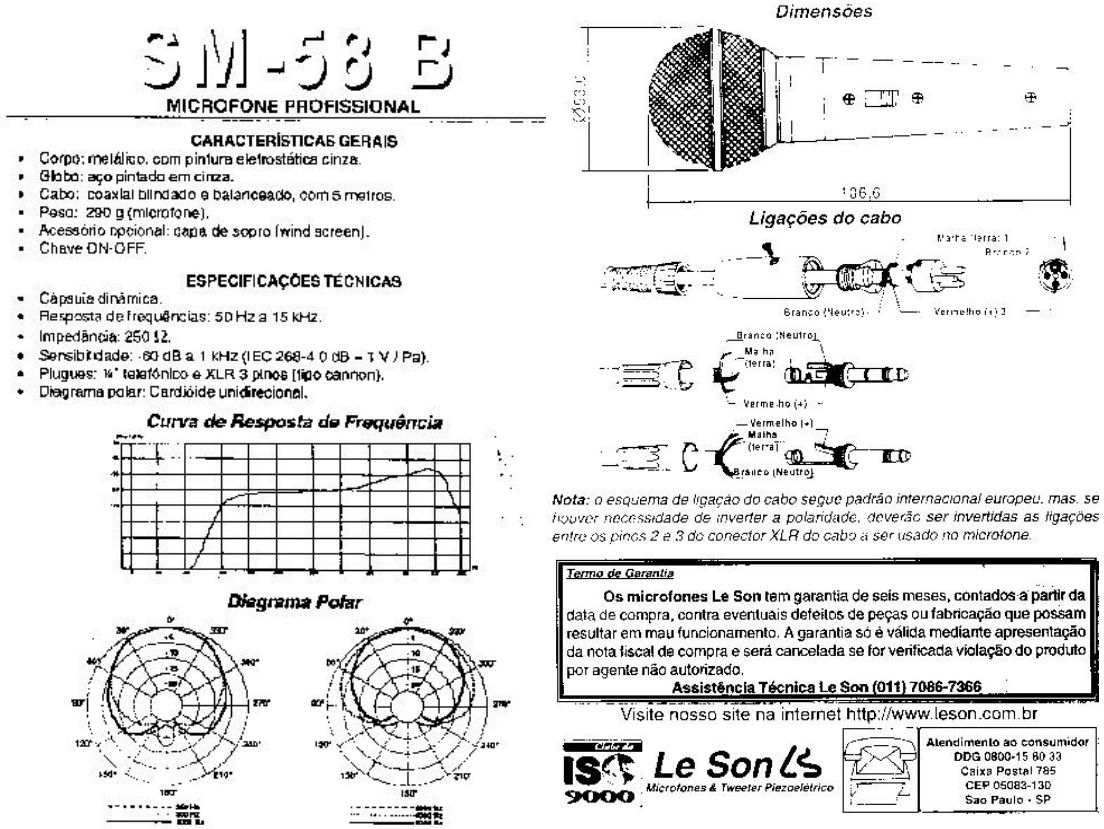

FIG.17 – Especificações técnicas do microfone SM-58 da Shure.

4. MESAS DE MIXAGEM:

4.1. Conceito e Estrutura:

A mesa de mixagem, ou simplesmente mixer, é um equipamento essencial no estúdio de áudio assim como em qualquer projeto de sonorização, especialmente eventos, permitindo misturar os diversos sinais eletrônicos de áudio, vindos de cada instrumento musical ou fonte sonora (microfone, CD player, etc). É na mesa que se podem equilibrar os níveis sonoros e localizar no estéreo (eixo esquerdo-direito) os diversos instrumentos, além de se poder também dosar a intensidade de efeitos produzidos por equipamentos externos e realizar a equalização.

Na estrutura de uma mesa de mixagem, chamam-se de canais os caminhos percorridos pelos sinais de áudio. Os canais de entrada (input channel) são os acessos pelos quais podem-se inserir os sons de instrumentos e microfones na mixagem, enquanto os canais de saída (output channel) contêm o resultado final, isto é, os instrumentos já misturados.

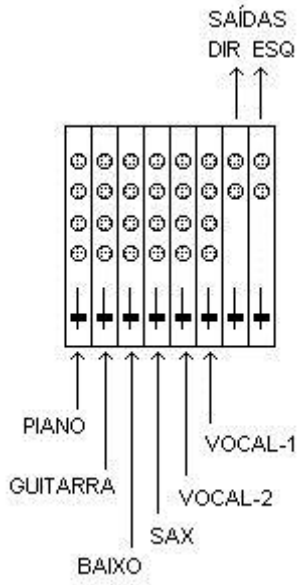

FIG.18 – Exemplo de mixer.

No exemplo da figura 18, temos uma mesa de seis canais de entrada e dois de saída. Pode-se direcionar o som de qualquer um dos canais de entrada para qualquer canal de saída (inclusive para ambos). Em cada canal de entrada, existe um controle de ‘pan’, normalmente sob a forma de um botão rotativo, e que permite ajustar o destino do som daquele canal. Quando na posição central, o pan destina o som do canal de entrada para ambos os canais de saída, esquerdo e direito (left e right). Girando-o para um dos lados, faz com que o som também seja enviado mais para aquele lado do que para o outro, de forma que quando ele é girado todo para um dos lados, o som somente será enviado para aquele canal de saída.

A próxima seção do canal da mesa de mixagem é a equalização (EQ). No mixer do exemplo, há três botões rotativos, para controle de graves, médios e agudos, cujas faixas de atuação estão ilustradas na figura 19. Quando posicionados no centro, esses botões não efetuam qualquer alteração; movendo-os para a esquerda, consegue-se reduzir a respectiva faixa de freqüências - graves (bass - abaixo de 200Hz), médios (mid – entre 200Hz e 5KHz) e agudos (treble – acima de 5KHz), enquanto movendo-os para a direita obtém-se uma acentuação da faixa. Em algumas mesas, a EQ é mais sofisticada, havendo dois botões para cada banda: um deles ajusta a freqüência central da banda e o outro ajusta o ganho/redução.

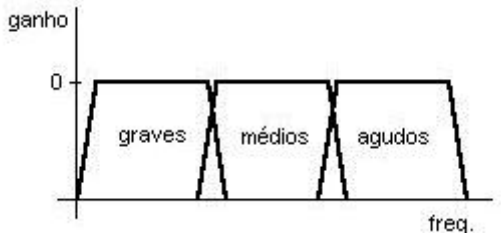

FIG.19 - Atuação dos controles de EQ.

Depois da EQ, temos a seção de envio (send) para efeitos. Esses botões dosam a quantidade de sinal de cada canal a ser processada pelos dispositivos de efeitos (reverb, eco, equalizadores, etc), externos ao mixer. O sinal processado volta do dispositivo de efeito e entra na mesa de mixagem pela conexão de retorno (return), que o direciona aos canais de saída da mesa, juntamente com o sinal original (sem efeito) de cada canal de entrada (veja figura 20).

É importante observar no caso da figura 20 que, como todos os canais enviam sinal para o mesmo processador de efeitos, todos os canais de entrada terão o mesmo efeito. O único ajuste que se tem é da intensidade de efeito sobre cada um. Na mesa de mixagem do exemplo, entretanto, como há três envios separados, pode-se destinar cada um deles a um dispositivo de efeito diferente (obviamente, deverá haver três ou mais entradas de retorno).

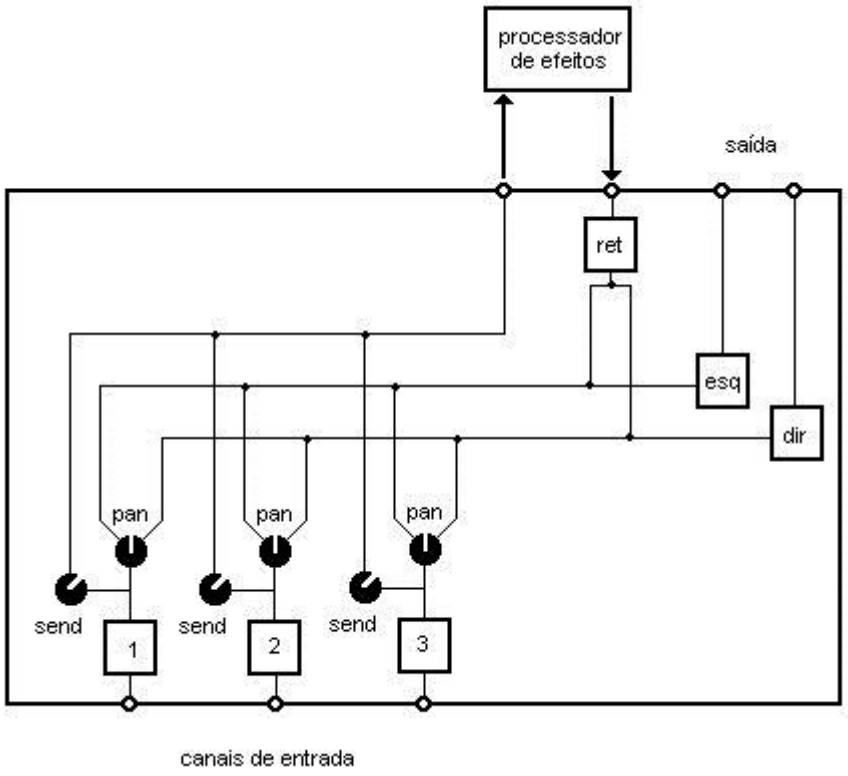

FIG.20 - Exemplo de processo de envio-retorno de efeito.

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

4.2. A equalização dos canais:

Em um mixer, por não ser um aparelho dedicado, a seção de equalização, muitas vezes, deixa a desejar. Em sua maioria, seus filtros de equalização são peaking, o que pode ser satisfatório, mas não é o mais aprimorado dos tipos de filtros.

Os controles de equalização têm a função de dar ao operador condições de ajustar o som de uma voz ou instrumento de modo que ele pareça o mais natural possível corrigindo deficiências ou características de timbre que o impeçam que seja bem percebido entre os outros sinais da mixagem.

A equalização deve ser feita cuidadosamente até que o som da voz ou instrumento chegue no ponto ideal. O operador precisa de treino e experiência para, especialmente ao trabalhar com várias mesas com características diferentes de equalização, tirar sempre o melhor som de vozes ou instrumentos. Esta é uma das áreas onde não basta o operador de som saber apenas a

técnica, esta entra no domínio da arte, especialmente quando se trata de mixar dezenas de canais e buscar fazer com que cada instrumento seja audível dentro do sinal mixado.

4.3. Mesas analógicas X mesas digitais:

As mesas analógicas, em geral, são grandes e menos elaboradas do que as digitais, que podem possuir entradas, tanto analógicas quanto digitais e são, além de mais compactas, mais funcionais e adaptáveis aos modelos de gravação (CDs) e de reprodução atuais.

Durante o estágio tive contato com um mixer da Yamaha GA3212 (foto 1), que já estava instalado na Oitava Igreja Presbiteriana de Belo Horizonte. Esta mesa se mostrou bastante eficiente em sua função no projeto, apesar de ser bem grande e de eu ter ouvido reclamações de que ela costuma vir com muitos defeitos de fábrica. A equalização era realizada externamente à ela, através de vários Ultracurves, tanto para o PA quanto para os retornos e monitores, o que a mantinha dedicada somente à distribuição do som.

Foto 1 – Mixer Yamaha GA3212

Na figura 21 estão ilustrados os controles dos canais de saída do Mixer Yamaha GA3212, no qual podemos observar:

1- Controles de equalização através de filtros peaking e shelving.
2- Botão que direciona a equalização para um equalizador externo.
3- Controle de ‘pan’.
4- Botão que leva o sinal do canal diretamente para o PA sem passar pelo ‘Master’.
5- Botão que direciona o canal para um monitor, dentro da cabine, sem que vá para o PA.
6- Fader de controle da intensidade do sinal do canal no PA.

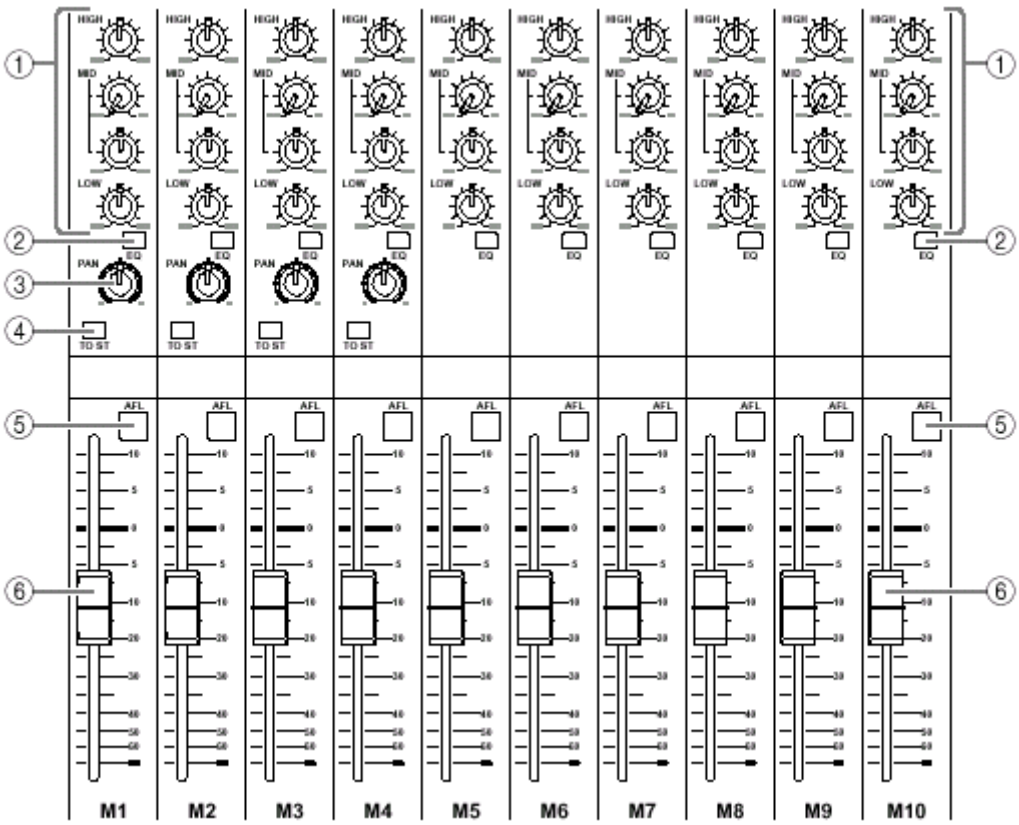

FIG.21 – Controles dos canais de saída do Mixer Yamaha GA3212.

Um outro mixer com o qual tive contato foi o Mixer analógico Phonic MR4243 (foto 2), utilizado no projeto da Igreja Metodista de Caratinga, no qual participei de toda a instalação, começando pelo multicabo, colocação dos conectores, na cabine de som ao fundo do templo, e da medusa, no palco, até a equalização inicial do Ultracurve, dedicado ao PA. Essa mesa, por ser de uma marca relativamente menos comercial do que a Yamaha, me surpreendeu pela qualidade e pela facilidade de operação, o que foi fundamental no projeto uma vez que os operadores habituais não possuíam qualificação técnica. Observe no ANEXO 2 as suas características.

Foto 2 - Mixer Phonic MR4243

Durante o meu estágio, visitie um estúdio de um conhecido, o Flat Studio, e tive a oportunidade de ver o funcionamento e as possibilidades fornecidas por mixers digitais da Yamaha, especialmente o 01V96, utilizado tanto no controle dos ensaios, quanto na edição e gravação de CDs.

Nesse estúdio, as bandas que tinham ensaios freqüentes, podiam gravar as configurações da mesa em um local de memória e, da próxima vez, ensaiar com o som exatamente igual ao da primeira vez. Além disso, qualquer gravação era feita, inicialmente, em um computador ligado ao mixer, no qual se podiam fazer os últimos arranjos, corrigir alguns erros de gravação ou regravar um dos instrumentos individualmente, para depois gravar o CD. Abaixo, fotos do Mixer digital Yamaha 01V96 e do DM 2000, também digital.

Foto 3 – Mixer Yamaha 01V96

Foto 4 – Mixer Yamaha DM 2000

4.4. Problemas e soluções de mixagem:

O processo de mixagem em si é bastante simples, excetuando-se a parte da equalização, que exige uma maior sensibilidade e experiência do operador.

Um dos maiores problemas vivenciados por mim, como técnico de eletrônica, durante o meu estágio, com relação às mesas de mixagem, foi a dificuldade encontrada para que a manutenção das mesas fosse realizada, uma vez que temos acesso somente aos digramas de blocos das mesas, seus circuitos são extremamente compactos e seus componentes são encontrados somente com os fabricantes. A figura 22 nos mostra um exemplo de como os diagramas são encontrados nos manuais dos mixers.

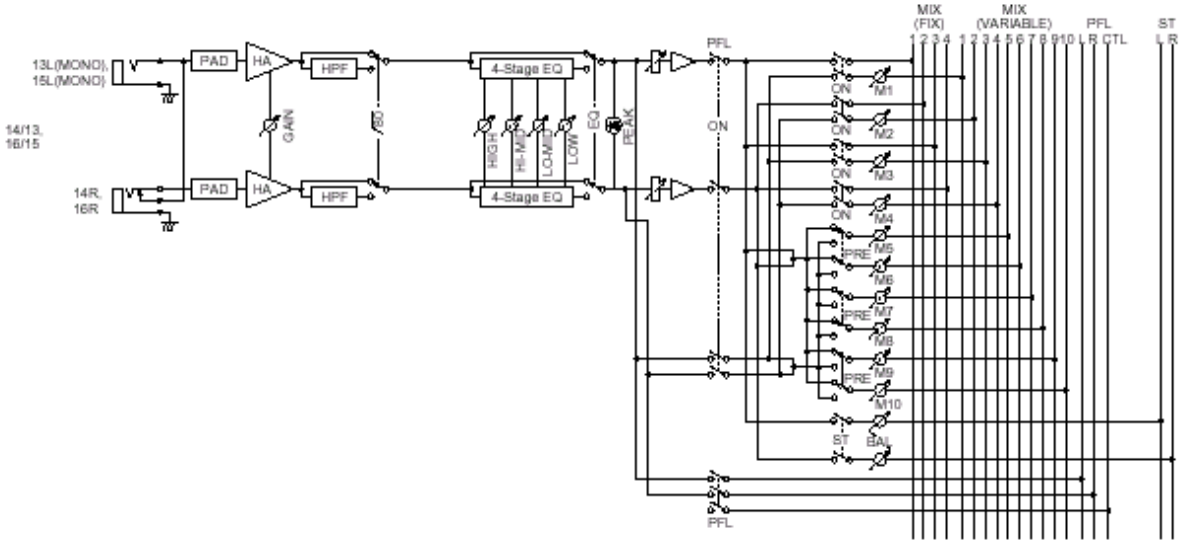

FIG.22 – Diagrama de um canal de entrada estéreo do Mixer Yamaha GA3212.

5. A EQUALIZAÇÃO E OS EQUALIZADORES:

5.1. Processos de equalização:

A equalização consiste na atuação do operador de som sobre filtros, baseados em circuitos amplificadores ou atenuadores, construídos principalmente a partir de AOP's ou semelhantes. Esse processo produz um efeito físico semelhante aos chamados 'batimentos' decorrentes do 'princípio da superposição', explicados no tópico 'Fundamentos básicos'.

No contexto da mesa de som, o termo equalização diz respeito ao ajuste dos graves, médios e agudos, através da atuação nos seus controles, e, no contexto de um sistema de som, pelo ajuste de equipamentos como equalizadores gráficos ou paramétricos que acertam a resposta das caixas e eventualmente reduzem freqüências que estejam sobrando na conjuntura da captação, projeção e acústica do ambiente.

5.2. Filtros: tipos, características e limitações:

O que determina se um controle de equalização altera uma, poucas ou muitas freqüências é o tipo de filtro sobre o qual este atua. Entre os controles de equalização das mesas de som existem os seguintes tipos de filtros:

Os filtros peaking (FIG.23) têm sua atuação principal sobre uma freqüência, porém acabam atuando também sobre freqüências vizinhas:

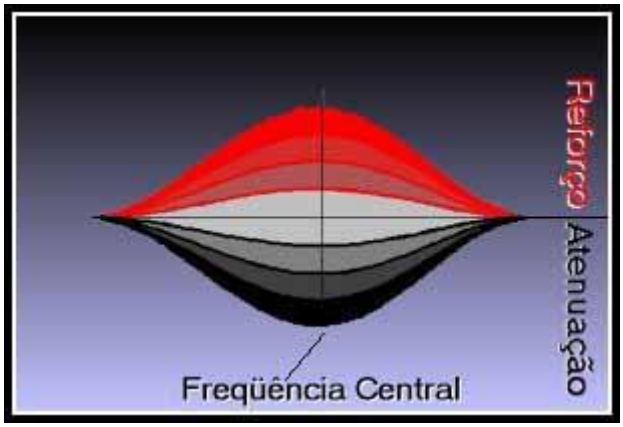

FIG.23 – Atuação do filtro peaking.

Os filtros shelving (FIG.24 e FIG.25) atuam em todas as freqüências acima (no caso dos agudos) ou abaixo (graves) de determinada freqüência:

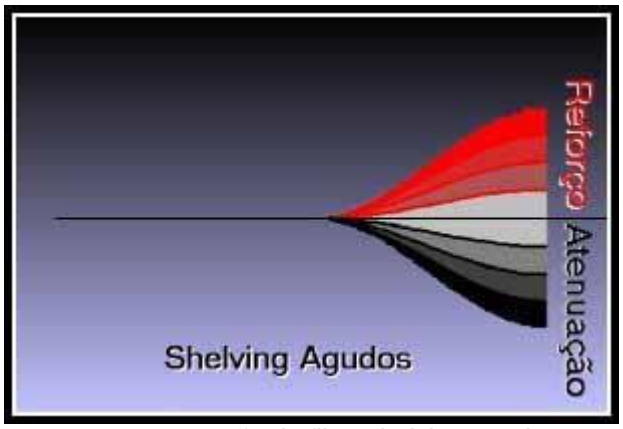

FIG.24 – Atuação do filtro shelving agudos.

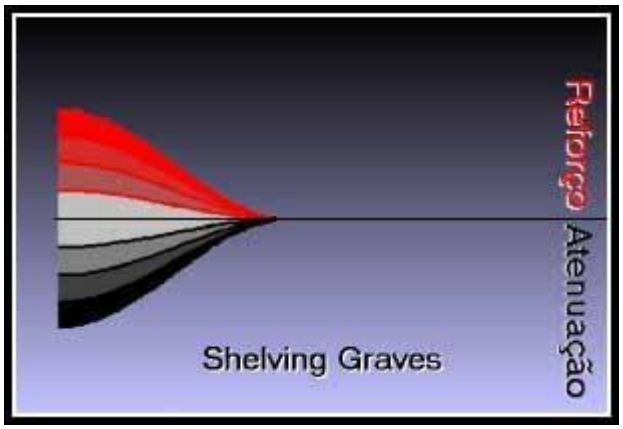

FIG.25 – Atuação do filtro shelving graves.

Os filtros semiparamétricos (FIG.26) possuem um segundo controle que atua em conjunto com o de reforço ou corte de intensidade do sinal. Neste controle o operador escolhe a freqüência principal sobre o qual o filtro atuará, de modo semelhante ao de um filtro de peaking:

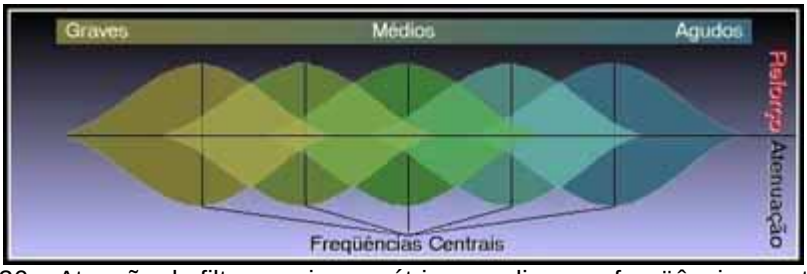

FIG.26 – Atuação do filtro semiparamétrico em diversas freqüências centrais.

Já os filtros paramétricos (FIG.27), além dos controles de ganho e atenuação, e variação das freqüências, possuem o controle do valor do Q (largura do filtro ou fator de qualidade, ou seja, quantas freqüências vizinhas serão arrastadas para cima ou para baixo juntamente com a freqüência selecionada pelo segundo controle):

FIG.27 – Atuação do filtro paramétrico com um pequeno valor de Q sobre determinada freqüência.

Existe também o denominado Equalizador Gráfico, que divide o espectro de freqüências em frações de Oitava (FIG.28). Tem a grande vantagem de alterar somente a faixa de frequência desejada, conforme o número de bandas (conjunto de freqüências próximas). É muito usado em alinhamento de sistemas de sonorização, de monitor, alinhamento de salas e estúdios.

10 bandas	1 oitava
15 bandas	2/3 de oitava
31 bandas	1/3 de oitava
Obs: O importante também é ter um filtro de boa qualidade. Quanto maior a relação sinal/ruído, melhor a qualidade do sistema.	

FIG.28 – Divisão das oitavas nas bandas, feita pelos equalizadores gráficos mais comuns.

5.3. Equalizadores gráficos:

O equalizador gráfico é o mais utilizado dos equipamentos de processamento de sinais de áudio. É essencial tanto para correção quanto criação em vários níveis de atuação, porém deve ser utilizado com cuidado e bastante critério ou poderá acarretar mais problemas do que proporcionar soluções.

O Equalizador gráfico é um aparelho que contém uma rede de filtros eletrônicos passa-faixas, espaçados em intervalos regulares através do espectro de áudio, permitindo o controle de todo esse espectro. Os equalizadores gráficos de Q-constante podem oferecer precisão e resolução gráficas formadas visualmente pelas diversas posições dos ‘levers’ (hastes) destes controles deslizantes, comparadas com a curva do sinal elétrico encontrada na saída do canal do aparelho.

Todo equalizador gráfico opera pela divisão do sinal de áudio em determinado número de bandas ou vias. Um equalizador gráfico que opera em 10 bandas ou vias, como o da foto 5, nos proporciona um controle individual sobre cada uma das 10 oitavas da faixa de freqüência audível. Já um equalizador de 15 bandas opera pela divisão de 2/3 de oitava por banda e possuem 50% a mais de seletividade em relação ao de 10 bandas. Os de 31

bandas (foto 6) são bem mais seletivos e operam pela divisão de 1/3 de oitava por banda, possuem três vezes mais seletividade em relação ao de 10 bandas.

Foto 5 – O equalizador gráfico de Q constante CGE2101 de 10 bandas e dois canais da Ciclotron.

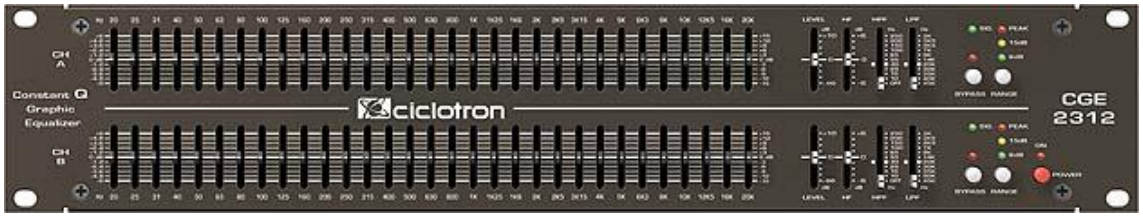

Foto 6 – O equalizador gráfico de Q constante CGE2312 de 31 bandas e dois canais da Ciclotron.

Os equalizadores gráficos podem ser de Q-constante ou variável, ou seja, sua rede de filtros passa-faixa (um filtro passa-faixa para cada via ou banda do equalizador gráfico) foi projetada para proporcionar Q-constante em toda sua amplitude ou apresentar Q-variável de acordo com o nível da amplitude. Amplitude, nesse caso, quer dizer em toda a excursão do ganho ou atenuação de uma determinada banda, ou seja, em todos os níveis de amplificação até o limite máximo de +15dB, ou atenuação até o limite máximo de -15dB, sem alterar o fator Q dessa banda em nenhum ponto da excursão do controle deslizante.

O Q corresponde à largura da banda de atuação do filtro. Mantê-lo constante em qualquer nível de atuação de uma determinada banda, conforme a FIG.29, foi um grande avanço tecnológico com relação aos equalizadores gráficos de filtros de Q variável (FIG.30 – observe que para cada nível de ganho há um fator Q diferente).

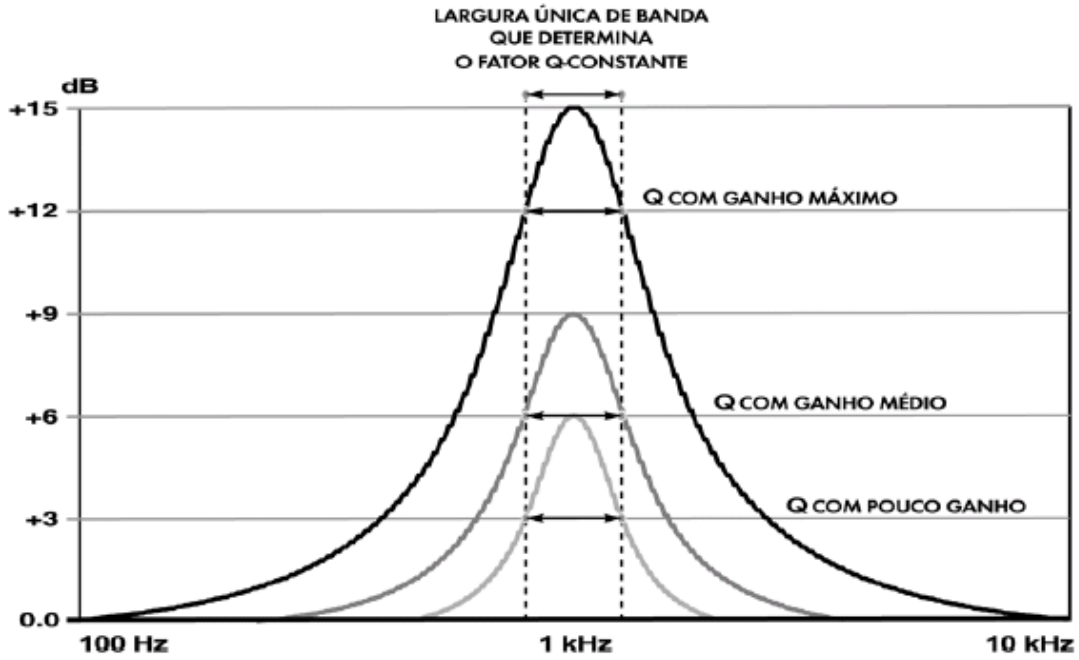

FIG.29 – Gráfico da curva de ganho característica de filtros com Q constante.

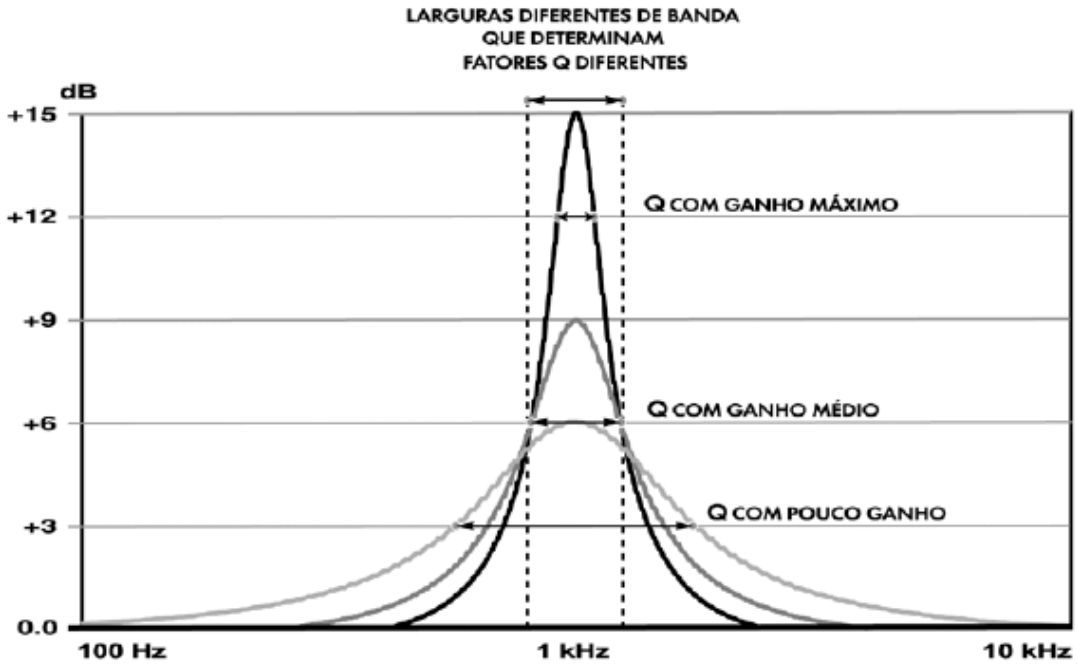

FIG.30 – Gráfico da curva de ganho característica de filtros com Q variável.

Equalizadores gráficos com Q-constante possuem boa seletividade, ou seja, quando se seleciona uma determinada banda de freqüências para realizar uma correção nesta freqüência, essa correção dá-se muito mais centrada nesta faixa em questão, fazendo com que a resolução gráfica fique muito mais precisa, ou seja, se obtém um sinal elétrico na saída do canal do equalizador gráfico bastante parecido com o que se visualiza no painel frontal do aparelho, formado pelas posições dos controles deslizantes.

No caso dos equalizadores gráficos de Q-variável, qualquer correção em uma determinada freqüência central afeta em grande parte os controles adjacentes, chegando a afetar um número bastante acentuado de freqüências, até pontos bem distantes do ponto de ajuste. Este tipo de atuação é altamente indesejável e o resultado torna-se muito imprevisível.

5.4. O Ultracurve PRO DSP8024:

Foto 7 – Painel frontal do Ultracurve PRO DSP8024

5.4.1. Introdução:

O Behringer Ultracurve Pro é um aparelho de processamento de som completamente digital com base DSP (Digital Signal Processing) com conversores integrados de 24 bits A/D e D/A. A elevada capacidade DSP pode realizar todo tipo imaginável de operações numa questão de frações de segundo. Somente o Software é que determina a forma de processamento. Por intermédio desta elevada flexibilidade pode-se considerar uma variedade de funções do Ultracurve que excede em muito as funções de um equalizador gráfico análogo e a um preço bem razoável. O Ultracurve possui dois canais que podem trabalhar, tanto interligados (em forma estéreo), como de forma independente.

O Behringer Ultracurve difere grandemente dos equalizadores gráficos convencionais, no conceito de seus filtros, e método de funcionamento. equalizadores gráficos convencionais são, pela natureza física de seu projeto, sujeito a forte interação entre filtros adjacentes, resultando em uma diferença entre a curva de freqüência sugerida pela posição dos ‘faders’, e a curva real de freqüência alcançada. Esta diferença varia dependendo da quantidade de reforço ou atenuação de freqüência aplicados. A mesma interação ocorre em filtros digitais, devido à inclinação finita do filtro usado. Entretanto, o controle digital nos permite prever estas interações, e, gerar um valor de compensação para cada filtro afetado, para compensá-los.

O algoritmo necessário para realizar isto foi desenvolvido no Ultracurve, tornando-o um equalizador de “resposta real”. As vantagens disto são diretamente aparentes. Primeiramente, você tem que saber exatamente qual efeito que um determinado ajuste de equalização no seu equalizador gráfico pode realmente atingir. Se você der ao Ultracurve um ajuste particular, você pode estar certo que a curva de freqüência resultante refletirá visualmente os ajustes de freqüência dos filtros. O Ultracurve realiza o trabalho imaginado e aplica realmente a “magia” na equalização. O seu novo conceito de controle resulta nestas características explicadas aqui. Ajustes de Equalização com diferenças de nível extremas entre faixas de freqüência adjacentes necessitam, em alguns casos, internos reforço e atenuação de até 48dB. Teoricamente, isto é perfeitamente possível, mas pode rapidamente levar à sobrecarga e distorção de filtros individuais.

Um equalizador gráfico tradicional tende à sobrecarga quando vários filtros vizinhos são simultaneamente reforçados, uma vez que seus efeitos combinados serão somados, resultando na sobrecarga do sinal somado. Se

filtros vizinhos tiverem ajustes amplamente diferentes eles desnivelarão seu efeito entre uns e outros. Isto resulta em uma pequena alteração do sinal processado e requer ajustes extremos para se atingir uma variação mínima.

À primeira vista, o conceito usado no Ultracurve pode parecer incomum. Entretanto, após usá-lo se constatará que o conceito de “resposta real” permite usar o Ultracurve intuitivamente, e que é mais honesto e direto para se alcançar o resultado desejado. A fim de implementar curvas de filtros com larguras muito extremas, ele oferece três adicionais, equalizadores paramétricos completos por canal, cada um possuindo ampla faixa de ajustes.

Para ilustrar claramente os princípios de operação acima, observe as figuras 31 e 32. Os ajustes mostrados aqui são dificilmente utilizáveis na prática, entretanto servem para ilustrar as diferenças entre o Ultracurve e um equalizador gráfico convencional.

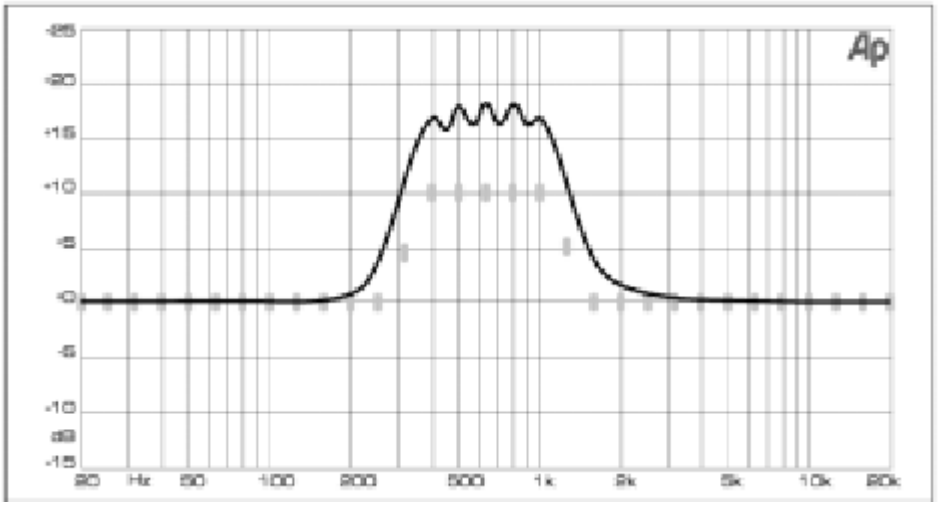

FIG.31 – Equalizador Gráfico com um Q fixo de 7.

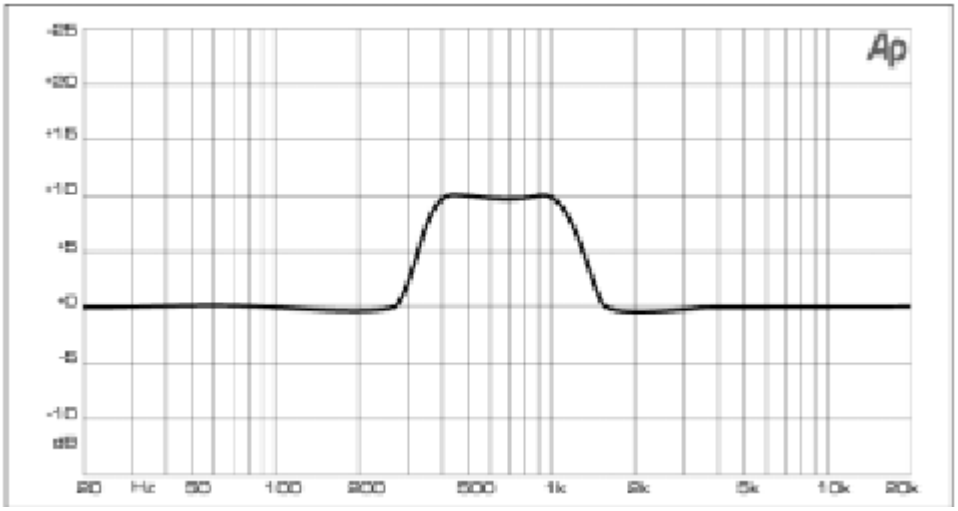

FIG.32 – Ultavurve com “resposta real”.

Observe também suas especificações técnicas e a estrutura dos seus Menus EQ e RTA nos ANEXOS 3 e 4, respectivamente.

6.4.2. Elementos Operacionais:

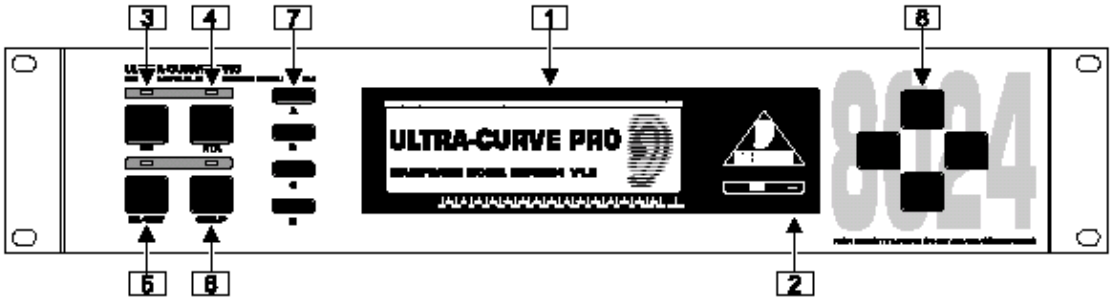

FIG.33 – Painel frontal do Ultracurve.

No painel frontal do Ultracurve (FIG.33) temos os seguintes elementos:

1- Display
2- MIDI led
3- Tecla Eq
4- Tecla RTA
5- Tecla IN/OUT
6- Tecla SETUP
7- Teclas programáveis
8- Teclas do cursor

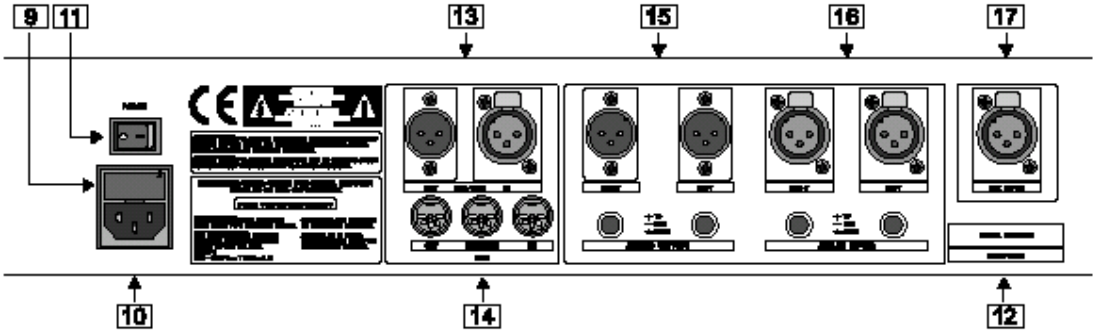

FIG.34 – Painel traseiro do Ultracurve.

No painel traseiro do Ultracurve (FIG.34):

9- Suporte de fusível/ selecionador de voltagem
10- Ligação à corrente elétrica
11- Interruptor de corrente
12- Número de série
13- AES/EBU IN e AES/EBU OUT
14- MIDI IN/OUT/THRU
15- Saídas analógicas
16- Entradas analógicas
17- Entrada de microfone de medição

5.4.3. Operação:

O Ultracurve Behringer é um instrumento de medição e operação de som muito universal no qual deve-se escolher entre o modo de operação de som ou medição, dado que é impossível usar ambos ao mesmo tempo. Para isso deve-se alterar entre o modo RTA e EQ. Na figura 35 vemos a janela de configuração global do Ultracurve, na qual visualizamos suas configurações básicas, tais como: sinal de entrada analógico ou digital, ajuste de contraste para o visualizador, bloquear o modo RTA, proteção contra usos desautorizados e contra escritas na memória do programa, utilização de sinal MIDI, envio ou recepção de mudanças no programa, envio e recepção de dados exclusivos do sistema, entre outros.

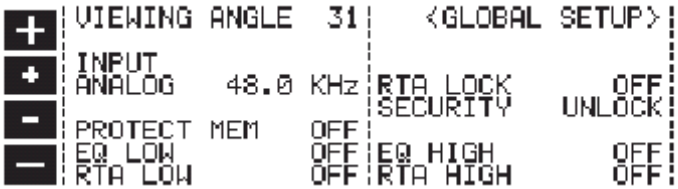

FIG.35 – Janela de Configuração Global do Ultracurve.

5.4.4. Modo EQ e Feedback Destroyer:

O visualizador mostra um equalizador gráfico de 31 bandas e o atenuador master, ligeiramente separado, para o nível total, à direita (FIG.36).

Neste modo pode-se configurar a equalização manualmente, controlar o nível de saída e de entrada do Ultracurve, acionar o Fedback Destroyer (destruidor de microfonia, realimentação) verificando o estado dos seus filtros e modificando-os, e ajustar o tempo de delay da saída ou entrada (desativando-o ou o modificando).

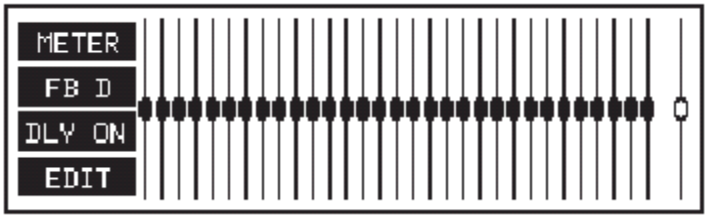

FIG.36 – Janela principal do equalizador do Ultracurve.

Na figura 37 e 38, vemos o menu edit e a janela de informação de uma das 31 bandas do equalizador, que mostra a freqüência selecionada, o nível de reforço ou atenuação aplicados a cada um dos dois canais, o número e o nome do programa.

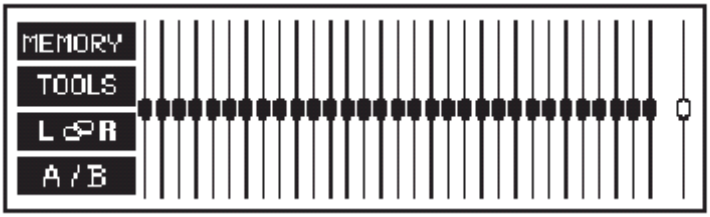

FIG.37– Menu EDIT no equalizador do Ultracurve.

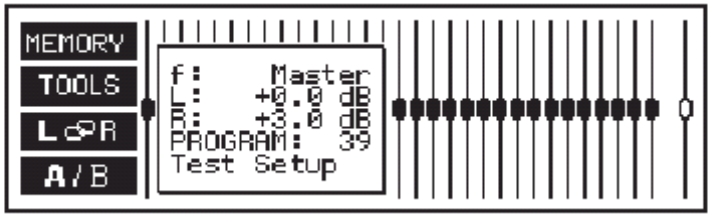

FIG.38 – Janela de informação em modo EQ.

O Feedback Destroyer é um dos recursos do Ultracurve que deve estar constantemente acionado para impedir qualquer microfonia durante o processo monitorado. O visor (FIG.39) mostra todos os 6 equalizadores paramétricos do Ultracurve (freqüência selecionada, largura de banda, grau de reforço ou atenuação e quais os parâmetros estão fixos ou ajustados para a busca automática, funcionando como eliminadores de microfonia).

Busca Automática significa que o sinal de áudio é examinado continuamente para sinais de microfonia. Se alguma microfonia for detectada, o Ultracurve determina um filtro apropriado para a freqüência correspondente e aplica atenuação de faixa estreita, também conhecido como um “Notch Filter”. Os parâmetros que estão sendo usados serão mostrados continuamente. A próxima microfonia será tratada pelo próximo filtro disponível. Quando todos os filtros forem usados, e ainda ocorrerem microfonias, o filtro usado primeiro, ou com freqüência mais antiga será liberado para tratar desta mais recente. Se a microfonia ocorre muito próxima de uma freqüência já sendo tratada, ou reaparece em uma freqüência que já tem um filtro atuando, o filtro já em uso terá seus parâmetros alterados para lidar com o novo problema, a largura de banda será ampliada, ou a atenuação aumentada.

No modo “tiro único” o filtro não será liberado de um ajuste que tenha sido alcançado, isto é particularmente útil com problemas em freqüências fixas como ressonâncias de toca-discos e posições fixas de microfones e monitores. Se a microfonia é detectada o filtro indicará com qual freqüência e o status do filtro mudará para locked travado (LCK). Sendo possível somente ampliar sua largura de banda ou aumentar a atenuação, mas não liberará a freqüência para tratar uma nova freqüência de microfonia.

Quando usado como um equalizador paramétrico todos parâmetros podem ser ajustados manualmente. É também possível alterar um ajuste automático de Feedback Destroyer para PAR para fixar o ajuste de maneira que o filtro não seja alterado novamente. Quando ajustado para OFF o ganho será fixado em 0 dB para que o filtro não tenha influência nenhuma.

O Feedback Destroyer permanece ativo em todos os menus do EQ. Nos menus de setup bem como no menu do medidor de nível os parâmetros de todos os filtros são travados. O Feedback Destroyer pára a busca quando o aparelho se encontra nestes menus.

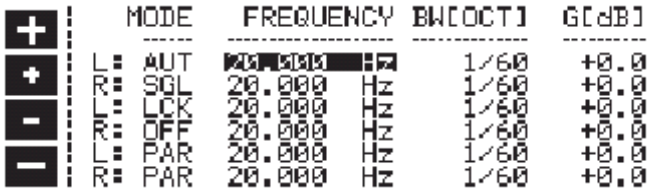

FIG.39 – Tela do Feedback Destroyer.

5.4.5. Modo RTA – analisador em tempo real:

O analisador em tempo real permite a medição de terceiras bandas com uma exatidão de 0.25db. Neste modo obtêm-se os valores exatos de cada banda selecionada, tais como a freqüência, o nível no momento da congelação e o nível máximo alcançado até tal momento da mesma.

O display do RTA (FIG.40) mostra as 31 freqüências com 1/3-oitava, com o nível geral à direita, de forma semelhante ao display do equalizador. A janela de informação (FIG.41) mostra os valores precisos referentes à freqüência selecionada, e mais o número do programa RTA atualmente em uso:

f: freqüência em Hertz da faixa selecionada.

act: o nível presente quando o display foi congelado.

max: o nível mais alto atingido nesta freqüência até o momento quando o display foi congelado (os valores máximos gravados na memória podem ser substituídos).

program: mostra o número do programa RTA atual (variando de 1 a 10).

Os níveis mostrados no RTA referem-se ao digital máximo.

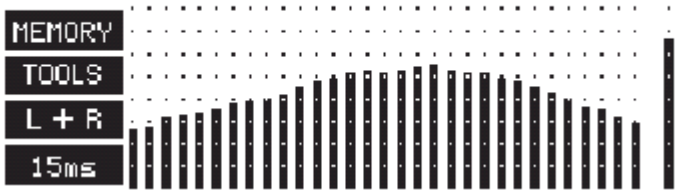

FIG.40 – Janela principal do analizador do Ultracurve.

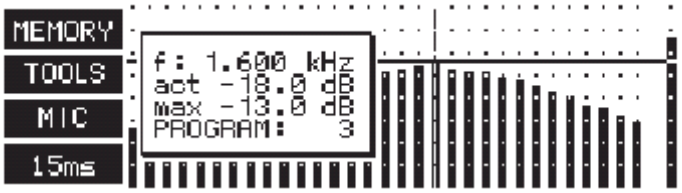

FIG.41 – Janela de informação em modo RTA.

O medidor de nível (FIG.42) controla os níveis de entrada e saída do Ultracurve. O visor gráfico de barra controla o nível RMS eficaz (partes sólidas da barra), e o nível de pico (extremos quadriculados da barra), simultaneamente.

O limiter do Ultracurve monitora antes uma porção de amostras para antecipar as dinâmicas de áudio. Isto permite uma suave e, dentro dos limites óbvios, operação sem falhas do limiter.

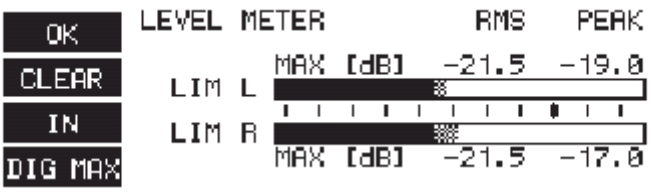

FIG.42 – Medidor de nível.

5.4.6. Função Auto EQ:

Nesta função é possível ajustar o Ultracurve a completamente automático para adaptar o trajeto da freqüência a uma determinada acústica da sala. Deve-se utilizar um microfone de medição com características esféricas, que receberá um sinal de ruído rosa, emitido pelo próprio aparelho, através das caixas da sala. Este sinal captado pelo microfone será analisado pelo aparelho, que irá gerar uma curva de freqüências com suas devidas correções, de modo a eliminar microfonias e filtrar freqüências que poderiam sofrer danos devido à acústica do ambiente. Observe as posições recomendadas para tais medições na figura 43.

Esta ferramenta é largamente utilizada pelos operadores na equalização inicial, no entanto a curva gerada pelo aparelho ainda não deve ser tomada como definitiva, pois existem detalhes no som do ambiente que o aparelho toma como irrelevantes e que, para o operador, talvez não seja, e deva ser modificado, tais como caixas adicionais ou ênfase em determinadas faixas.

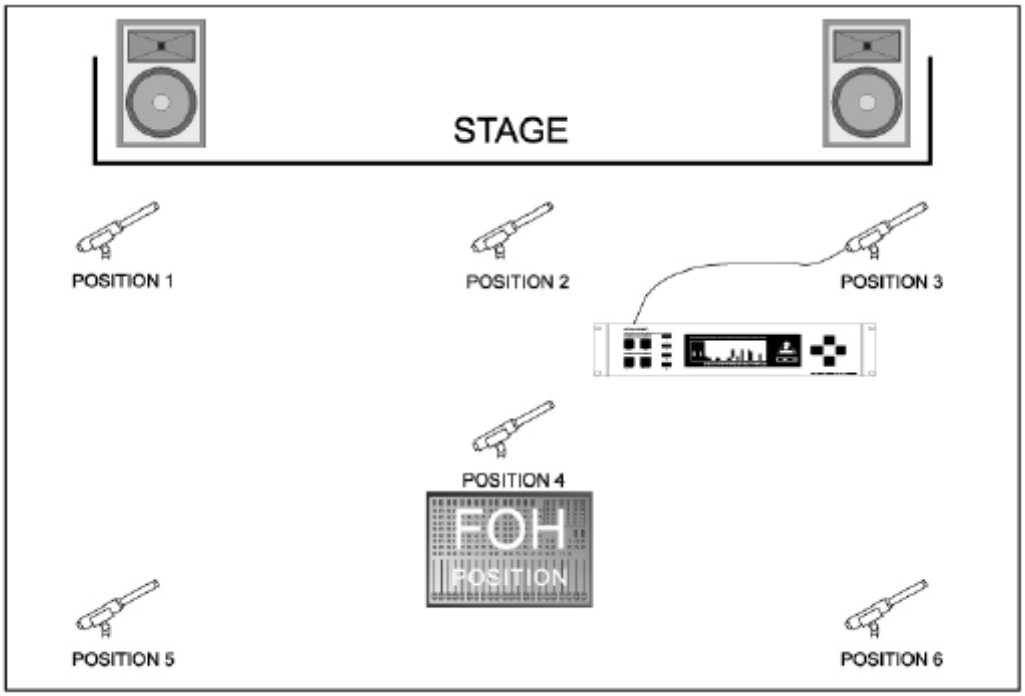

FIG.43 – Posições recomendadas para medidas com o microfone de referência.

5.4.7. O software:

O EQ-Design, software do Ultracurve, ilustrado nas figuras 44, 45 e 46, é um programa para rodar em um PC projetado para controlar um ou mais Ultracurves via MIDI, com funções adicionais e facilidade de uso melhorada. O software requer um computador compatível IBM PC com uma interface MIDI. Todas as características do Ultracurve são controláveis do PC com uma interface gráfica própria.

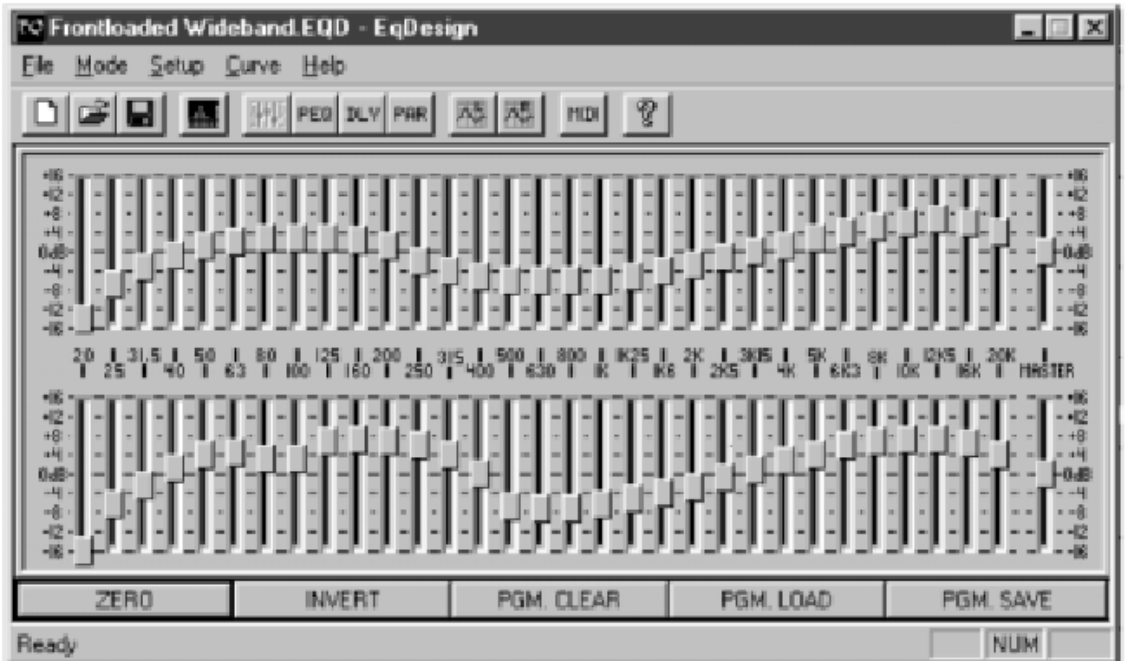

FIG.44 – Janela do EQ-Design.

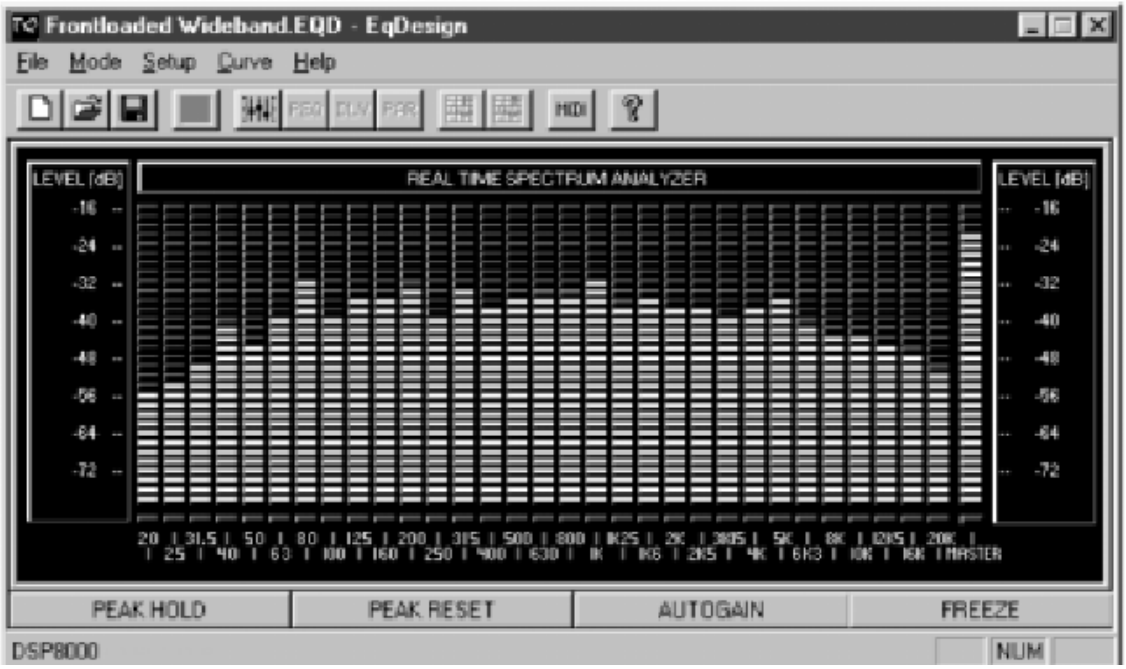

FIG.45 – Janela do modo RTA.

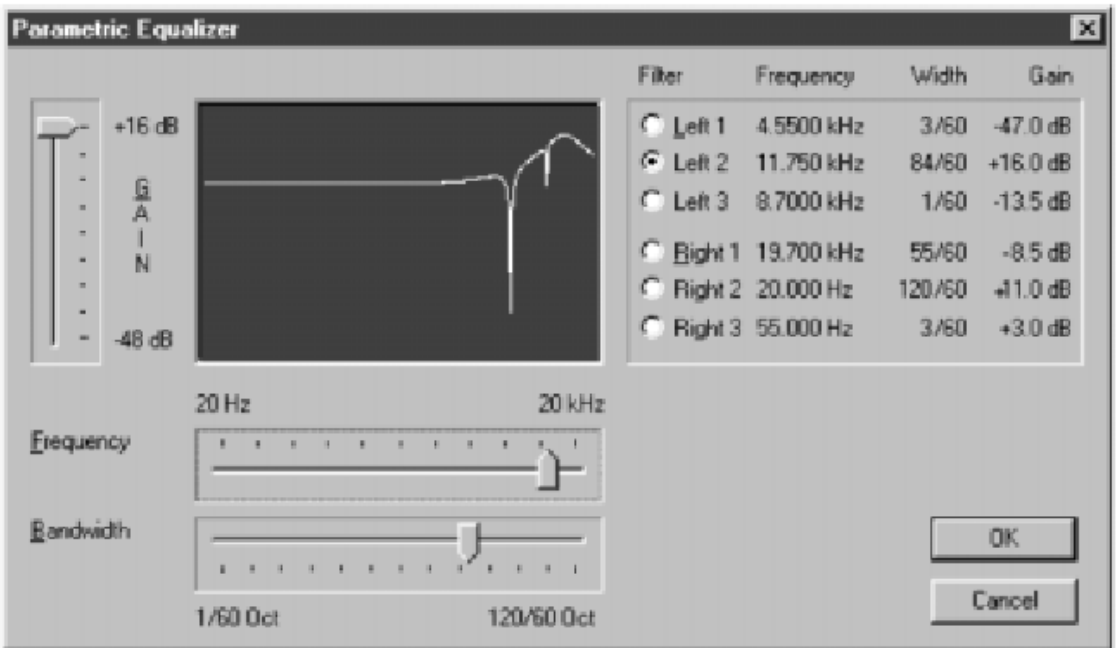

FIG.46 – Janela do equalizador paramétrico.

Na página seguinte, fotos do software, através do qual se podem controlar todas as características do aparelho via sinais MIDI, fazer ajustes mais precisos tais como controlar os parâmetros dos filtros - dos quais pode-se também obter uma ilustração gráfica de suas influências -, obter curvas resultantes (resposta em freqüência) das suas operações estáticas, etc. Esse software é constantemente aperfeiçoado e pode ser obtido, para um ‘upgrade’ do aparelho, através da Internet.

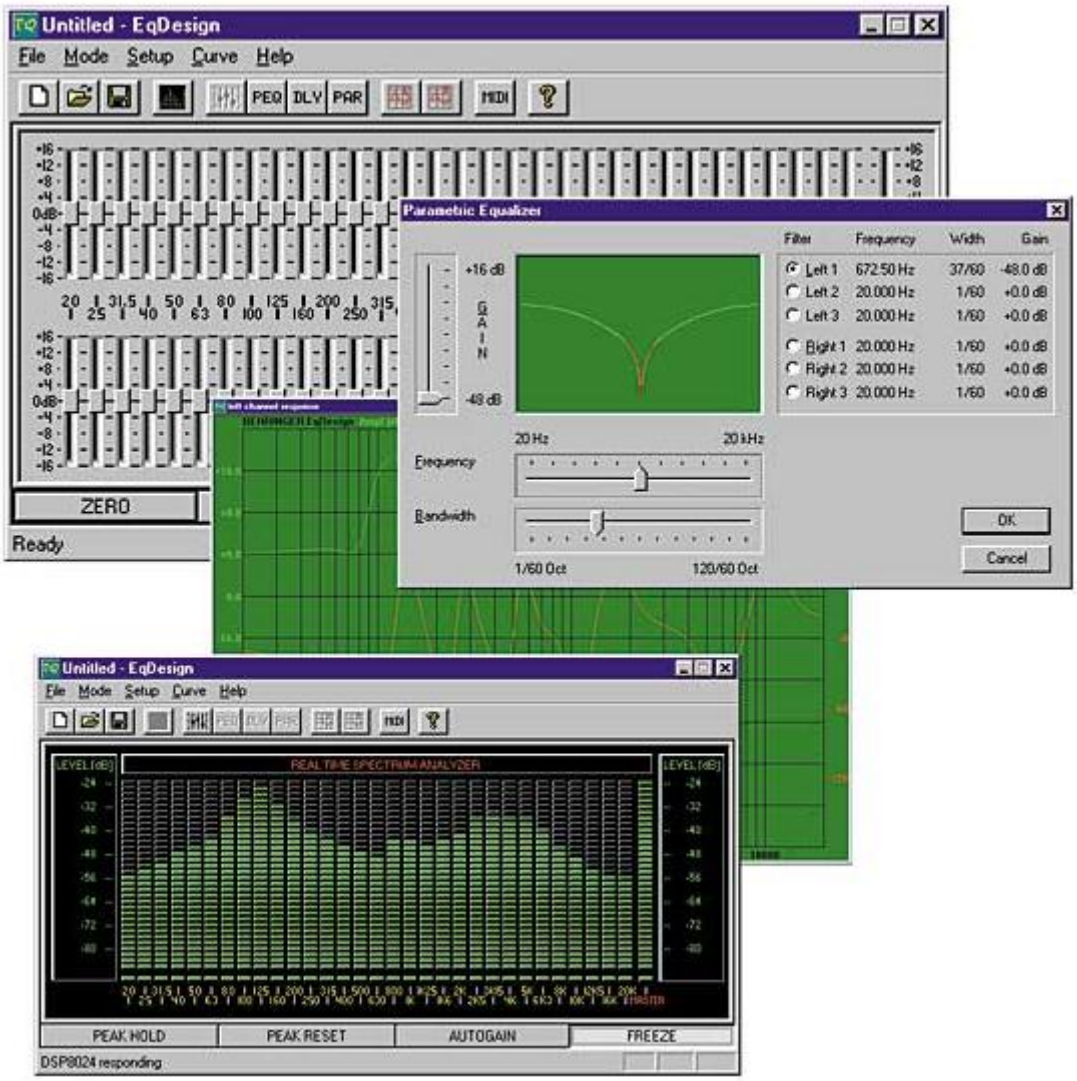

Foto 8 – Janelas do software do Ultracurve.

5.4.8. A instalação e aplicações:

A conexão de AC do Ultracurve é feita usando um cordão de força principal e um receptáculo padrão IEC. A seleção de voltagem AC é definida pela posição da porta fusível. Um fusível de segurança protege a unidade de defeitos sérios. Se o fusível queima, é um aviso, que indica que o circuito está sobrecarregado. A falha deve sempre ser consertada antes do fusível ser substituído. Se o fusível de segurança falhar e precisar de substituição após o conserto da unidade, deve-se ter certeza que foi substituído somente por um de mesmo tipo e capacidade.

As saídas e entradas digitais (AES/EBU interface) são realizadas balanceadas e à terra. O projeto do circuito possui redução automática de roncos e ruídos para sinais balanceados e permite uma operação sem problemas, mesmo com altos níveis de operação. Induções externas de roncos de AC etc. serão efetivamente eliminadas. A servo-função automática reconhece a presença de conectores desbalanceados e ajusta o nível nominal internamente para evitar diferenças de nível entre os sinais de entrada e saída (correção de 6 dB).

O uso de transmissores de alta qualidade garante uma transmissão de sinal livre de tensão e sem ruídos. As conexões MIDI (IN/OUT/THRU) realizam-se através de conexões de ficha DIN padrão. A transmissão de dados realiza-se livre de tensão através de conexões ópticas.O Ultracurve se ajusta a dois espaços de rack padrão 19" (3 1/2”). Deve haver espaço suficiente ao redor da unidade para ventilação e não se deve instalar o Ultracurve sobre dispositivos de altas temperaturas, tais como amplificadores de potência etc., para evitar superaquecimento.

O Ultracurve pode exercer várias funções dentro de um estúdio ou projeto de som, entre elas a mais utilizada é sua configuração como equalizador geral de PA, no entanto existem outras:

- O Ultracurve como um equalizador geral de PA (FIG.47)
- O Ultracurve como um equalizador de monitor
- O Ultracurve no estúdio de gravação
- O Ultracurve como parte de um setup de teclados
- O Ultracurve como parte de um setup de guitarra
- O Ultracurve como uma ADC
- O Ultracurve como uma unidade de Delay

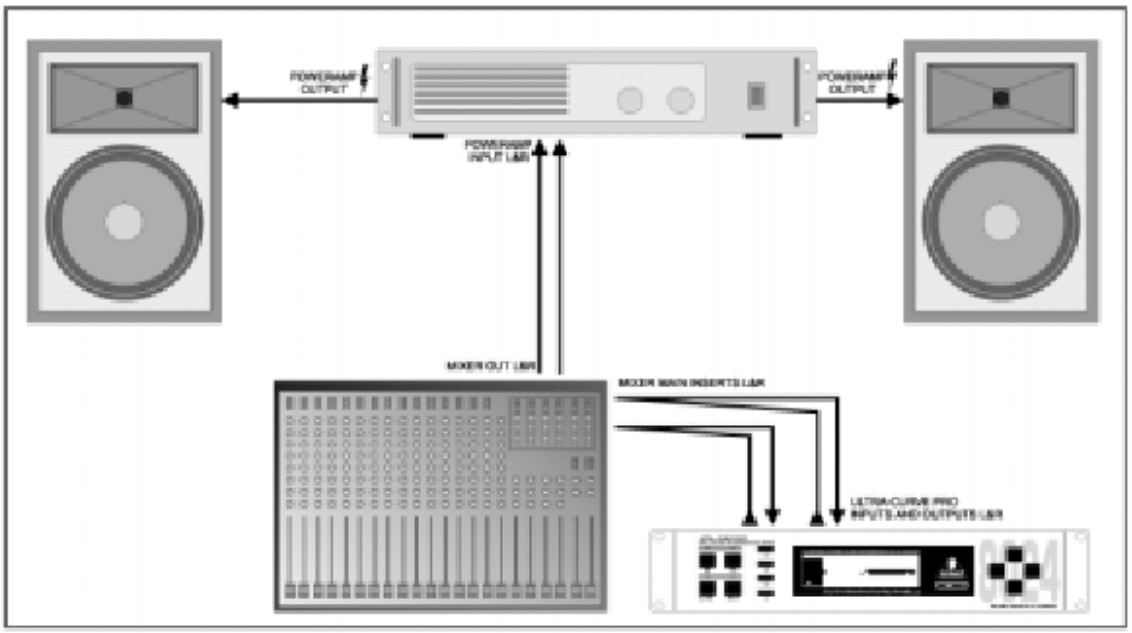

FIG.47 – O Ultracurve como equalizador geral de PA.

5.5. Recomendações técnicas:

É recomendado que se leia todo o manual do aparelho antes de sua instalação e operação, uma vez que essa é uma fonte confiável de informações, essencial para uma boa utilização do aparelho e para o próprio aprendizado do operador.

Abaixo, um especialista na área de equalização escreveu sobre um dos problemas mais freqüentes desse processo, a microfonia, e como devemos atuar para resolvê-lo o mais rápido possível. Devemos observar que tal solução se torna mais eficiente de acordo com a experiência adquirida com o tempo.

David B. Distler sugere: “Se existe uma realimentação acústica (microfonia) ao abrir um canal na passagem de som, não se deve começar imediatamente a girar os controles de equalização para cortar freqüências. Deve-se prestar atenção nesta freqüência e ver se ela é aguda ou média/aguda (envolvendo comprimentos de onda relativamente curtos) e experimentar um re-posicionamento dos microfones de modo a não estar captando sons diretos ou refletidos, que causam a microfonia”.

Para se saber o comprimento de uma onda – outro conceito imprescindível para um bom operador de som – deve-se usar a seguinte fórmula:

$$\lambda = 344/f$$

onde λ é o comprimento de onda, 344 metros por segundo é a velocidade do som e f a freqüência.

Exemplo: a freqüência média correspondente a 1KHz tem 34,4 cm. Portanto se você ouve uma microfonia caracterizada por esta freqüência, antes de se atenuar o conteúdo de mil Hertz da voz ou instrumento daquele canal, deve-se experimentar o re-posicionamento do microfone numa distância entre 8,6 e 17,2 cm, um quarto e a metade da onda para ver se esta solução acústica resolve o problema deixando intacto o sinal do canal em questão.

Esse tipo de atuação no posicionamento dos microfones e instrumentos é uma das coisas na qual o operador não pode contar com o apoio de equipamento algum. O que o Ultracurve, por exemplo, faria nessa ocasião seria cortar as freqüências que causaram a microfonia imediatamente, o que, muitas vezes, pode comprometer a produção sonora em termos de qualidade.

Um bom operador de som não deve se conter ao conhecimento do funcionamento dos aparelhos pois, como visto acima, se não forem utilizados de forma consciente e moderada, podem trazer problemas.

6. CONCLUSÃO:

A equalização de sinais de áudio é um processo muitas vezes menosprezado, por ser a parte mais difícil e exigir profundo conhecimento técnico, mas quando bem realizado, trás retornos significativos no processo da execução sonora. Em um sistema básico de som, observei ser este processo, o que exige maior atenção e percepção do operador ou técnico que o realiza, pois é ele que definirá a qualidade do som reproduzido.

O Ultracurve, utilizado em todos os projetos da empresa, se mostrou muito eficiente em sua função, pois apresenta uma certa facilidade em sua operação e realiza ajustes no espectro de freqüências do ambiente, muitas vezes imperceptíveis ao ouvido de um operador de som menos experiente. Com essa facilidade, a operação de som se torna realizável para quem não possui qualquer qualificação técnica, viabilizando projetos que satisfaçam os ouvintes sem lhes custar um investimento também na manutenção de alguém qualificado.

O processo em questão deveria ser mais estudado, devido à sua importância no contexto da reprodução sonora e à falta de fontes bibliográficas confiáveis bem estruturadas em termos de conteúdo. Os que se interessam pelo assunto devem se orientar através da leitura detalhada de manuais, prática fundamental para a operação dos equipamentos citados na pesquisa e que foi essencial também para que eu a realizasse.

7. ANEXOS:

>ANEXO 1 - Faixa de freqüência audível.
>ANEXO 2 - Característica técnicas do Mixer analógico Phonic MR4243.
>ANEXO 3 - Especificações técnicas do ULTRACURVE PRO DSP8024
>ANEXO 4 - Estrutura dos Menus EQ e RTA do ULTRACURVE PRO DSP8024

8. BIBLIOGRAFIA:

- PRÄSS, Alberto Ricardo. “Movimento ondulatório” e “Ondas sonoras” < disponível em: http://fisicanet.terra.com.br/ > Acesso em out. 2003.
- DISTLER, David B. “A Mesa de Som - Parte C - Equalização” < disponível em: http://www.gospelmusiccafe.com.br/tecnologia11.asp > Acesso em jun. 2003.
- COSTA, Dênio. “O V da equalização” e “Os sinais de áudio” < disponível em: http://www.dgcaudio.com.br/i_suporte.htm > Acesso em jul. 2003.
- Produtos: Mixer Phonic MR4243 < disponível em: http://www.phonic.com.br/lista/lista.asp?codigo=5987 > Acesso em nov. 2003.
- Produtos: Mixer Yamaha GA3212, 01V96 e DM 2000 < disponíveis em: http://www.yamahaproaudio.com/ > Acesso em jul. 2003.
- Produtos: Equalizadores Gráficos Ciclotron CGE2101 < disponíveis em: http://www.ciclotron.com.br/produtos/cge2101/cge2101.html#menu > Acesso em jul. 2003.
- Produtos: Ultracurve PRO DSP8024 < disponível em: http://www.behringer.com/02_products/prodindex.cfm?id=DSP8024&lang=ENG&CFID=421065&CFTOKEN=63391959 > Acesso em jul. de 2003.
- Manual do Ultracurve PRO DSP8024. Alemanha: Equipo, jun. de 2001.
- Manual do Mixer Yamaha GA3212. Taiwan: Yamaha Corporation, 1998.
- Manual do CGE2101 Equalizador Gráfico De Q-constante. São Paulo: Ciclotron Indústria Eletrônica Ltda, 2003.
- Grupo de discussão YAHOO ‘AUDIOLIST’. Acesso no período de maio à out. 2003.

ASSINATURAS:

_____

Estagiário Fábio Wanderley Janhan Sousa

Supervisor de estágio Luiz Augusto Rosas

Carimbo da empresa L.R. Áudio e Vídeo