NÚMERO 6/21 (1218) JUNHO 2021

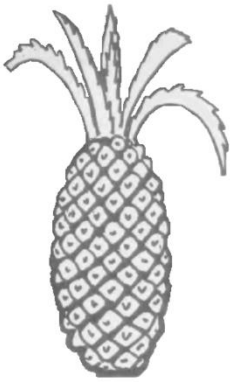
12ª EDIÇÃO



ONLINE!

antenna

ELETRÔNICA - SOM - TELECOMUNICAÇÕES



TVKX

Neste Número:

Transmissor Valvulado Para CW

Pré-Amplificadores e Processadores

O Primeiro Artigo Para Antenna a Gente Nunca Esquece

Calculando Circuitos Integradores e Diferenciadores

Fonte de Alimentação em Corrente Contínua

O Som do Cinema - Parte II

Amplificador para Fones

O Amplificador Cygnus PA 800

O Marantz 2600

Conheça a História de Antenna

Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos



antenna

Número 6/21 – junho de 2021 – Ref. 1218



NOTAS DA EDIÇÃO – Prezados leitores, o mês de junho nos traz à lembrança a necessidade de se doar sangue, principalmente nestes tempos de pandemia. AQUI você vai encontrar informações sobre quem pode doar e a importância desse ato.

Antenna completa um ano de publicações online, com sua **12ª edição.** Vamos comemorar com algumas lives sobre tecnologia e memória da revista. Nossos colaboradores vão interagir com vocês, responder perguntas e contar "causos" do passado. O link para elas estará na página de Antenna no Facebook, no dia das lives, 20/06. Fique ligado e curta a página.

Conforme havíamos anunciado, a partir deste mês colocaremos links para a compra das revistas impressas, em empresas que fazem essa impressão e remetem o exemplar para o comprador. Esclarecemos que as empresas não são vinculadas a Antenna de nenhuma forma, apenas fazem o serviço de impressão conforme haja demanda do comprador.

Lembramos novamente que o sucesso das montagens aqui descritas depende muito da capacidade do montador, e que estes e quaisquer outros circuitos em Antenna são protótipos, devidamente montados e testados, entretanto, os autores não podem se responsabilizar por seu sucesso, e, também, recomendamos **cuidado ao manipularem-se as tensões secundárias e da rede elétrica comercial. Pessoas sem a devida qualificação técnica não devem fazê-lo ou devem procurar ajuda qualificada.**

SUMÁRIO

3 - **ANTENNA** – Uma História – Capítulo VI..... ***Jaime Gonçalves de Moraes Filho***

7 - **CQ-RADIOAMADORES** – **AMECO AC-1 -** As Delícias de Um Kit de Transmissor Valvulado Para CW..... ***Ademir – PT9HP***

10 – Pré-Amplificadores e Processadores..... ***João Yazbek***

17 - Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte X..... ***Álvaro Neiva***

25 - **TVKX** – O Sonho..... ***Jaime Gonçalves de Moraes Filho***

31 - O Primeiro Artigo Para Antenna a Gente Nunca Esquece..... ***Paulo Brites***

33 - Calculando Circuitos Integradores e Diferenciadores..... ***Paulo Brites***

40 - Projeto de Fonte de Alimentação em Corrente Contínua Com Regulador Linear – Parte X..... ***Álvaro Neiva***

45 - O Som do Cinema – Uma Breve História Parte II..... ***Alfredo Manhães***

59 - Amplificador Para Fones. Ou Será Mais? Parte IV..... ***Álvaro Neiva***

70 - Análise do Amplificador Cygnus PA 800..... ***Marcelo Yared***

81 - Análise do Ampliceptor Marantz 2600..... ***Marcelo Yared***

ANTENNA – Uma História
Capítulo VI

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*

Alguns leitores provavelmente estão estranhando nos alongarmos sobre os aspectos históricos referentes ao surgimento da Radiofonia no Brasil, enquanto o tema principal seria a história da Revista Antenna. Acontece que o surgimento da publicação técnica está intimamente inserido no mesmo contexto, o que justifica a presente narrativa;

Como vimos anteriormente, os estúdios da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro foram instalados inicialmente em um dos andares do Edifício Guinle, na atual Avenida Rio Branco, com a antena localizada na cúpula de um edifício próximo.

A partir de setembro de 1923 passou então a ocupar três alas do Pavilhão da Tchecoslováquia, localizado na Avenida das Nações, na Esplanada do Castelo. Finalmente a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro possuía um estúdio e instalações técnicas adequadas. Seu endereço passou a ser: "Pavilhão Tcheco–Slovaco – Avenida das Nações – Rio de Janeiro; Telefone: Central 1024".

O transmissor, cedido pela Companhia Telegraphica Brasileira, era um Marconi, de fabricação inglesa, operando com potência de 2 kW, mais do que suficiente para cobrir toda a área do Distrito Federal e grande parte do Estado do Rio de Janeiro, embora em condições favoráveis tivesse alcançado alguns estados vizinhos. Sua construção era bem semelhante àqueles utilizados pela BBC e operaram durante vários anos, com excelente qualidade de som.

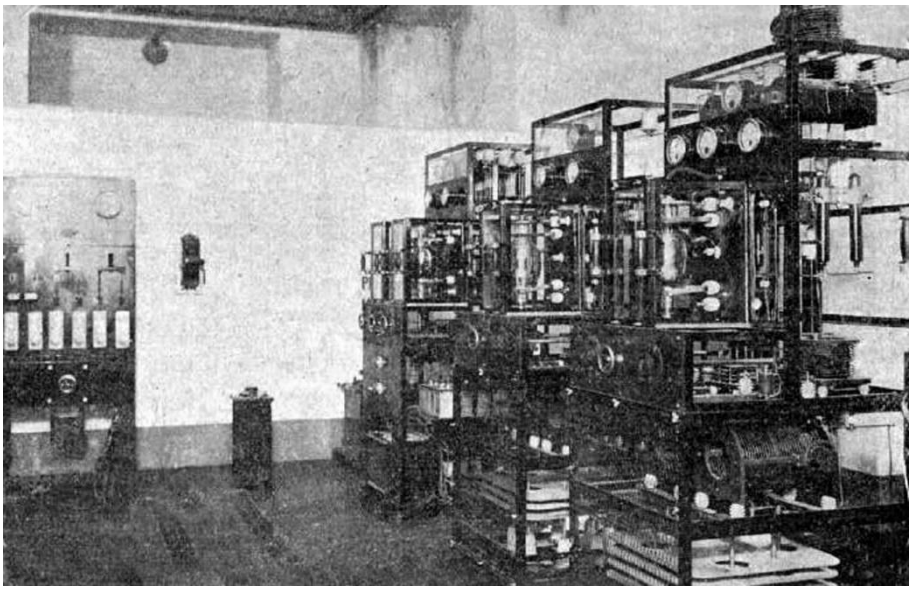


FIGURA 1 - Transmissor da Rádio Sociedade

*** Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica**

Em uma das extremidades do prédio foi montada a Central Técnica, como se observa na figura 2. À esquerda tem-se a " Sala de Machinas", onde se localizavam os grupos moto-geradores. Explica-se: a alta–tensão, com cerca de 3.000 Volts DC, era obtida a partir de um gerador de corrente contínua, alimentado por um motor ligado à rede elétrica.

Ao centro, a "Sala dos Accumuladores", onde ficavam as baterias de chumbo–ácido, para alimentar os circuitos de baixa tensão do transmissor e à direita o transmissor "Marconi", visto na foto anterior.

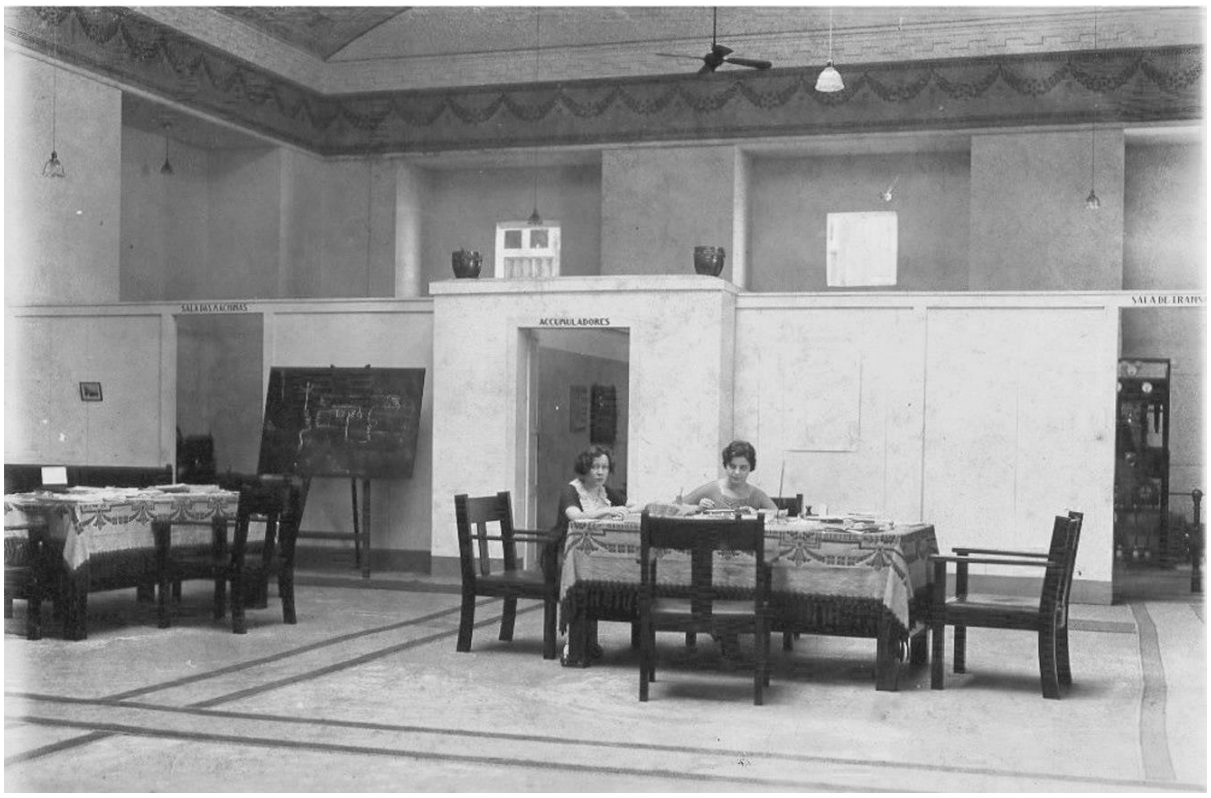


FIGURA 2 - Central Técnica da Rádio Sociedade

Em direção oposta à Central Técnica situava–se o estúdio da emissora.

O local comportava satisfatoriamente uma orquestra de câmara, além de um piano de cauda, doado por um dos associados.

As cortinas, destinadas também a melhorar a acústica local, tinham um comprimento total de aproximadamente 1000 metros. Algumas tapeçarias e mobiliários, oriundos da Tchecoslováquia, foram remanescentes da Exposição Internacional.

Aproveitando-se o amplo espaço, seus Diretores montaram, com a colaboração dos associados mais entusiastas, uma ante sala, localizada no primeiro andar. As tapeçarias ajudavam a dar ao local um certo ar de requinte.



FIGURA 3 - Estúdio da Rádio Sociedade

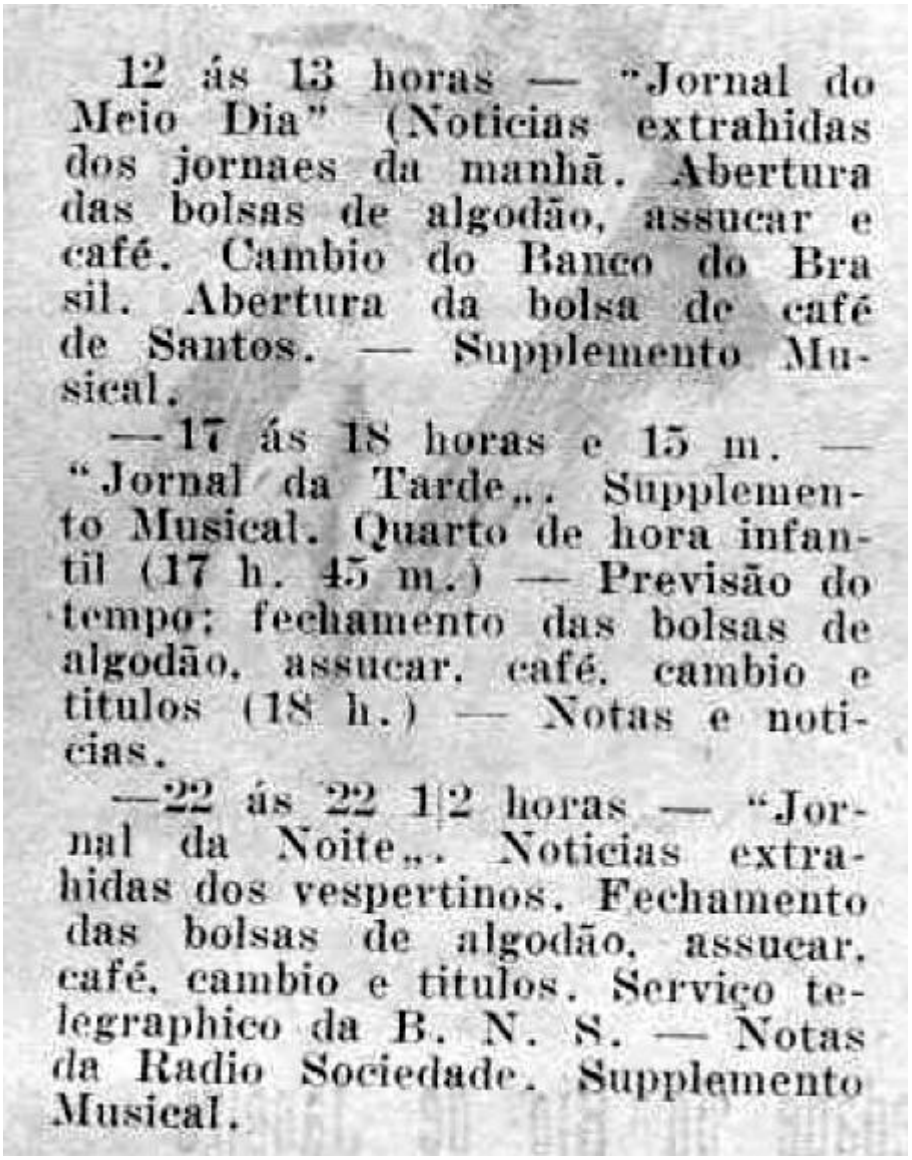
Como a filosofia principal da emissora era difundir a Educação e a Cultura, a programação não poderia fugir a estes princípios.

A parte musical era, na maioria das vezes, realizada ao vivo, dada a falta de uma discoteca. Para contornar essa situação, os associados cediam seus discos para serem reproduzidos pelo Rádio, citando-se no final os agradecimentos ao sócio pela sua gentileza.

Quando da execução de peças musicais, era muito comum os músicos, após tomarem seus lugares, realizarem alguns ajustes na afinação dos instrumentos. Neste período o sinal era interrompido, originando-se uma pausa antes da execução da peça.

A programação era iniciada às doze horas, com o " Jornal do Meio-Dia", cujas notícias eram retiradas dos jornais que circularam pela manhã. Muitas vezes o próprio Roquette-Pinto se encarregava de assinalar, com o seu célebre lápis bicolor, as notícias de maior interesse.

A programação era constituída de três blocos, terminando por volta das 22h e 30min.



12 ás 13 horas — "Jornal do Meio Dia" (Noticias extrahidas dos jornaes da manhã. Abertura das bolsas de algodão, assucar e café. Cambio do Banco do Brasil. Abertura da bolsa de café de Santos. — Supplemento Musical.

— 17 ás 18 horas e 15 m. — "Jornal da Tarde". Supplemento Musical. Quarto de hora infantil (17 h. 45 m.) — Previsão do tempo; fechamento das bolsas de algodão, assucar, café, cambio e titulos (18 h.) — Notas e noticias.

— 22 ás 22 1|2 horas — "Jornal da Noite". Noticias extrahidas dos vespertinos. Fechamento das bolsas de algodão, assucar, café, cambio e titulos. Serviço telegraphico da B. N. S. — Notas da Radio Sociedade. Supplemento Musical.

FIGURA 4 - Programação da Rádio Sociedade

AMECO AC-1

As Delícias de Um Kit de Transmissor Valvulado Para CW

“O saudável saudosismo...” por Ademir Freitas Machado – PT9HP



Segundo informações de quem teve o prazer de montar um kit Ameco AC-1, lá por volta de 1960, seu custo era em torno de 16 a 20 dólares da época.

Esse transmissor de CW foi o primeiro rádio para milhares de radioamadores norte-americanos.

Atualmente, montar um transmissor deste tipo sai muito caro, senão quase impossível, visto que não se encontram com facilidade os capacitores variáveis e o transformador de tensão requeridos.

Uma alternativa é montar um TX monovalvular, usando os 12 volts do secundário do transformador como alimentação e o secundário de 220 volts para alimentar a etapa de saída. Na página do Gomes, PY2 MG, tem um circuito assim.

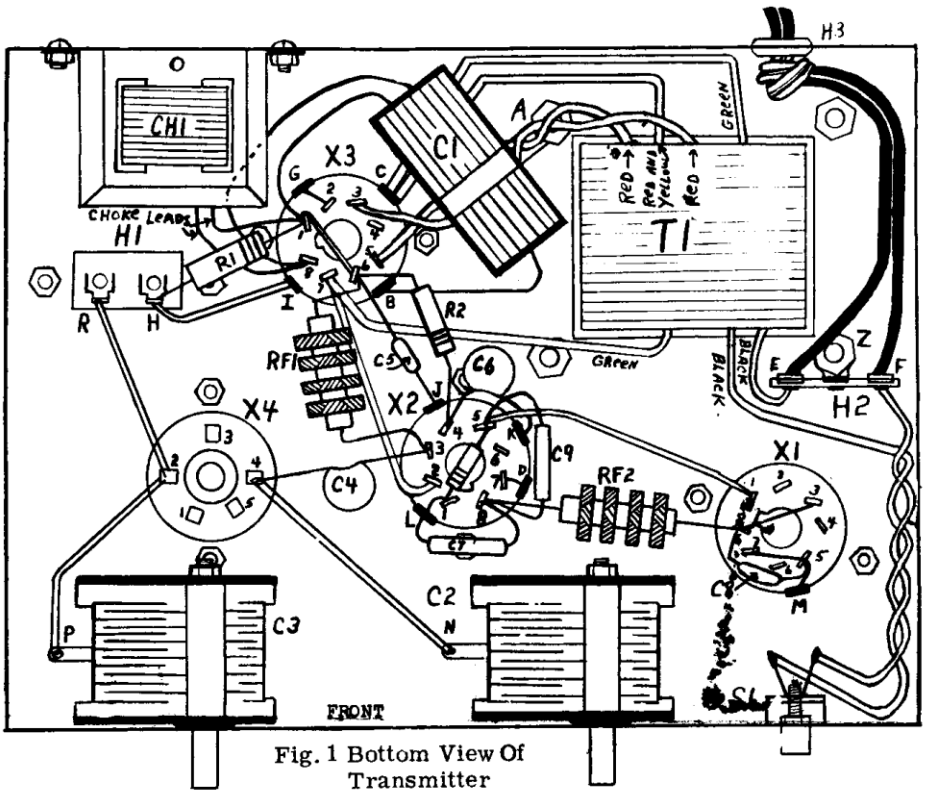
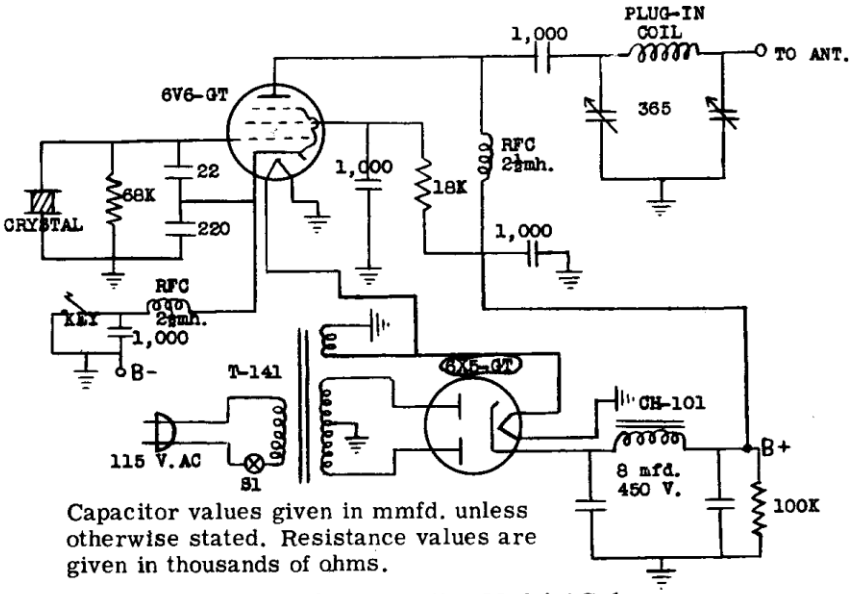


Fig. 1 Bottom View Of Transmitter



Capacitor values given in mmfd. unless otherwise stated. Resistance values are given in thousands of ohms.

Fig 2 Schematic of Transmitter Model AC-1

2



Clone do Ameco realizado por YS1-RS – Roberto Salazar, de San Salvador, El Salvador

---

Nota do Editor: quem quiser se aventurar na montagem do Ameco, seu manual pode ser encontrado aqui e, apesar de difíceis de se encontrar, os capacitores variáveis ainda estão à venda. No eBay, por exemplo, há ofertas deles, como esta. Podem ser adquiridos lá os knobs, decalques e demais elementos para a construção de uma cópia fiel do transmissor.

Pré-Amplificadores e Processadores



João Yazbek*

Neste mês vamos tratar dos pré-amplificadores e processadores de sinal. Antes de entrar direto no assunto, vamos entender o que eles são e para que servem.

Apesar de estarmos tratando os pré-amplificadores como equipamentos separados, como usualmente eles são encontrados em equipamentos de alta performance, os amplificadores integrados e receivers contêm pré-amplificadores como parte da eletrônica do produto. Ou seja, o que vamos discutir aqui se estende aos amplificadores integrados (aqueles que incorporam o pré-amplificador e amplificador de potência na mesma caixa) e aos receivers (que incorporam, além do pré-amplificador/processador e do amplificador de potência, também o sintonizador no mesmo gabinete).

Assim sendo, quando terminarmos, o leitor terá um conhecimento básico sobre amplificadores e pré-amplificadores e processadores separados e também para os amplificadores integrados e receivers, que são mais familiares à maior parte dos consumidores de produtos áudio.

Os pré-amplificadores exercem uma função bastante importante na cadeia de reprodução sonora. A função deles é permitir a seleção de diversas fontes de sinal, equalizando o nível de todas elas e amplificando-as de forma a excitar adequadamente o amplificador de potência.

Além disso, eles permitem também o controle de volume e o processamento do sinal a ser enviado ao amplificador. Isso porque as fontes de sinal possuem amplitudes e impedâncias de saída das mais diversas e a maioria delas não consegue excitar adequadamente o amplificador de potência diretamente.

Nos pré-amplificadores de dois canais, o processamento usualmente se limita a alguns poucos recursos. Isso já não acontece com os processadores, que possuem muitos mais, para o tratamento de áudio e também de vídeo, como veremos a seguir.

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

Com o ressurgimento dos discos de vinil e o advento das fontes digitais dos mais diversos tipos, como os Media Servers e PCs, o pré-amplificador ganhou nova importância no mundo do áudio, pois o número de fontes de sinal aumentou e a diversidade de níveis e impedâncias também.

Os LPs trouxeram de volta a necessidade do pré-amplificador de Phono (Toca-Discos), que é uma parte do pré-amplificador propriamente dito, onde um circuito especializado e bastante crítico faz a equalização e amplificação do sinal da cápsula magnética do Toca-Discos, obtido do disco de vinil, a partir de uma gravação realizada de acordo com a especificação ditada pela RIAA (Recording Industry Association of America), que é o padrão consolidado para gravações em vinil.

O pré-amplificador de Phono, em equipamentos de altíssima qualidade, pode ser também encontrado como um produto separado. Ele é, pelas dificuldades inerentes a seu projeto e manufatura, um produto cuja performance e qualidade variam muito com o preço.

Já as fontes digitais usualmente têm saídas de alto nível, que são da ordem de 1 a 2 Volts RMS, e exigem muito menos do pré-amplificador. Se o leitor utiliza somente fontes digitais e pode prescindir das entradas analógicas de nível intermediário e da entrada de Phono, a complexidade e o custo do pré-amplificador caem bastante.

A tecnologia utilizada nos pré-amplificadores também evoluiu significativamente nos últimos anos, de forma que um pré-amplificador de alta performance atual não é tão complexo como há 30 anos atrás.

Hoje em dia, os pré-amplificadores são construídos quase que exclusivamente com circuitos integrados de alta qualidade, que substituíram os dispendiosos e complexos circuitos discretos. Isso trouxe uma significativa redução de custo e um aumento bastante grande de performance, tornando os pré-amplificadores de qualidade mais acessíveis ao usuários de menor poder aquisitivo.

Os processadores são para o mundo do home-theater aquilo que o pré-amplificador é para o mundo do áudio. A diferença é que eles incorporam muito mais recursos, como as decodificações multicanal Dolby, DTS e similares, a seleção das diversas fontes de sinal de vídeo nos mais diferentes formatos, associadas ao sinal de áudio multicanal, a conversão (“upscaling”) de vídeo de baixa resolução para o formato HD, e uma série de recursos de vídeo que podem estar ou não presentes (dependendo da complexidade e do preço do equipamento) e outra série de recursos de áudio que podem também estar presentes, como a correção de resposta do ambiente, presente na maioria dos produtos para Home-Theater hoje em dia.

Enfim, esse é um assunto tão vasto que poderíamos nos alongar por muitos artigos falando dos detalhes dos pré-amplificadores e processadores.

A maior limitação de performance que existe nos pré-amplificadores está relacionada ao níveis de ruído interno, representada pela já conhecida relação Sinal-Ruído. No passado, a tecnologia não permitia grandes valores de relação Sinal-Ruído e o que tínhamos eram equipamentos ruidosos.

Quem não se lembra dos aparelhos caríssimos das décadas de 70 e 80, que ao terem seu volume aumentado para o máximo exibiam valores elevadíssimos de ruído de fundo, conhecido como ***hiss***?

Pois bem, essa é uma deficiência do passado. Com a evolução da tecnologia e das técnicas de projeto, hoje é perfeitamente possível ter-se um sistema com ruído de fundo tão baixo que se torna difícil percebê-lo. O principal responsável pelo *hiss* é o pré-amplificador, que está embutido em todos os produtos de áudio, desde aquele microsystem, passando pelos equipamentos de Home-Theater e de dois canais de alta performance como os que estamos abordando nessa coluna.

Iremos abordar aqui alguns mitos relacionados aos pré-amplificadores e verificar se eles são verdadeiros ou não. Começaremos com a ausência de controles de tonalidade em muitos pré-amplificadores modernos. Qual a razão disso? Por que houve uma mudança tão grande nos produtos, que no passado tinham controles de tonalidade e agora vemos uma abordagem minimalista que eliminou totalmente esses controles? Essa nova abordagem está correta ou ela não se justifica à luz de uma avaliação fundamentada e isenta de viés?

O leitor já deve ter notado que muitos dos pré-amplificadores de alta performance existentes no mercado possuem poucos recursos em seu painel frontal. Os pré-amplificadores de linha, que são aqueles que aceitam todas as entradas de sinal de alto nível, como por exemplo as entradas de CD e DVD (excluindo-se naturalmente as entradas de toca-discos), são os mais populares no mercado hoje em dia.

Estes pré-amplificadores usualmente possuem como controles somente a seleção de entrada e um controle de volume. Por outro lado, existem também pré-amplificadores com mais recursos, com controles de tonalidade, balanço e loudness. Tais amplificadores adotam uma filosofia menos minimalista e apresentam mais recursos ao usuário.

Com o advento do áudio digital, as fontes de sinal se tornaram mais próximas da perfeição, ou seja, apresentam uma qualidade bastante superior às fontes analógicas de anos atrás. Com isso, a necessidade de correções tonais se tornou menor. Os fabricantes que utilizam a aproximação minimalista argumentam que controles tonais degradam o sinal musical e que seus produtos não os usam justamente para evitar essa degradação.

Além disso, eles pressupõem que o sistema em que eles serão utilizados terão resposta em frequência tão plana que não precisarão de correções na resposta em frequência. A simples ideia de que um controle possa alterar o sinal de áudio de forma

que este não seja fiel ao sinal original já é suficiente, para a eliminação desses controles, segundo seus defensores.

Outra linha de pensamento utiliza controles de tonalidade, loudness e balanço e fornece uma chave By-Pass que retira esses controles do caminho do sinal, enviando-o diretamente para a saída. Sabemos que quanto mais etapas de processamento de sinal existem no sistema, maior a possibilidade de o sinal sofrer alguma degradação, mas isso justifica a ausência de flexibilidade no sistema? Os controles de tonalidade são realmente os grandes vilões da qualidade de um pré-amplificador?

A questão da flexibilidade proporcionada pelos controles tonais transcende o equipamento em si e vai muito além das fronteiras da reprodução eletrônica do sinal. Os principais fatores a serem levados em consideração estão apresentados abaixo.

O primeiro fator a se considerar é a qualidade das gravações existentes no mercado, que varia enormemente. Existem obras gravadas com excesso de graves, ou com falta de agudos ou com algum tipo de problema tonal. Gravações antigas geralmente apresentam alguma deficiência gerada pelas limitações técnicas da época, e ouvi-las do jeito que estão pode não ser a forma mais agradável. Pequenas correções tonais podem dar vida nova a gravações limitadas ou mal feitas e proporcionar uma experiência muito mais agradável.

O segundo fator a se considerar é o ambiente de audição, geralmente muito aquém do ideal. As salas utilizadas usualmente têm deficiências que podem ser corrigidas por meio do equipamento. Salas com absorção em alguma faixa de frequências são muito comuns, e o equipamento pode proporcionar a devida correção de forma simples, sem a necessidade de se alterar o ambiente para que ele fique acusticamente plano.

O terceiro fator é que a resposta em frequência das caixas acústicas utilizadas pode estar longe do ideal, apresentando alguma deficiência a ser compensada. Além disso, as interações das caixas acústicas com o ambiente se desenvolvem de forma complexa, que podem se traduzir em atenuação ou reforço em algumas frequências.

Por outro lado, controles tonais modernos e bem projetados quase não degradam o sinal musical. O desenvolvimento de controles de tonalidade ativos, em substituição aos passivos, trouxe uma evolução significativa na qualidade desses controles. E estes, se bem projetados, apresentam curvas elaboradas cuidadosamente para terem uma resposta adequada e não degradar a distorção e a relação sinal-ruído do pré-amplificador.

Há também a questão do desvio de fase que os controles tonais introduzem, mas esses erros de fase podem ser zerados em controles tonais bem projetados na condição plana e são bem menos prejudiciais à audição do que a ausência de correção tonal onde esta se faz necessária.

Em resumo, controles de tonalidade são indispensáveis para a correção de problemas de acústica das salas de audição, de problemas na curva de resposta de caixas acústicas e para corrigir o balanço tonal dos programas utilizados. Não os ter é deixar de ter flexibilidade para obter a melhor experiência auditiva possível.

Quanto à existência de controles de balanço, um debate similar existe na mídia. O controle de balanço permite que se ajustem os níveis relativos dos canais esquerdo e direito. Se um canal apresenta um nível maior que o outro, a imagem estéreo se apresenta deslocada para o lado mais alto.

Isso pode ocorrer mesmo com um programa cuidadosamente equilibrado, se a sala de audição apresentar absorção maior de um lado do que de outro, provocando o mesmo problema de deslocamento da imagem estéreo. Um pequeno ajuste no controle de balanço permite corrigir estes desvios de forma simples e eficaz, em vez de termos de deslocar o ponto de audição fisicamente.

Mas há quem diga que controles de balanço degradam a qualidade. Controles de balanço de produtos de concepção antiga eram passivos e degradavam um pouco o sinal, mas hoje temos a possibilidade de utilizar o controle de balanço ativo, que não introduz nenhuma degradação do sinal.

Em resumo, os controles tonais e de balanço são essenciais para uma audição mais fácil e agradável. Eles devem estar presentes, e o leitor deve procurar um pré-amplificador que os ofereça na forma ativa, que é a concepção mais moderna, aquela que não degrada o sinal de áudio. E deve observar também se existe a possibilidade de poder eliminar os controles do caminho do sinal quando isso for necessário, através da existência da chave By-Pass.

Esta é a decisão a ser tomada para se poder ter a melhor qualidade sonora possível do sistema em uso. A questão mais complicada é achar um pré-amplificador que tenha sido projetado utilizando os novos conceitos de projeto, com todos os controles ativos, pois a maioria dos pré-amplificadores existentes no mercado ainda tem tais controles implementados de forma passiva.

O controle de volume, se também implementado na forma ativa, irá apresentar um grande salto de performance para o pré-amplificador. Isso porque a concepção mais antiga e ainda presente em muitos produtos hoje em dia é aquela do controle de volume passivo, que só atenua o sinal. Nessa condição, após o controle de volume atenuar, existe um estágio amplificador com o ganho fixo para restaurar novamente o sinal.

Esse método apresenta o seguinte problema: atenua-se o sinal para depois amplificá-lo novamente, e isso degrada fortemente a relação sinal-ruído do produto. A relação sinal-ruído de um pré-amplificador é o item mais importante a ser levado em consideração, pois nela está a principal deficiência encontrada nesses produtos. Além disso,

o potenciômetro utilizado tem de ser de boa qualidade e possuir uma curva logarítmica que tem de ser similar entre os canais de um pré-amplificador, de forma a termos o mínimo de diferença entre eles.

Um controle de volume ativo é implementado de forma que o estágio final de ganho tenha seu ganho variável através do potenciômetro. Isso faz com que, no volume mínimo, esse estágio tenha um ganho idealmente igual a zero, o que faz com que o ruído gerado seja muito baixo, pois não há necessidade de se atenuar fortemente o sinal e depois aplicá-lo ao amplificador de ganho fixo. Assim sendo, a relação sinal-ruído e a distorção são muito melhoradas. Em volumes mais altos, o ganho do amplificador aumenta e este estágio amplifica mais o sinal de saída.

Esse arranjo apresenta uma vantagem enorme de qualidade sobre a versão tradicional e ainda permite, em alguns casos, que se utilize um potenciômetro linear, que possui menor variação de valor entre os canais, possibilitando obter uma menor variação de ganho entre eles.

Existem versões eletrônicas do controle de volume, implementadas através de circuitos integrados específicos. Usualmente, essas versões são utilizadas em receivers de home-theater, pois permitem o controle simultâneo do volume dos 5, 7 ou mais canais existentes nesses produtos. Porém, temos notado que esses Cis ainda têm de trilhar um caminho evolutivo para se equiparar aos melhores controles de ganho ativos.

O controle de loudness é um controle que faz a compensação da característica auditiva do ouvido humano, que é menos sensível às frequências baixas e altas em volumes baixos. Na realidade, nosso ouvido está muito longe da resposta plana em qualquer nível de audição. A compensação é feita através de um reforço nas baixas e altas frequências quando a reprodução é feita em volumes baixos. Nessa condição, o som reproduzido parece não ter corpo, e isso somente desaparece quando se aumenta o nível da reprodução.

Há quase 80 anos, essa característica do ouvido humano foi descrita e medida por **Fletcher e Munson**, cujas **curvas** de mesmo nome se tornaram bastante conhecidas, e alvo de contestação pelo mundo afora. Uma norma ISO revisou essas curvas e chegou à conclusão de que elas estão muito próximas às de vários estudos atuais, dando credibilidade aos valores obtidos naquela época.

A compensação é usualmente implementada através da chave de Loudness, que existe em muitos produtos e que introduz um reforço fixo que vai diminuindo conforme o volume aumenta. Esse controle foi sendo gradualmente abandonado nos produtos mais recentes, pelo mesmo motivo que muitos produtos, hoje, não têm controle tonal.

O agravante, no caso do controle de Loudness, é que, dado que a correta compensação é dependente de uma série de fatores, como por exemplo, o ambiente onde o sistema está instalado, a sensibilidade das caixas acústicas e o nível de gravação, para numerar somente alguns problemas, o nível fixo de correção é nitidamente insuficiente.

Há estudos mostrando que, na realidade, os controles de loudness existentes nos produtos comerciais exageram na compensação, provocando mais malefícios do que benefícios. A compensação exagerada nos graves pode levar amplificadores à limitação de potência por clipping e introduzir distorção e isso pode explicar por que os controles de Loudness são pouco presentes nos equipamentos atuais.

Mas, e quanto aos controles de loudness variáveis, que fazem com que o usuário possa ajustar o nível desejado? O ajuste variável também é complicado de ser feito, mas o usuário pode ajustar o loudness para a sua necessidade. Esses controles variáveis usualmente são passivos, e introduzem também alguma degradação do sinal, ao aplicar a atenuação. Existem uns poucos pré-amplificadores com controle de ativo, mas esses são também difíceis de ajustar, apesar de não introduzirem degradação no sinal.

Em resumo, ajustar o nível correto de compensação do loudness é uma tarefa difícil, senão impossível, pelos fatores expostos acima, mas o ponto principal é que é necessário saber qual foi o nível de intensidade sonora do programa gravado, qual o nível sendo reproduzido e calcular a correta compensação.

Essa informação não é fornecida por nenhuma gravadora e ninguém vai ficar calculando o valor correto da compensação, ou seja, a correção estará sempre errada. Mas, sem compensação de loudness, o programa reproduzido nunca será próximo da dinâmica do que foi gravado no evento original ao vivo, onde o volume é mais alto. Com a compensação, talvez se chegue a um valor próximo, ainda que errado.

Por todos esses motivos, o controle de loudness foi banido dos produtos atuais. Mas seria mesmo este o caso, dado que um controle contínuo de loudness na forma ativa não degrada o sinal, pode ser eliminado totalmente se necessário e pode ser útil na obtenção de uma reprodução mais próxima possível do sinal original em volumes baixos? Com a palavra o leitor.



Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte X

E um pouco mais de Teoria de Circuitos...

Álvaro Neiva*

Circuitos de Filtro e Equalização: Aproximação da Resposta

Algumas estruturas para criar um circuito RC com resposta em frequência prescrita:

I. Atenuador em L

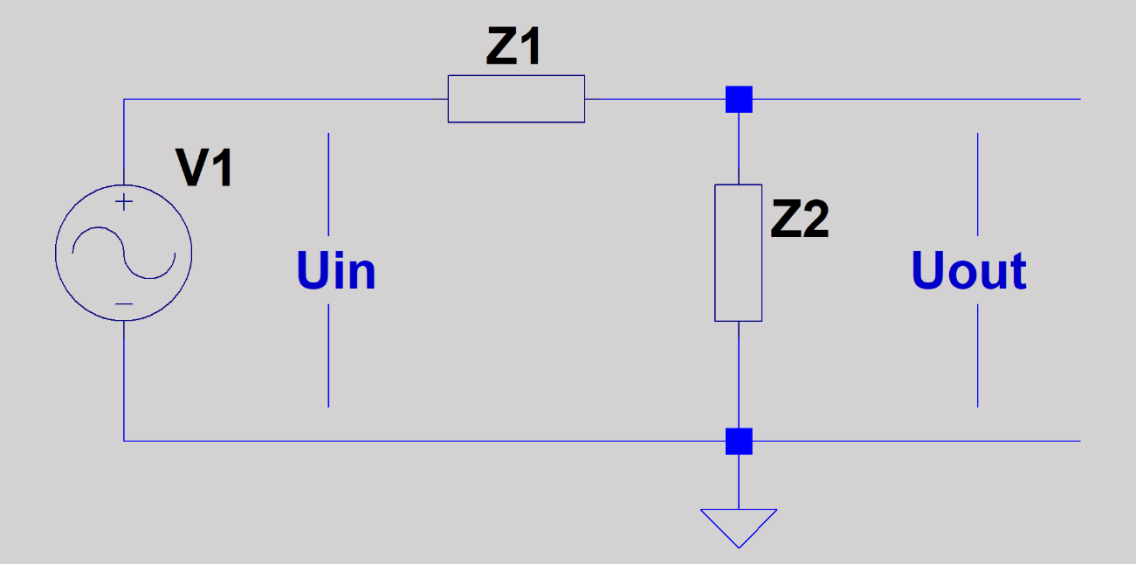


Fig. 1

O que é: um atenuador formado por duas impedâncias ligadas em série, formando um divisor de tensão.

Podemos escrever então:

$$U_{out} = U_{in} \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$A_V = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

***Engenheiro Eletricista**

Hora de pensar no comportamento do ganho A_v em função da variação de Z_1 e Z_2 :

Quando $Z_1 << Z_2$, $A_V \approx 1$;
Quando $Z_2 \approx 0$, $A_V \approx 0$;
Quando $Z_1 >> Z_2$, $AV \approx \frac{Z_2}{Z_1} < 1$

Entendido isso, o próximo passo é fazer um gráfico aproximado da resposta em frequência desejada usando retas.

A resposta padrão RIAA na década de 1960 tem 3 frequências características, dadas no padrão por 3 constantes de tempo RC que serviriam para definir o valor de componentes de uma rede passiva (circuito) RC capaz de atender à resposta desejada.

As constantes RC são:

RC=3180µs, $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot RC} = 50Hz$;
RC=318µs, $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot RC} = 500Hz$;
RC=75µs, $f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot RC} = 2122Hz$;

É importante observar que, quando as frequências características de um circuito estão separadas por uma década ou mais, a interação entre os componentes que as realizam diminui e fica mais fácil fazer uma primeira aproximação do projeto.

Por exemplo:
No trecho da resposta entre 20hz e 1kHz, podemos observar uma queda de 20dB entre 50Hz e 500Hz.

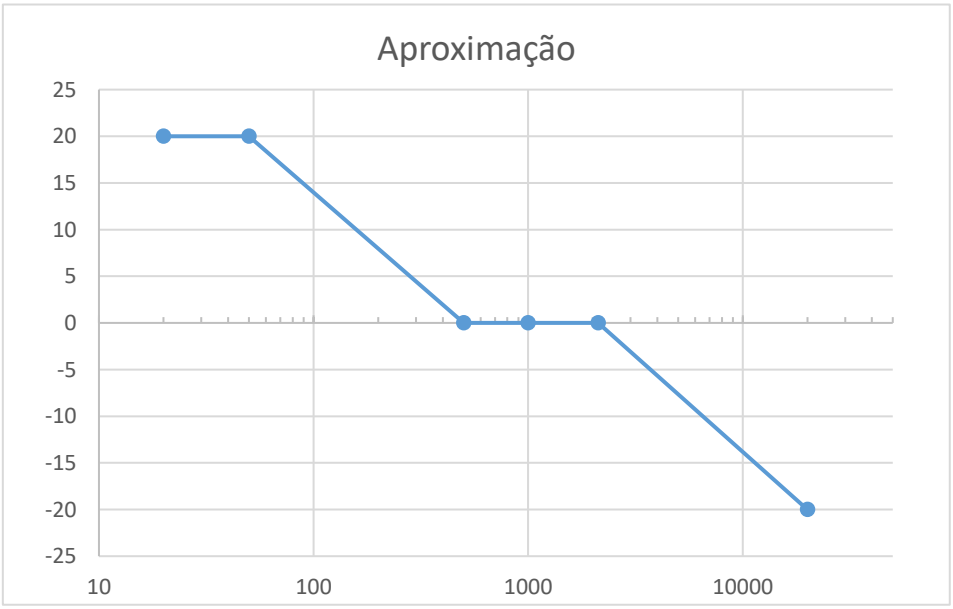


Fig. 2

Uma avaliação bem simples indica que um filtro passa baixas simples RC (primeira ordem), tem essa inclinação.

Mas usar apenas um capacitor no lugar de Z_2 faz com que a atenuação continue aumentando indefinidamente, mas a resposta prescrita interrompe a queda em 500Hz, começando um patamar de ganho, que só volta a cair em 2122Hz (duas oitavas acima).

Esse raciocínio já indica a possibilidade de, pelo menos para atender ao trecho entre 50Hz e 500Hz, ter como impedância Z_1 um resistor e para Z_2 a associação de um resistor (R2) em série com um capacitor (C1).

Lembrando o uso da variável s para esse caso:

$$Z_{RC1}(s) = R + \frac{1}{sC} = \frac{sRC + 1}{sC}$$

$$A_V(s) = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}}{R_1 + \left(\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}\right)}$$

$$\frac{\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}}{R_1 + \left(\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}\right)} = \frac{\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}}{\frac{sR_1C_1 + sR_2C_1 + 1}{sC_1}}$$

$$= \frac{\frac{sR_2C_1 + 1}{sC_1}}{\frac{s(R_1 + R_2)C_1 + 1}{sC_1}} = \frac{sR_2C_1 + 1}{s(R_1 + R_2)C_1 + 1}$$

$$A_V(s) = \frac{sR_2C_1 + 1}{s(R_1 + R_2)C_1 + 1}$$

O numerador dessa expressão, diretamente proporcional à frequência, se anula para:

$$s = -\frac{1}{R_2C_1}$$

O que implica numa frequência característica:

$$f_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_2C_1}$$

E quando fazemos s=jω=j2πf para obter o ganho em função da frequência, nessa frequência o módulo do numerador será $\sqrt{2}$, o que significa um aumento de 3dB e leva a um crescimento de 6dB/oitava ou 20dB/década. Esse é o comportamento de **termos** desse tipo nas funções de transferência, nesse caso o ganho A_V, chamados de **zeros**.

O denominador também se anula para:

$$s = -\frac{1}{s(R_1 + R_2)C_1}$$

O que implica numa outra frequência característica:

$$f_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot (R_1 + R_2)C_1}$$

Como $f_2 > f_1$, a queda na resposta se inicia em f_1 onde haverá uma queda de 3dB e vai terminar em f_2.

E quando fazemos $s=j\omega=j2\pi f$ para obter o ganho em função da frequência, nessa frequência o módulo do denominador será $1/\sqrt{2}$, o que significa uma queda de 3dB e leva a um decrescimento de 6dB/oitava ou 20dB/década. Esse é o comportamento de **termos** desse tipo nas funções de transferência, nesse caso o ganho A_V, chamados de **polos**.

Quando a frequência dos sinal de entrada aumenta muito além de f_2, o capacitor se comporta como um curto e o ganho AV será:

$$A_V(s \to \infty) = \frac{R_2 C_1}{(R_1 + R_2)C_1} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

Da tabela de ganho relativo:

$$\frac{A_V(0)}{A_V(500)} = 10^{\frac{\Delta dB}{20}} = 10^{-1} = 0{,}1 = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

Podemos definir R1+R2 em função do nível de impedância tolerável pelo estágio anterior, por exemplo.

Se R1+R2=20k, R2 = 2k, R1 = 18k

$$C_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot (R_1 + R_2)f_1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 20000 \cdot 50} = 0{,}177\mu F$$

Circuito

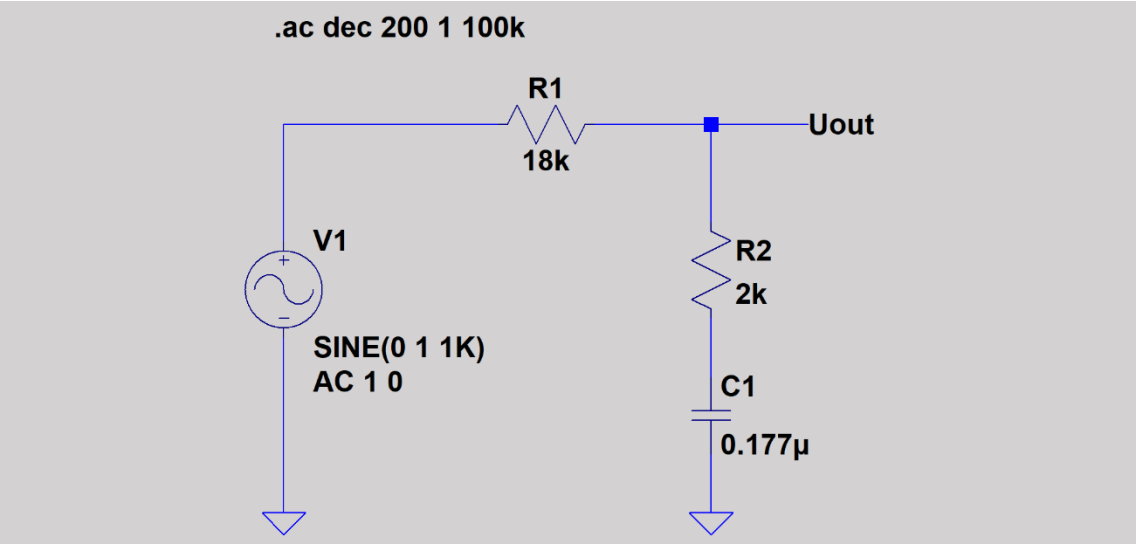


Fig. 3

Resposta

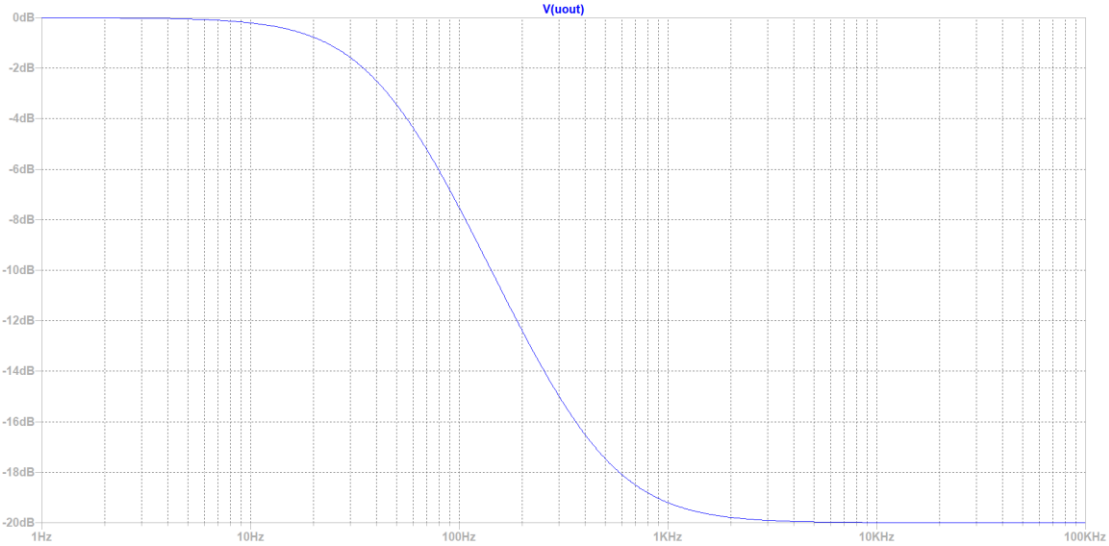


Fig. 4

Falta a introdução do polo em 2122Hz, correspondente à constante de tempo de 75µs. Podemos colocar um capacitor em paralelo com Z_2, mas aí vai aparecer uma dificuldade, a interação entre as impedâncias e suas constantes de tempo.

Estando a frequência f_3 pouco mais de duas oitavas acima de f_2, a constante de tempo e impedância associada a f_3 vai interferir com f_2.

Para obter uma expressão exata para a função de transferência com o capacitor extra C_2 incluído, teríamos que incluir um termo relativo a sua inclusão na expressão do ganho, bom isso iria envolver um tanto a mais de álgebra e trabalho braçal... talvez possamos fazer uma aproximação, considerando que a impedância de C_1 seja muito menor que a de C_2 na frequência de 2122Hz.

Então, usando o equivalente Thèvenin da resistência do atenuador formado por R_1 e R_2, $R_1//R_2$, para calcular o valor do capacitor C2, chegamos ao circuito abaixo:

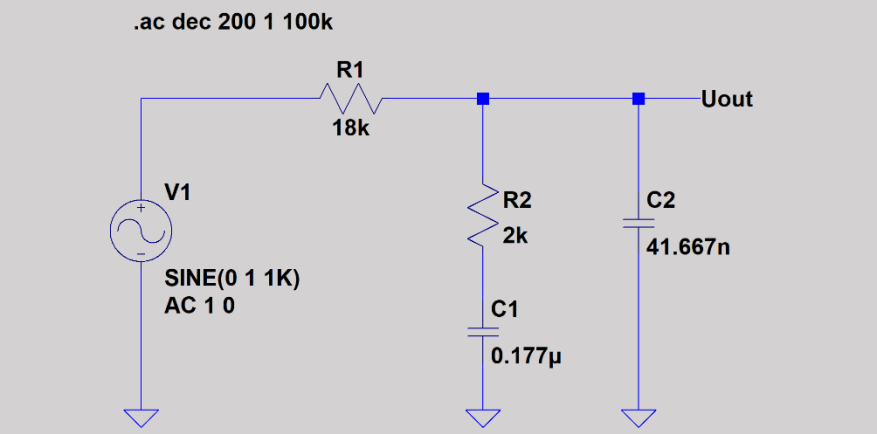


Fig. 5

$$C_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}\right) f_3} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1800 \cdot 2122} = 41.667nF$$

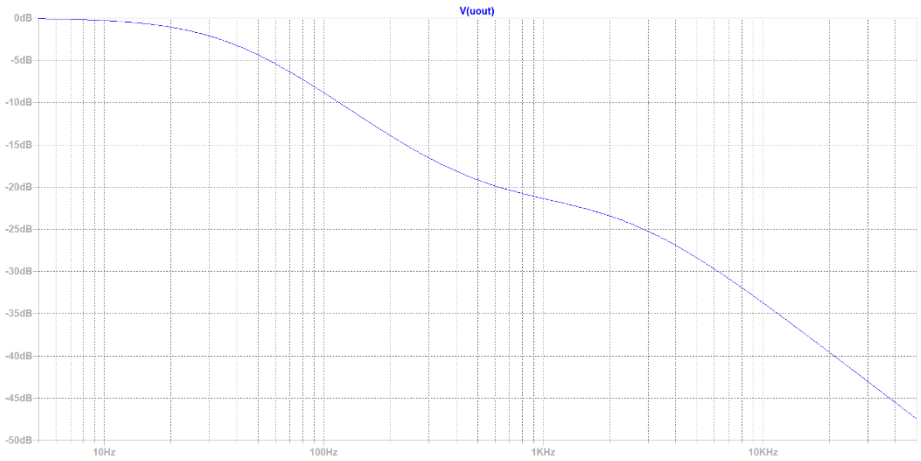


Fig. 6

Usando o LTSpice e ajustando os valores de R1 e R2 para obter o ganho em 1kHz, depois ajustando C1 e C2 para acertar os extremos, chegamos aos valores da Fig. 7:

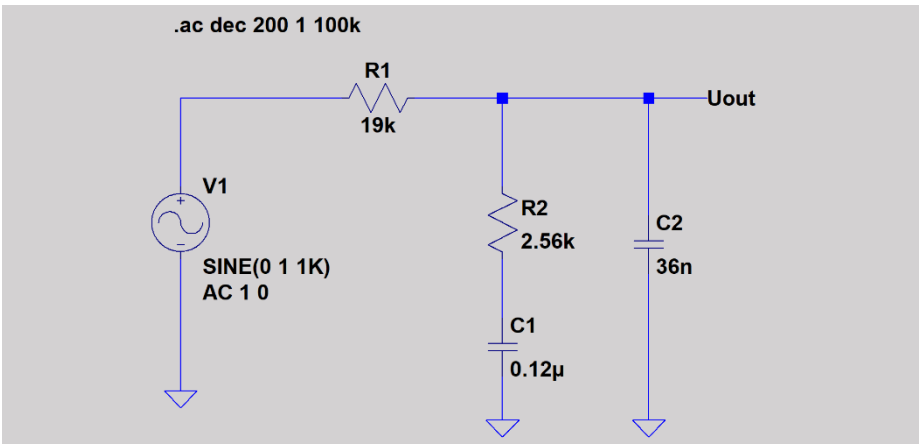


Fig. 7

Com os resultados abaixo:

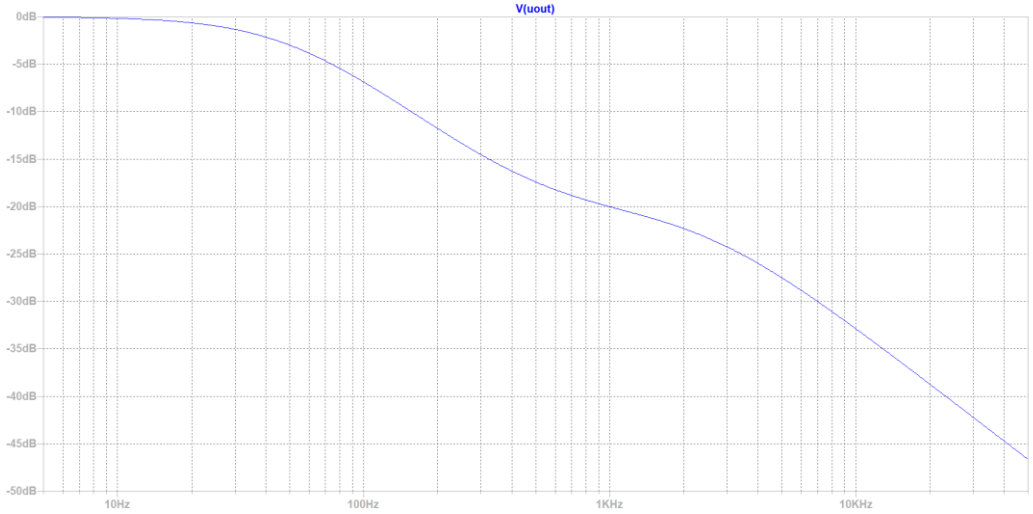


Fig. 8

Aqui o objetivo inicial.

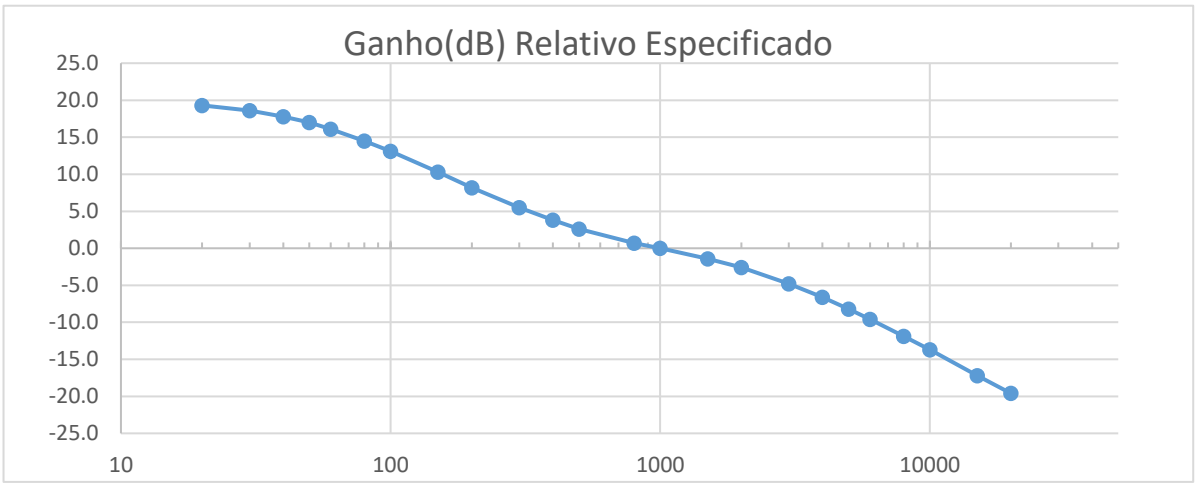


Fig. 9

Ganho ajustado

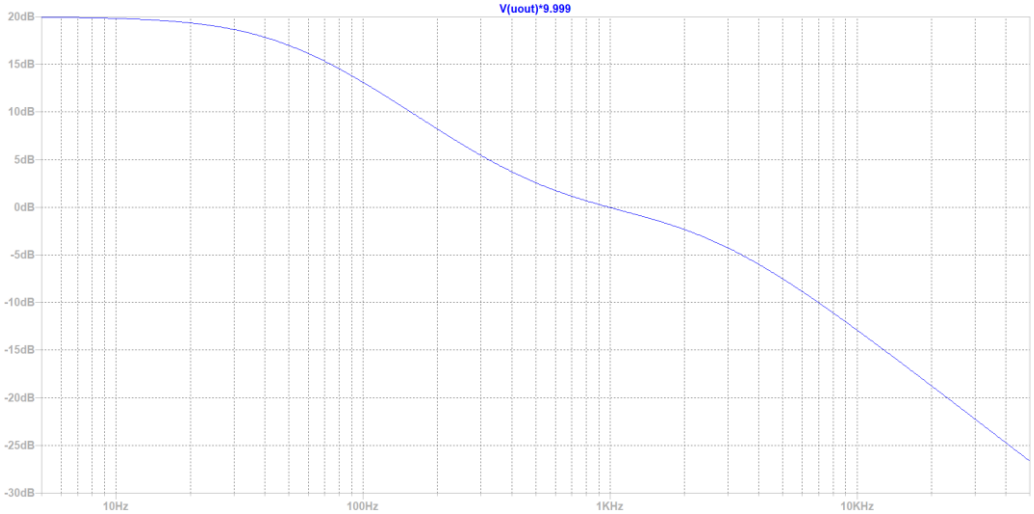


Fig. 10

Agora basta acrescentar duas etapas de amplificação, uma antes para aumentar a relação sinal ruído e outra depois para completar o ganho necessário a 1kHz, para completar uma forma de realizar o pré-amplificador com equalização RIAA.

No próximo artigo, os detalhes dessa e outras formas de realizar o pré-amplificador.

Até lá!

Referências:

1. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
2. Holman, Tomlinson. **AUDIO**, "Dynamic Range Requirements of Phonographic Preamplifiers", July 1977.
3. Tomer, Robert B. ; **Getting The Most Out of Vacuum Tubes**, 1st ed. Howard W. Sams & Co. Inc.; 1960.
4. Gray, Paul E.; Searle, Campbell L.; **Princípios de Eletrônica**, vol. 3, Circuitos Eletrônicos II; 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.; 1974.
5. Zobel, O.J. (1923), **Theory and Design of Uniform and Composite Electric Wave-filters**. Bell System Technical Journal, 2: 1-46. doi:10.1002/j.1538-7305.1923.tb00001.x
6. Cauer, W, "**Die Verwirklichung der Wechselstromwiderstände vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit**", Archiv *für Elektrotechnik*, **vol 17**, pp355–388, 1926. **The realization of impedances of prescribed frequency dependence (in German).**
7. Maloberti, Franco; Davies, Anthony C.; **A Short History of Circuits and Systems**. River Publishers, 2016.© IEEE 2016.
8. Kuo, Frank F., **Network Analysis and Synthesis**, John Wiley & Sons, 1966.
9. Daryanani, Gobind, **Principles of Active Network Synthesis and Design**, Bell Laboratories, John Wiley & Sons, 1976.
10. Van Valkenburg, M. E., **Introduction to Modern Network Synthesis**, John Wiley & Sons, 1960.
11. Tedeschi, Frank P.; **The Active Filter Handbook**, Tab Books, 1979.
12. Stephenson, Frederick William; et al, **RC Active Filter Handbook**, John Wiley & Sons, 1985.
13. Close, Charles M.; **Circuitos Lineares**, (*The Analysis of Linear Circuits*); tradução: Ana Lucia Serio de Almeida, José Abel Royo dos Santos e José Carlos Goulart de Siqueira (Escola Federal de Engenharia de Itajubá); Copyright © 1966 by Harcourt, Brace Jovanovitch, Inc.; Copyright © 1975 by LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.
14. Desoer, Charles A.; Kuh, Ernest S.; **Teoria Básica de Circuitos** (*Basic Circuit Theory*); tradução: Carlos Peres Quevedo; Copyright © 1969 by McGraw-Hill, Inc.; Copyright © 1979 Ed. Guanabara Dois



O SONHO

- Mas não é saudosismo, Carlito! Apenas acho que os técnicos em reparação estão com os dias contados!

- Você quer então dizer que estamos perdendo tempo, Zé Maria? Logo você que sempre foi um otimista de carteirinha!

- Continuo dizendo que é uma fase de adaptação, apenas isto. São novos aparelhos, que exigem novas ferramentas, novas técnicas e novos conhecimentos.

- O que me desanima é que os curiosos de sempre acabam de um jeito ou de outro conseguindo fazer funcionar os televisores, e saem alardeando isso na Internet.

- O que não é novidade! Curiosos sempre existiram, ora...

- Mas eu já vinha comentando sobre isso faz bastante tempo. Lembra-se de uns trinta anos atrás, quando a Philips surgiu com um modelo, não lembro se era o KT-3 ou KL-8, com um chassi principal e várias placas, uma para cada circuito? A ideia era que uma vez isolado o circuito defeituoso o técnico faria a substituição da plaquinha de impresso correspondente.

- O que ninguém acabava por fazer!

*** Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica**

- Inclusive nós mesmos... O que era para ser feito no nível de placas, ou “board”, como chamavam, era feito a nível de componente, substituindo o mesmo.

- Igualzinho como hoje em dia! A técnica é que está sendo inadequada. O certo seria substituirmos as placas impressas e não descobrir o componente avariado para depois substitui-lo.

- Chi... lá vem o Seu Cabral! Agora que ele descobriu que todas as manhãs viemos tomar um café na padaria do Mario, passa por aqui “acidentalmente”, para ver se consegue uma solução para seus problemas....

- Bom Dia, gente! Sorte encontrar vocês por aqui! Estou com um problema daqueles!

- Próstata, Seu Cabral?

-Não, Toninho! Não consigo abrir o televisor da minha vizinha...

- Sorte nossa, Seu Cabral ! De outro modo teríamos mais um televisor remexido por quem não entende muito do assunto.

- Que grosseria, Toninho... Mas vamos lá, Seu Cabral: O que o senhor arrumou dessa vez?

- O Samsung, quase novo, da minha vizinha parou por completo. Já pesquisei na Internet e vi que tenho de substituir as barras de LEDs, coisa que considero até simples de fazer. Adquiri um novo barramento e quando fui abrir o televisor... Ele não abre!!!

- Não falei? A prova de curiosos! E agora o senhor quer saber como se faz para abrir o gabinete, não é mesmo? Pois eu não ensino!

- Tudo bem, Toninho... Justamente agora que ia ali no balcão para comprar aquele sonho de creme...bem fresquinho... açucarado...

- Posso lhe passar algumas dicas, porém sem dar certeza de nada. Apenas o básico.

- Não acredito.... O que um simples doce faz com a mente de um indivíduo guloso! Há dois minutos, não queria saber de nada! Agora em que se falou em comer algo doce, abriu o sorriso!

- Aparentemente os novos Samsung são “inabriveis”, uma vez que a tampa traseira é simplesmente muito bem encaixada, sem um único parafuso. O encaixe é feito em quatro hastes de arame temperado, seu Cabral! E se forçar vai quebrar a tampa traseira, o gabinete, ou quem sabe, se for muito estabanado, a própria tela.

Alguns técnicos dão um jeitinho com a chave de fenda nos cantos superiores e com um alicate de bico conseguem puxar as tais hastes de arame temperado. Uma vez retirados, a tampa abre com facilidade.

Outros preferem usar uma haste cilíndrica, pouco mais fina do que um lápis e depois de forçar um pouco o canto superior, fazem deslizar a tal haste ao longo da tampa, soltando os grampos, isto sem tocar nas tais hastes de arame.

- Vou tentar hoje à tarde ! Vou apanhar o seu sonho, Toninho!

- Vou fazer melhor, Seu Cabral! Traga o televisor lá na oficina que eu abro para o senhor.

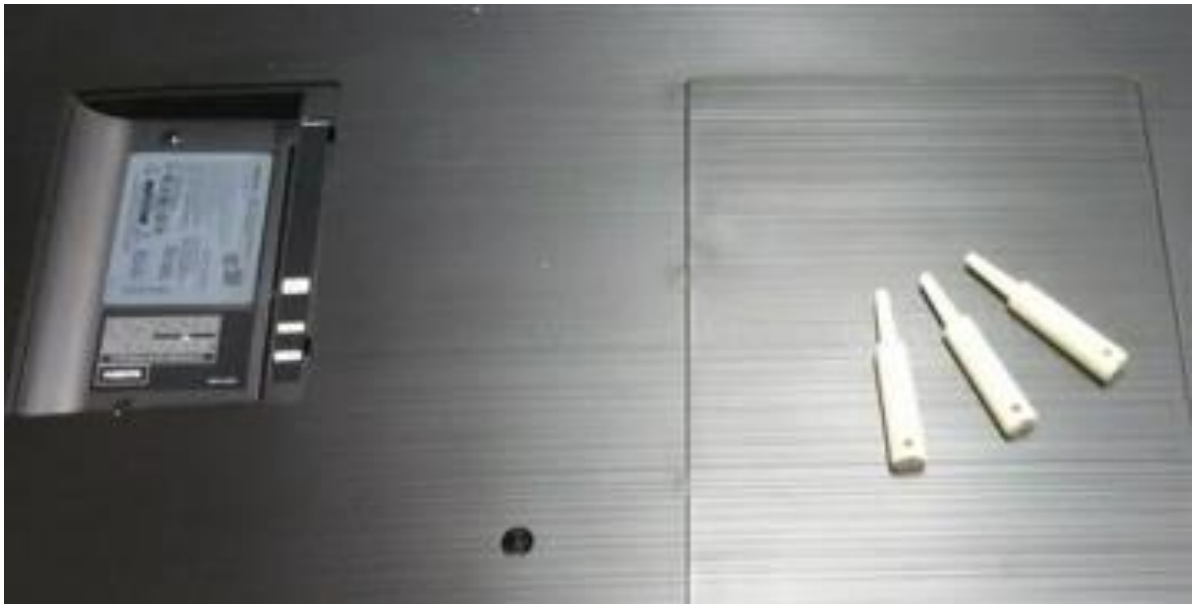
- Ao trabalho, moçada! Quase nove horas! Vamos para a oficina.

- Seu Cabral está aí, Toninho. Trouxe a Samsung para você abrir. Vai mesmo ensinar para ele o pulo do gato?

- Peça para ele aguardar um pouco e traga o televisor aqui para a bancada, Zé Maria. Rápido!

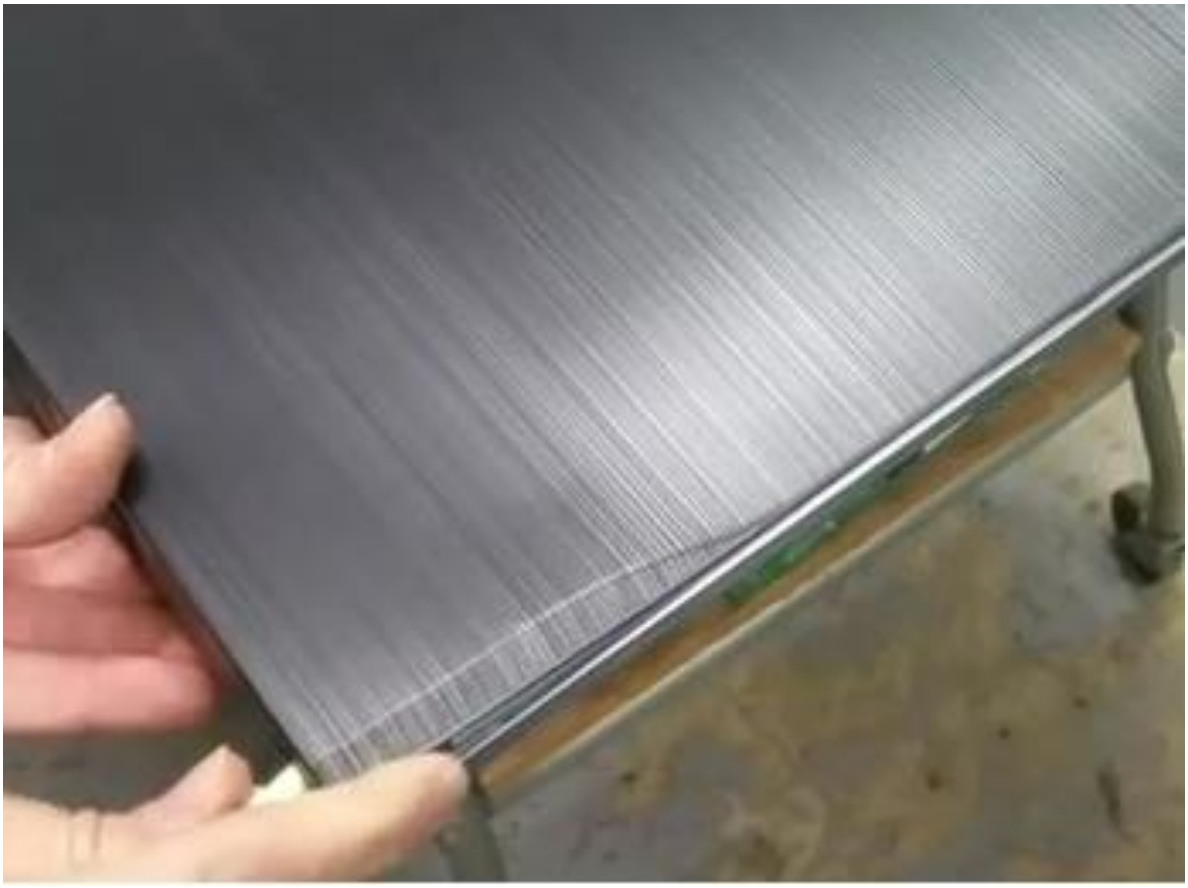
- Um minutinho só!

Em um minuto o Samsung estava sobre a bancada do Toninho e este logo providenciou os roletes de PVC que um torneiro da região havia feito para ele. Seu Cabral, por mais que tentasse não conseguia ver o que se passava.



O TV Samsung e as peças de PVC para a abertura do gabinete

- Agora é só abrir um pouquinho aqui no canto superior... Inserir a minha ferramenta mágica... Forçar um pouco... Pronto! A primeira trava já soltou! Agora é só correr com a ferramenta ao longo da emenda. Sem retirar arames, sem quebrar tampas ou arranhar o gabinete!





Abrindo o gabinete

-Pronto Zé Maria! Entregue o gabinete de volta para o Seu Cabral e diga que agradeço o Sonho com creme... Estava muito bom!

- E se ele quiser saber dos detalhes?

-Diga que o gabinete estava com a tampa solta, ou coisa que o valha. Não vou ficar dando dicas a curiosos.

Enquanto isso, Carlito continuava às voltas com um Toshiba 40L2400, que ao ser ligada, travava os controles e apresentava no canto da tela a mensagem:

Mboot Version: V1.0.19(Apr 15 2015 - 22:06:28)
System Version: V2.0.61 2015-04-20 15:04:26

- Atualização do software, Carlito! Não perca tempo. Vai ser tiro e queda!

- Negativo Zé Maria! Já passei por isso em uma 32L2400. Depois de gravar e regravar a NAND e nada adiantar, resolvi apelar para os amigos do Fórum de eletrônica.

- E fala de Seu Cabral ficar procurando solução para tudo fazendo buscas na Internet!

- Vou fingir que não ouvi nada Zé Maria... Mas no meu caso apareciam as mesmas informações na tela. Daí eu fiz a atualização, porém o televisor retornou com o mesmo sintoma, gravei uma NAND e ela voltou novamente depois de uns dias.

- Só descobri a causa, porque a proprietária na última vez que trouxe o televisor esqueceu o controle remoto em casa. Fui ali na gaveta, apanhei o nosso remoto e o TV funcionou normalmente.

- Não venha dizer...

- Pedi então para a cliente trazer controle remoto dela, o que aconteceu no dia seguinte. Adivinhem o que aconteceu ao tentar ligar o televisor?

- A mensagem aparecia!

- Isso mesmo. Resolvi então abrir o controle remoto para ver se podia descobrir algo de errado.

- E por incrível que pareça, era mesmo o controle remoto da TV que estava com as teclas "sujas" tipo aquele "suor" de uso, que a gente limpa os contatos e lava o teclado e ele volta ao normal...

- Entendi! Quando o cliente usava as teclas do controle remoto, o TV entrava nesse modo de informação da Mboot e travava.

- Vá ali na gaveta e apanhe o nosso controle remoto. Vamos fazer toda a rotina novamente. Religar na tomada, apertar a tecla liga/desliga e...

- Não falei? Olhe a imagem perfeitíssima! Pode abrir esse controle remoto que vai ver está como que molhado. E não adianta lavar. Daqui a pouco vai retornar com o mesmo defeito!

- Valeu, Toninho! Mais uma dica para ser registrada!

- Acho que mereço mais um Sonho... Desta vez com recheio de doce de leite...

De um caso de oficina do Fórum Tecnet
Agradecimentos a Dili, J. Marcilio e Capacheck

O Primeiro Artigo Para Antenna a Gente Nunca Esquece

Paulo Brites*

Com este artigo encerro esta série de *flashbacks* iniciada em fevereiro de 2021 cujo título foi inspirado na famosa campanha publicitária da Valisère de 1987.

E já que estou a falar de coisas que a gente nunca esquece que tal relembrar maio de 1979 quando estreei formalmente, nas páginas da Antenna como “escritor”, com o artigo **Calculando Circuitos Integradores e Diferenciadores**.

Este é um assunto que não costuma aparecer mais nas aulas de eletrônica, exceto, talvez, nos bons cursos de engenharia eletrônica e por isso, a nova geração, provavelmente, nem tem ideia do que seja.

Naquela época, em que os televisores PB, muitos ainda valvulados, eram o ganha pão dos técnicos reparadores, estes termos, volta e meia, apareciam nos artigos das revistas especializadas.

Entretanto, ao que a minha “vaga lembrança” recorda eu não via em tais artigos uma explicação clara e que me convencesse como aqueles dois termos tão comuns no cálculo diferencial e integral, que há muito tempo já me eram familiares na matemática, se relacionavam com circuitos eletrônicos.

Isto de não saber a origem das coisas me incomoda desde sempre e resolvi pesquisar sobre o tema para tentar “juntar os pontos”.

Naquele ano eu já iria completar quase três trabalhando na Embratel e tinha a vantagem de ter a minha disposição equipamentos de teste de alto padrão. Eu trabalhava como operador em telemetria e controle de satélites em turnos cujos horários, às vezes, eram noturnos incluindo também sábados e domingos. O trabalho nestes horários consistia, quase sempre, apenas em monitorar equipamentos e tomar alguma providência se algo acontecesse.

Em outras palavras, tinha muito tempo ocioso o qual eu podia aproveitar para ficar estudando.

Foi então que fiquei sabendo que o Sergio Starling Gonçalves, um ex-aluno meu dos tempos da Escola Técnica de Ciências Eletrônicas do Prof. Trindade, estava trabalhando como revisor técnico na Revista Antenna e, conversa vai, conversa vem, surgiu a ideia de que eu poderia colaborar com alguns artigos para revista.

A proposta era melhor que jogar um sapo na água. Surgia uma ótima oportunidade de unir o útil ao agradável e sobreviver ao marasmo daquele trabalho desinteressante de “técnico apertador de botões”.

***Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica**

Assim, eu poderia aproveitar o tempo ocioso das madrugadas e dos sábados e domingos para fazer algo que me daria prazer e ainda podia render “alguns cobres”. O “sapo” deu pulos de alegria!

E, como mencionei antes, eu tinha a facilidade de poder comprovar na prática, conceitos teóricos, com auxílio da visualização das formas de onda num osciloscópio.
Naquela época eu nem sabia que o que eu estava a fazer era seguir algumas das ideias de Galileu ou mais precisamente usar o método científico (um pouco fora de moda para algumas pessoas hoje em dia).

- *A Matemática é o alfabeto com que Deus escreveu o Universo.*
- *Todas as verdades são fáceis de entender uma vez descobertas. O caso é descobri-las.*

Se você olhar o artigo que eu menciono aqui, verá que as formas de ondas são fotos da tela de um osciloscópio.

E agora, passados 42 anos, posso revelar um “segredo”, que não contei no artigo: - como consegui aquelas fotos.

Tínhamos uma câmera Polaroid da própria Tektronix que era adaptável à tela e com ela podia-se fotografar as formas de onda.

A questão é que esta câmera não ficava a nossa disposição. Ela era guardada a sete chaves e só tínhamos autorização para usá-la em “missões oficiais”. Logo, eu precisaria da autorização da chefia imediata para utilizar a câmera em uma “missão particular”.

O meu chefe era um técnico vibrador, com raízes no radioamadorismo e que amava eletrônica. Pouco a pouco fui conquistando a sua “atenção” para meus estudos e ideias.

Um belo dia levei os rascunhos do artigo para ele e, ousei, pedir que me liberasse a câmera para que pudesse ilustrá-lo com oscilogramas reais. Eu compraria o filme portanto, não traria nenhuma despesa para empresa.

Ele aprovou a ideia e assim, em maio de 1979 era publicado o meu **primeiro artigo** para Revista Antenna, **que eu nunca esqueci** e ora compartilho com leitores da velha guarda e aos que vêm se juntando à confraria do ferro de solda.

Como anunciei no artigo anterior, encerro aqui esta série de “artigos *flashbacks*” e deixo um *spoiler* de como será a próxima.

Ela vai se chamar “Não Joga Fora”, onde pretendo mostrar ideias para aproveitar sucatas e transformá-las em coisas úteis na bancada do técnico, seja ele um mero hobista ou profissional.

Calculando Circuitos Integradores e Diferenciadores**

Dados práticos para o dimensionamento de diferenciadores e integradores excitados por ondas quadradas

Paulo Brites*

Os circuitos divisores de tensão RC, quando utilizados com ondas senoidais, atuam basicamente como filtros, deslocadores de fases e atenuadores.

Todavia, se empregados com ondas complexas (quadradas, por exemplo), terão um comportamento completamente diferente, isto é, transformam-se em circuitos modeladores de ondas, pois modificam substancialmente a forma do sinal aplicado, como ilustra a Fig. 1.

Tais circuitos recebem o nome de diferenciadores e integradores. Estes nomes foram trazidos da Matemática tendo em vista as correspondentes operações do Cálculo Infinitesimal que realizam.

Na Fig. 2 pode-se ver o aspecto geral destes circuitos, que são de larga aplicação nos equipamentos eletrônicos e, portanto, justificam o tempinho que possamos perder estudando-os.

Não entraremos nos detalhes de como tais circuitos funcionam; nossa preocupação aqui será tão somente a de dar algumas "dicas" para selecionar os valores de R e C, a fim de obter certas formas de onda comumente usadas, a partir de ondas quadradas (ciclo útil de 50%).

PROJETANDO DIFERENCIADORES RC

Vamos discriminar por etapas o cálculo de um circuito diferenciador (Fig. 1), apresentando, em seguida, um exemplo numérico. E nada de muita complicação matemática...

1) Determinação do período da onda que vai ser aplicada ao circuito:

$$t = 1/f \quad [1]$$

Seja, como exemplo, uma onda quadrada de 500 Hz: o período "t" será:

$$t = 1/500 = 2 \text{ ms}$$

Caso o circuito seja excitado por várias frequências, considere o período da mais alta.

2) Cálculo da constante de tempo do diferenciador (T):

$$T = RC = t/100 \quad [2]$$

***Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica**

****** Reedição do artigo original de Antenna de maio de 1979 (OR 1398)**

No nosso exemplo, $T = 2 . 10^{-3}/100 = 2 . 10^{-3}s = 20\mu s$

3) Escolha do valor de R; como ponto de partida faremos:

$$\mathbf{R > 10\ R_s\ [3]}$$

onde Rs é a resistência interna da fonte.

Lembre-se, porém, de que o nosso diferenciador vai alimentar outro circuito, o qual servirá de carga R_L, para ele. Assim, a constante de tempo vai depender do paralelo de R com R_L,. Portanto, uma vez escolhido R com auxílio da sugestão acima, verifique se:

$$\mathbf{(R.\ R_L)/(R + R_L) > 10\ R_s\ [4]}$$

Suponhamos que Rs = 100 Ω e R_L. = 200 kΩ; logo, R > 10 X 100 = 1.000 Ω, pela relação **[3]** fazendo-se, então, R = 27 kΩ (por exemplo), teremos: 27 kΩ / / 200 kΩ = 23,8 kΩ > 10 R_s, conforme recomenda a relação **[4]**.

Caso a resistência da fonte seja desprezível R só dependerá de R_L.

4) Cálculo de C:

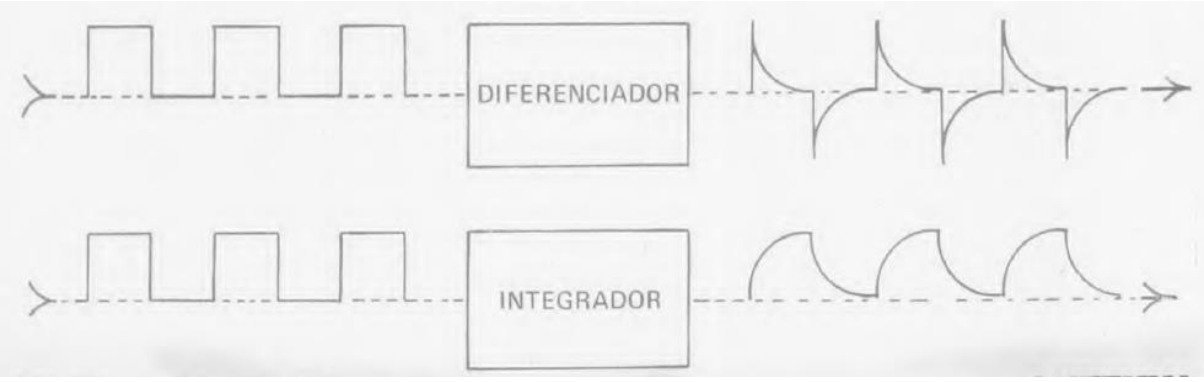
$$\mathbf{C = T/R\ [5]}$$

Como T já foi calculado na etapa (2) (T = 2.10''') e R já foi escolhido (27 kΩ), está uma moleza o cálculo de C:

$$C = 2 . 10^{-5}/27 . 10^{3} = 740\ pF$$

Escolha sempre um valor padronizado inferior ao calculado para conseguir transições bastante definidas, o que é a principal característica de um diferenciador.

FIG. 1 — Os circuitos diferenciadores e integradores modificam substancialmente a forma de onda dos sinais aplicados à sua entrada.



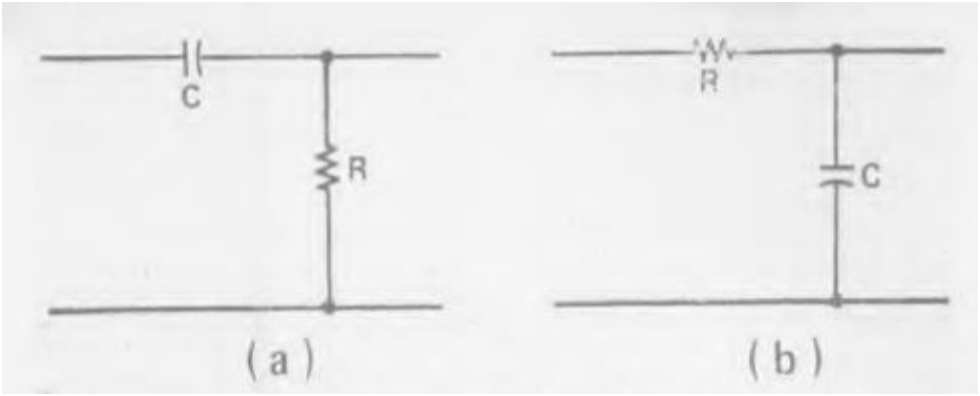


FIG. 2 — Configuração básica dos circuitos: (a) diferenciadores; (b) integradores.

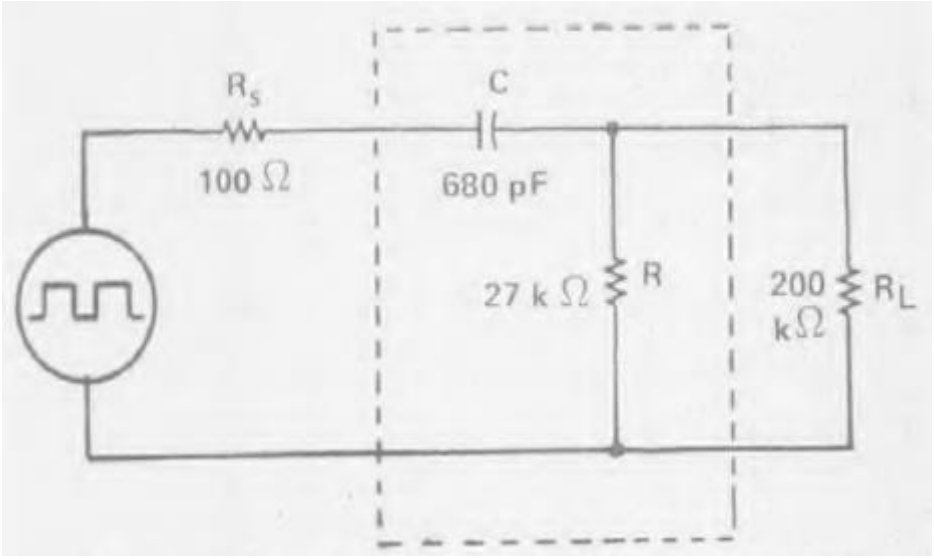


FIG. 3 — Circuito diferenciador calculado no texto.

Assim, podemos fazer C = 680 pF, e teremos, finalmente, o circuito da Fig. 3.

Como se vê, calcular um diferenciador não é nenhum "bicho-de-sete-cabeças" e os valores não são críticos (resguardadas as devidas proporções).

Passemos, então, ao circuito integrador.

PROJETANDO CIRCUITOS INTEGRADORES

1) Determine o período t do sinal a ser aplicado. Caso haja mais de uma frequência, considere a menor delas para os cálculos.

Seja, por exemplo, uma onda quadrada de frequência de 2 kHz.

Logo, t =; $1/f = 1/(2 \cdot 10^3) = 0{,}5$ ms $= 5 \cdot 10^{-4}$ s.

2) Cálculo da constante de tempo do integrador:

$$T = RC = 100\ t \quad [6]$$

Para o nosso exemplo,

$$T = 100 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 50\ ms$$

3) Escolha do valor de R:

$$R < R_L/10 \quad [7]$$

Suponhamos que a carga Ri, de nosso integrador seja de 100 kΩ

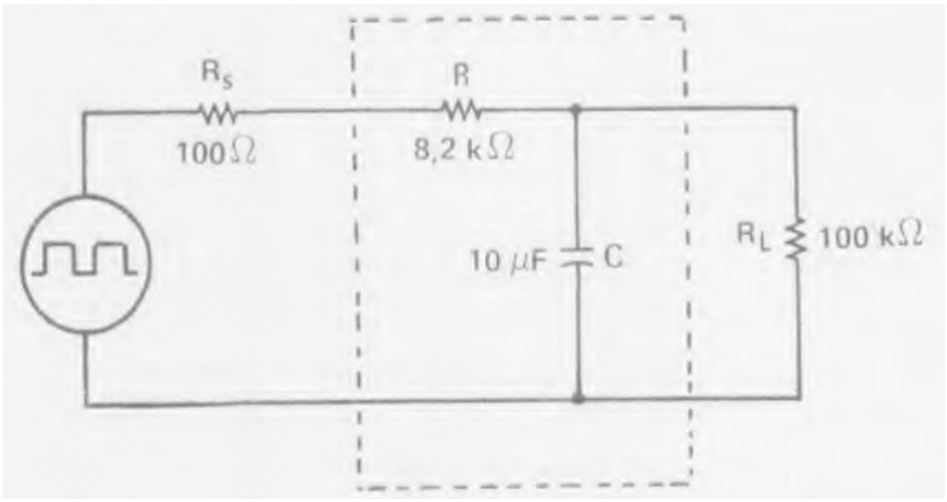


FIG. 4 — Circuito integrador calculado no texto.

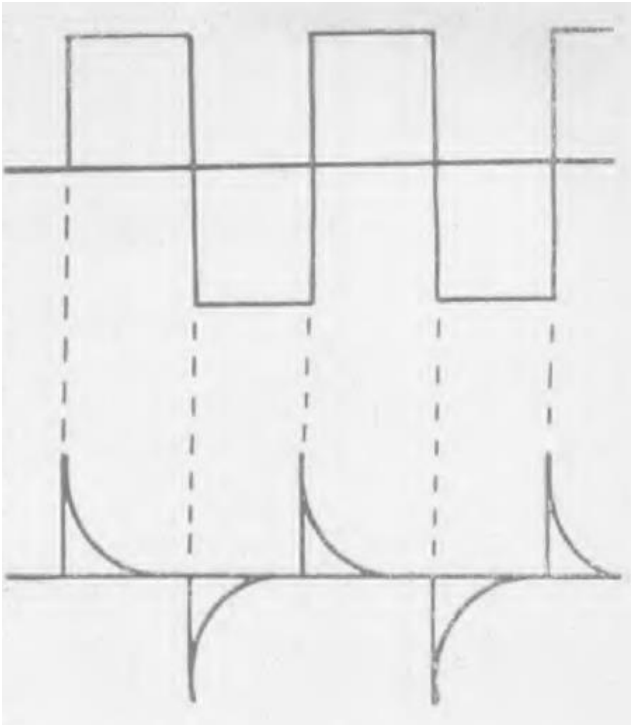


FIG. 5 — A forma e a amplitude dos pulsos de saída de um diferenciador com ondas guadradas aplicadas à sua entrada dependem da constante de tempo do circuito, conforme explicado no texto.

$$R < 10^5/10 - 10\ k\Omega$$

Façamos, então, R = 8,2 kΩ

4) Cálculo de C:

Para tal, usaremos a fórmula:

$$C = T/(R + R_s) \quad [8]$$

onde Rs é a resistência interna da fonte que vai excitar o integrador.

Todavia, se Rs < R/10, podemos desprezá-la no cálculo de C, pois não terá influência sensível no resultado final. Ora, como em nosso exemplo R = 100 Ω e o R escolhido foi de 8,2 kΩ, temos 8.200/10 = 820 e, portanto, R_s < R/10 (100 < 820).

Neste caso, vamos desprezar Rs no cálculo de C, e teremos:

$$C = T/R = 5 \cdot 10^{-2}/8{,}2 \cdot 10^{3} = 6{,}1\ \mu F$$

Se o valor de C encontrado no cálculo não for um valor padronizado, devemos utilizar **sempre** um valor maior. Assim, adotaremos C = 10μF e ficaremos com o circuito da Fig. 4.

UM POUCO DE TEORIA

O circuito diferenciador pode ser encarado como um filtro passa-altas, pois, à medida que a frequência aumenta, a reatância de C diminui, tendo-se, então, um nível maior de sinal sobre o resistor que está na saída.

A nossa finalidade com o diferenciador é obter pulsos a partir de uma onda quadrada (se aplicarmos uma onda dente-de-serra, obteremos uma onda quadrada na saída).

Analisemos um pouco mais detidamente o funcionamento de um diferenciador com ondas quadradas aplicadas à sua entrada.

Para conseguirmos pulsos de curta duração, devemos diminuir a constante de tempo do circuito, a fim de que o capacitor se descarregue rapidamente sobre R.

Esta é a razão de fazermos RC = t/100. Assim, quanto menor o produto RC (constante de tempo) em relação ao período da onda aplicada, melhor. Mas não exageremos, pois, caso contrário, obteremos pulsos de amplitude muito pequena.

Por outro lado, quanto maior a constante de tempo, pior será a forma dos pulsos obtidos.

No caso do circuito integrador, a forma de onda de saída está sobre o capacitor. Portanto, se aproveitarmos a região linear da curva de carga do capacitor, teremos uma dente-de-serra (onda triangular).

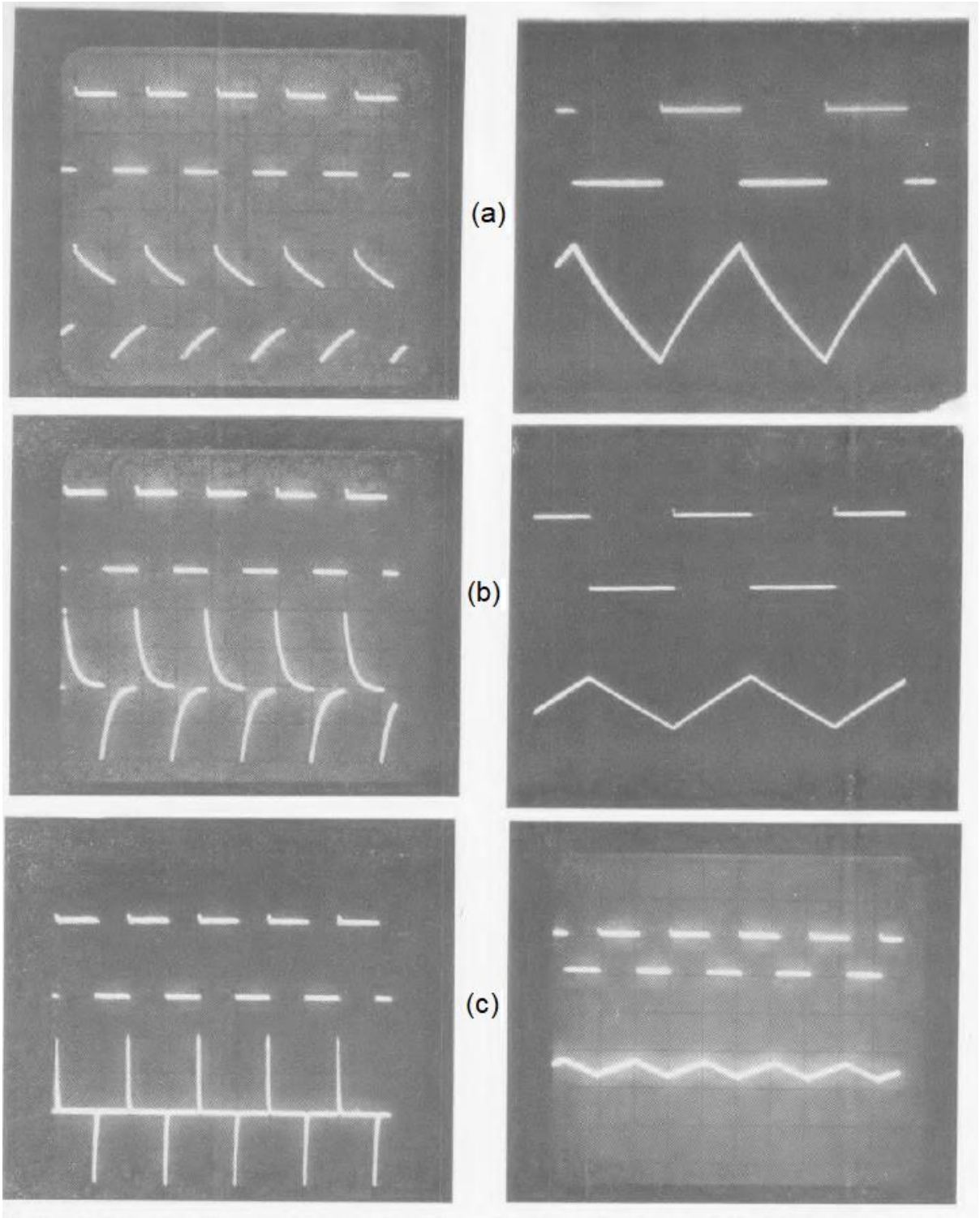


FIG. 6 — Oscilogramas obtidos com o circuito diferenciador considerado no texto (Fig. 2a), excitado pela mesma onda quadrada de 1 kHz, para diferentes constantes de tempo: (a) C = 1.000 pF, R = 1 MΩ; (b) C = 1.000 pF, R = 100 KΩ; (c) C = 1,000 pF, R = 10 kΩ.

FIG. 7 — Oscilogramas obtidos com o circuito integrador considerado no texto (Fig. 2b), excitado pela mesma onda quadrada de 1 kHz. para diferentes constantes de tempo: (a) C = 0,0022 μF, R = 1 kΩ; (b) C 0,0022 μF R = 47 kΩ; (c) C = 0,0022 μF, R = 470 kΩ.

Sendo assim, devemos fazer a constante de tempo do circuito bem maior que o tempo de duração dos pulsos de entrada.

Todavia, não convém exagerar, pois a amplitude da onda de saída será muito pequena. Por todo o exposto, resolvemos adotar T = 100 t, que é um valor que fornece bons resultados.

Para finalizar, recomendamos, como bom exercício para fixar estes conceitos, analisar um diagrama de TV, onde tais circuitos sempre estão presentes.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Na Fig. 6 mostramos os oscilogramas obtidos à saída do circuito diferenciador considerado no texto, para o mesmo sinal de entrada (onda quadrada de 1 kHz) e diferentes constantes de tempo.

Podemos notar que o melhor resultado foi conseguido com a constante de tempo T = t/100, motivo pelo qual ela foi adotada como base de cálculo para o diferenciador.

Na Fig. 7 apresentamos os oscilogramas referentes ao integrador focalizados no texto, também para várias constantes de tempo. Observamos que, com uma constante de tempo 1.000 vezes maior que o período, teremos uma onda de saída bastante linear, porém de amplitude drasticamente reduzida, o que igualmente justifica o fato de termos usados nos cálculos do texto o valor T = 100 t.

Projeto de Fonte de Alimentação em Corrente Contínua (conversor CA/CC) Com Regulador Linear – Parte X



Álvaro Neiva*

Regulação II

Reguladores Lineares: Análise e Projeto do Regulador Série

Regulador Linear, Proteção Contra Curto-Circuito e Sobrecarga.
Diagrama atual do projeto:

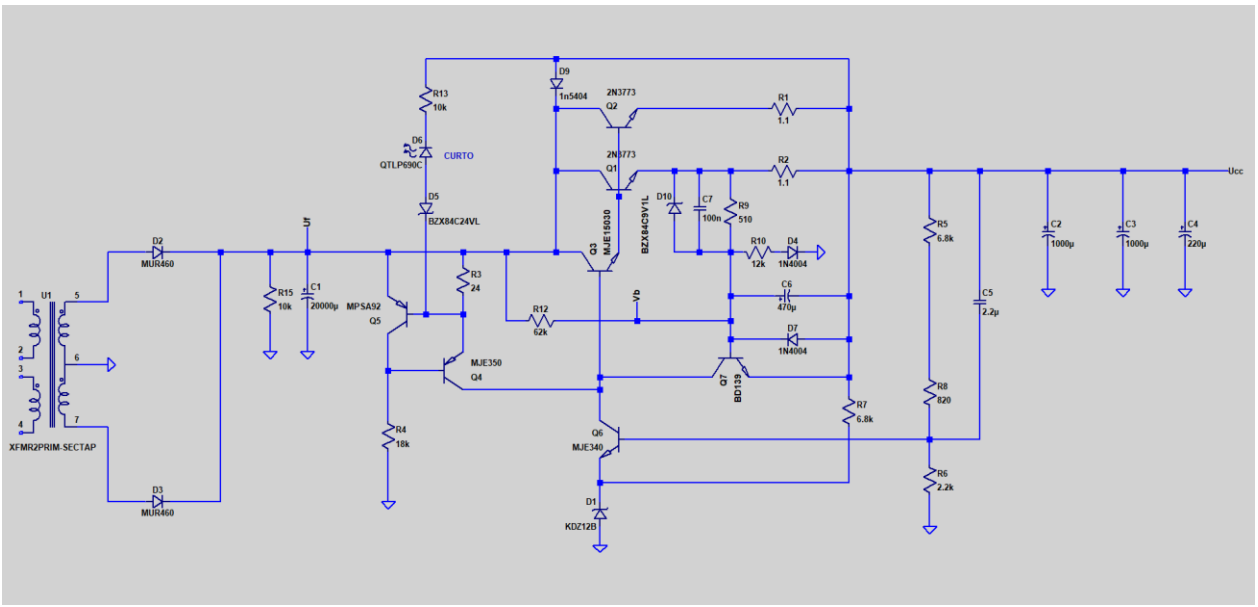


Figura 1

Para uma carga resistiva ou amplificador classe A, o cálculo do dissipador e da quantidade dos transistores deve ser revisto.

***Engenheiro Eletricista**

Um amplificador classe A tem um consumo CC alto e constante, com valor de pico aproximadamente o dobro da corrente em repouso, sem sinal. Isso porque a máxima

excursão de corrente vai ser Iq +-Iq ou seja, entre 2Iq e zero. Isso, por um lado, aumenta a dissipação dos transistores em série, mas por outro reduz a diferença entre o valor médio e o valor de pico, mudando também o circuito de proteção contra curto.

Outra consequência do funcionamento em classe A vai ser o aumento da amplitude da ondulação de 120Hz devido ao alto consumo CC constante e a maior necessidade de reduzir essa ondulação devido à menor rejeição de ruído da fonte pelo estágio de saída em constante condução.

Primeiro vamos verificar se o regulador como está é capaz de entregar uma ondulação devido ao sinal suficientemente baixa:

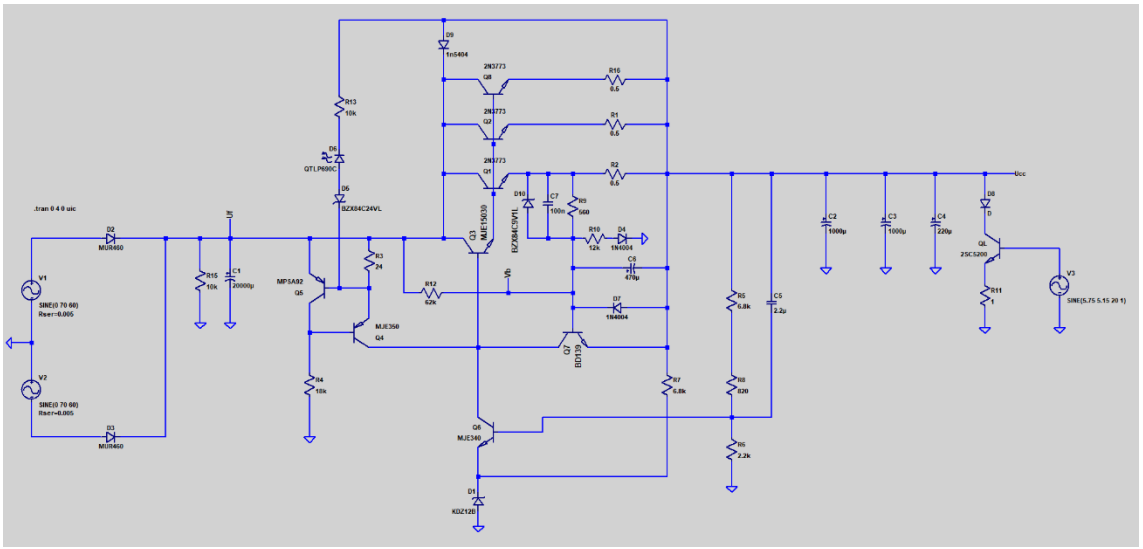


Figura 2

Resultados:

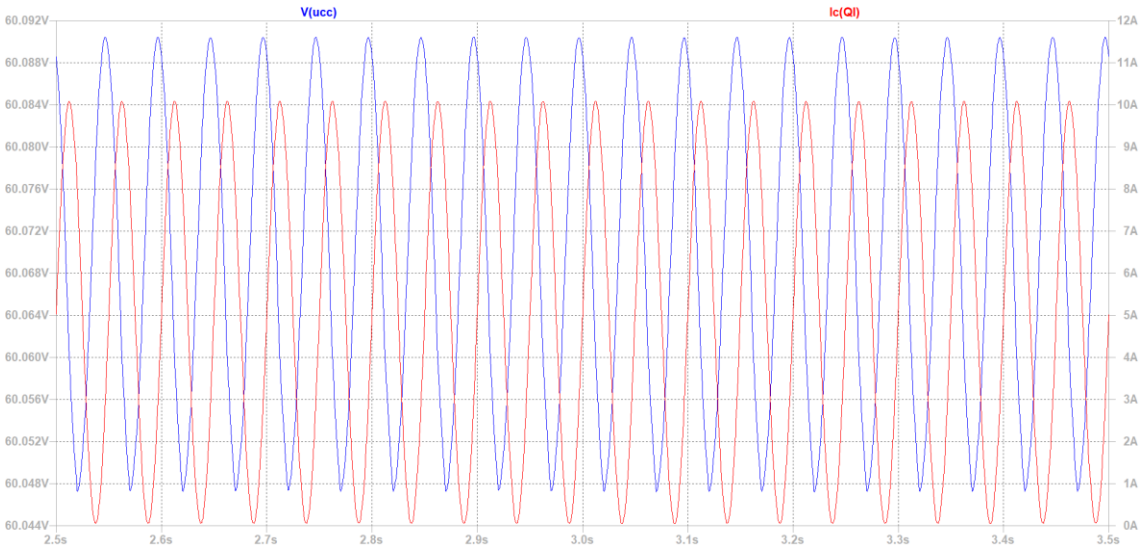


Figura 3

Um valor de 43mVpp com a rede 10% mais baixa que o normal. Ou 15mVrms, 72dB abaixo do valor CC e uma redução de 37dB em relação à ondulação presente no sinal retificado de 1,113Vrms ou 4,3Vpp.

Em verde, a tensão retificada, antes do regulador, sinal na frequência de 20Hz e presença de harmônicos do sinal retificado. Observem a redução da amplitude da ondulação na saída em relação à entrada.



Figura 4

Baixando a frequência de corte do regulador, que é um amplificador realimentado, ao aumentar do valor do capacitor C5 para 10uF, vamos reduzir a amplitude da ondulação de sinal.

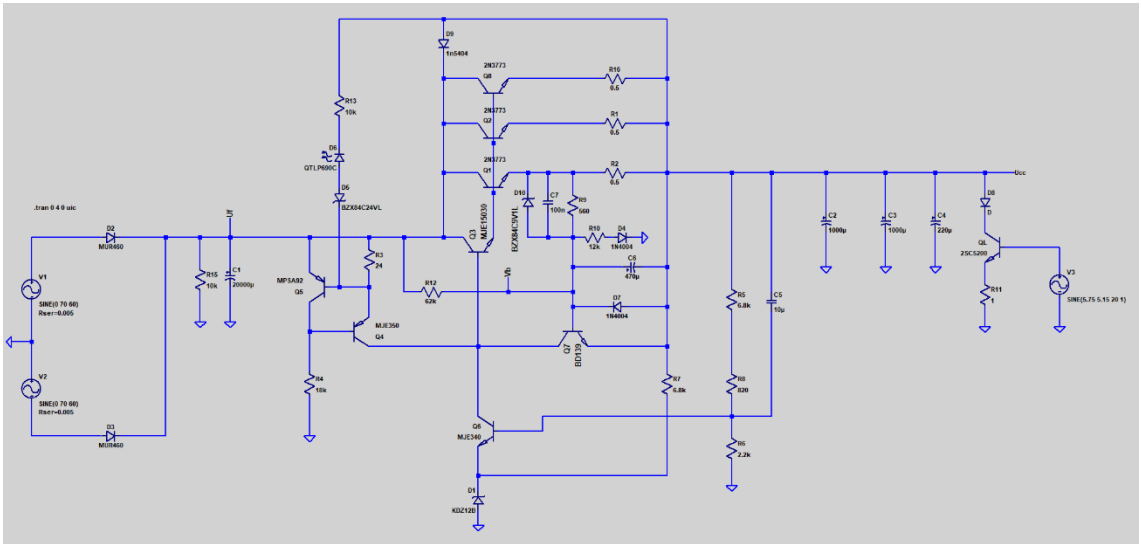


Figura 5

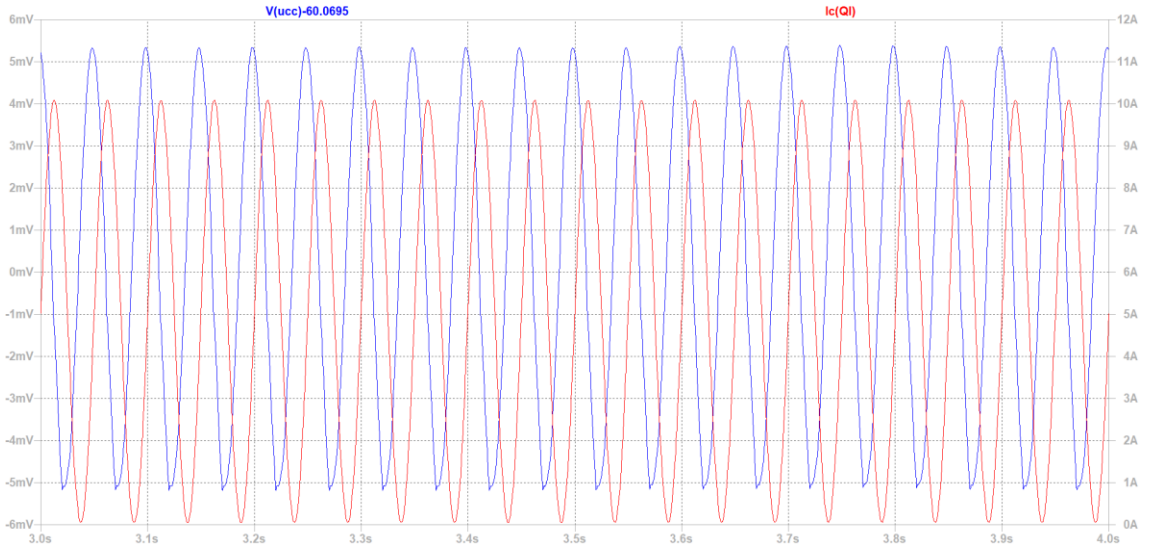


Figura 6

Uma ondulação residual de 10,6mVpp ou 3,7mVrms a 20Hz.

Esse valor corresponde a 0,0062% de ondulação. Ou -84dB abaixo do nível CC.

Uma melhora de 12dB.

A forma de onda da ondulação começa a mostrar sinais de distorção e aumentar mais ainda o valor de C5 ser contraproducente, porque a possibilidade de instabilizar o circuito aumenta, e a redução de harmônicos superiores diminui devido à queda do ganho sem realimentação para frequências mais altas. Afinal de contas, estamos lidando com um amplificador realimentado.

Verificando o comportamento a 20kHz:

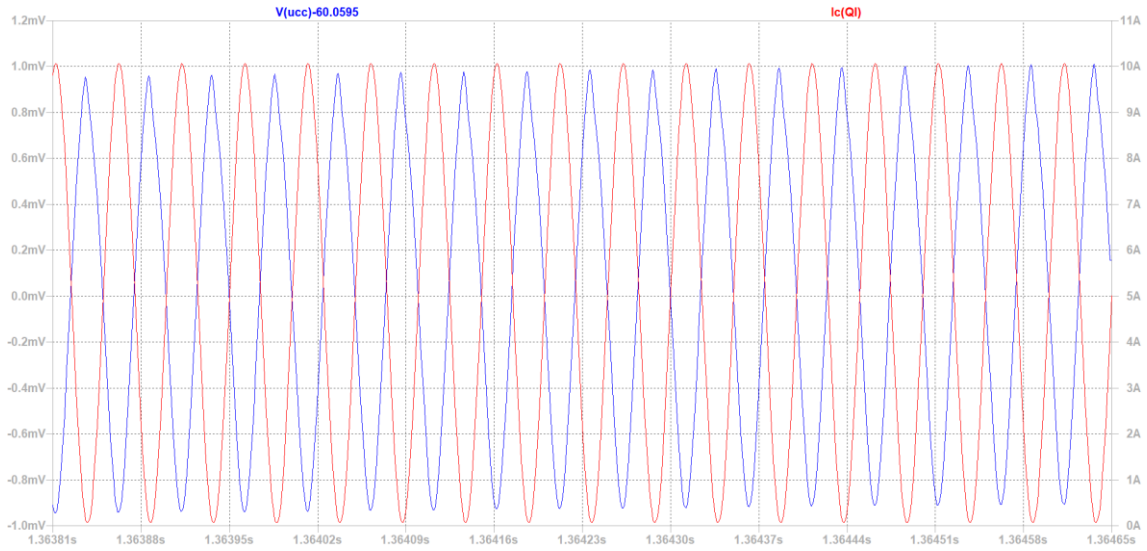


Figura 7

Um residual de quase $2mV_{pp}$ ou $0,63mV_{rms}$.

Cerca de 0,001%

Uma redução de 15dB, o que mostra a redução do ganho disponível no regulador para a redução do ruído residual. Mesmo assim, todos os valores são muito abaixo da fonte sem regulação, demonstrando a vantagem do uso de um regulador. A simulação considerou uma rede com 115Vrms ou 10% abaixo da nominal de 127V, dentro do limite inferior permitido para fornecimento pela concessionária.

Uma das dificuldades do projeto é adequar a tensão mínima antes do regulador e a dissipação máxima que ocorre com a tensão máxima de entrada, tensão da rede 10% acima ou 140Vrms aproximadamente.

A dissipação máxima nessas condições para consumo classe A vai ser de 33W por transistor, 100W total, aproximadamente.

Na próxima edição vamos ver como ajustar proteção contra curto e ampliar as capacidades de tensão, corrente e potência de reguladores lineares integrados.

Até lá!

Referências:

15. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos. **ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUITS**. 1ª edição. International Student Edition: McGraw-Hill Kogakusha LTD; 1967.
16. BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS E TEORIA DE CIRCUITOS**. 11ª edição. Pearson Education do Brasil LTDA; 2013.
17. BOHN, Dennis et al. **AUDIO HANDBOO**K. 1ª edição. National Semiconductor Corporation; 1976.
18. CIPELLI, ANTONIO MARCO VICARI; SANDRINI, WALDIR JOÃO. **TEORIA E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS**. 4ª edição. Distribuidora de Livros Érica LTDA; 1980.
19. National Semiconductor Corporation. **NATIONAL POWER IC'S DATABOOK**; 1995.
20. Catálogo 2009 Dissitec.

O SOM DO CINEMA – Uma Breve História - Parte II

Alfredo Manhães*

O surgimento do cinema no século XIX trouxe grandes contribuições para a sociedade. Além de ser um item importante na oferta de entretenimento para as massas, ou mesmo por se tratar de uma forma bastante adequada para registrar fatos e eventos que contam partes da história, o cinema também propicia trabalho para milhões de pessoas em todo o mundo.

Vimos na primeira parte do artigo que até os anos 1930 foram exploradas as potencialidades dos sistemas Phonofilm e Vitaphone, mas ainda não havia regras gerais que tratassem da padronização das salas de cinema e dos sistemas de áudio e vídeo, como temos hoje.

O cinema ainda iria passar por inúmeras tentativas de aperfeiçoamento das tecnologias nas quais estava fundamentado, assim como pela criação de normas para garantir que a produção e exibição de filmes tivesse padrões de qualidade adequados.

Assim começamos mais uma etapa dessa breve história do som no cinema.

A evolução dos dispositivos eletrônicos

Ao longo do século XX observamos a utilização cada vez maior das tecnologias eletrônicas em todos os segmentos da sociedade. Esse fato se deve aos avanços da Física iniciados no século XIX, onde os experimentos realizados por Edison (efeito termiônico), Fleming (diodo) e De Forest (tríodo), permitiram o desenvolvimento das válvulas termiônicas, as quais tiveram larga aplicação em sistemas de amplificação, radiodifusão, gravação e reprodução de música, transmissão de tv, sistemas de radar etc.

Mais tarde, nos anos 1940, os circuitos valvulados clássicos cederem espaço para o advento da Física do Estado Sólido, com a criação do transistor pelos pesquisadores John Bardeen, William Shockley e Walter Brattain, do Bell Labs.

As pequenas dimensões desse componente eletrônico permitiram que os circuitos eletrônicos se tornassem mais compactos e consumissem menos energia, propiciando a criação de dispositivos que mudaram por completo os hábitos das pessoas.

***Mestre em Engenharia da Computação**



Figura 1 - John Bardeen, William Shockley e Walter Brattain no Bell Labs (1948)

Nos dias atuais os transistores são produzidos em escala nanométrica, fazendo com que dispositivos de pequeno porte possam ter cada vez mais funcionalidades, como observamos nos smartphones e tablets, por exemplo.

A indústria eletrônica evoluiu bastante ao longo dos últimos 120 anos, e esse fato teve grande repercussão no cinema, já que o sucesso da produção dos filmes falados envolveu, diretamente, a utilização maciça de microfones e amplificadores.

Embora esses dispositivos sejam importantes para a produção e exibição de filmes, há um outro que também merece atenção e passou por substancial evolução: **o alto-falante**.

Na segunda metade do século XIX o físico alemão Johann Philipp Reis desenvolveu uma série de experimentos com o objetivo de transmitir sinais elétricos à distância.

Em 1861 ele apresentou à comunidade científica alemã um protótipo de telefone contendo o que se considera o primeiro modelo de alto-falante, também criado por ele. Reis tentou manter a patente de sua invenção mas ela não obteve sucesso comercial.

Ele veio a falecer dois anos depois e sua invenção foi abandonada.

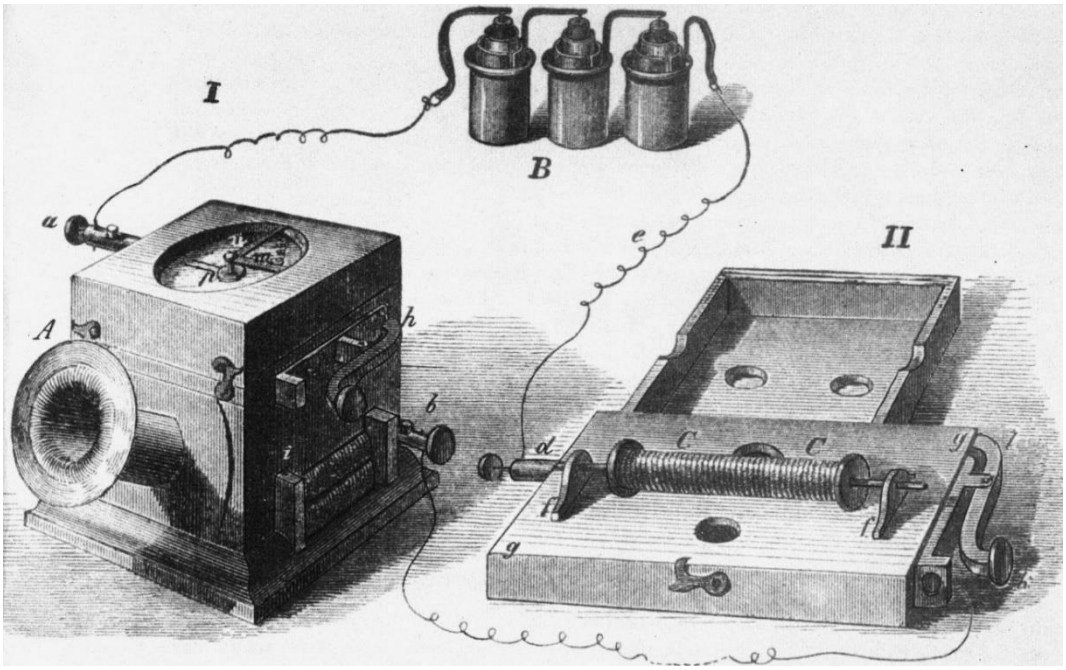


Figura 2 - O protótipo de telefone proposto por Philip Reis

Em 1875 Alexander Graham Bell obteve a patente de outro modelo de aparelho telefônico equipado com o primeiro alto-falante elétrico, desenvolvido por ele, e capaz de reproduzir a fala humana de maneira inteligível.



FIGURA 3 - O TELEFONE DE GRAHAM BELL.

A partir de então surgiram inúmeras propostas que contribuíram de forma significativa para o aperfeiçoamento dos alto-falantes. Destaca-se nesse aspecto a do inventor e industrial alemão Ernst Werner von Siemens, que em 1874 obteve nos EUA a patente do primeiro alto-falante dinâmico ou de bobina móvel. O dispositivo era formado por uma bobina circular de fio metálico apoiada em uma estrutura que ficava imersa em

um campo magnético. A passagem de corrente elétrica pela bobina permitia que ela pudesse se mover axialmente, movimentando o ar e produzindo sons.

Em 1877 Siemens solicitou na Alemanha a patente para um dispositivo formado por um diafragma não magnético, feito de pergaminho e de forma cônica, que funcionava como radiador de som em um transdutor de bobina móvel. Essa tecnologia foi aplicada nas cornetas dos alto-falantes de alguns modelos de fonógrafos.

Duas décadas depois, o físico e inventor britânico Oliver Lodge solicitou o pedido de patente para um alto-falante mais aprimorado, com espaçadores não magnéticos que mantinham o espaço de ar entre os polos interno e externo de um transdutor de bobina móvel. A patente foi concedida em 1898.

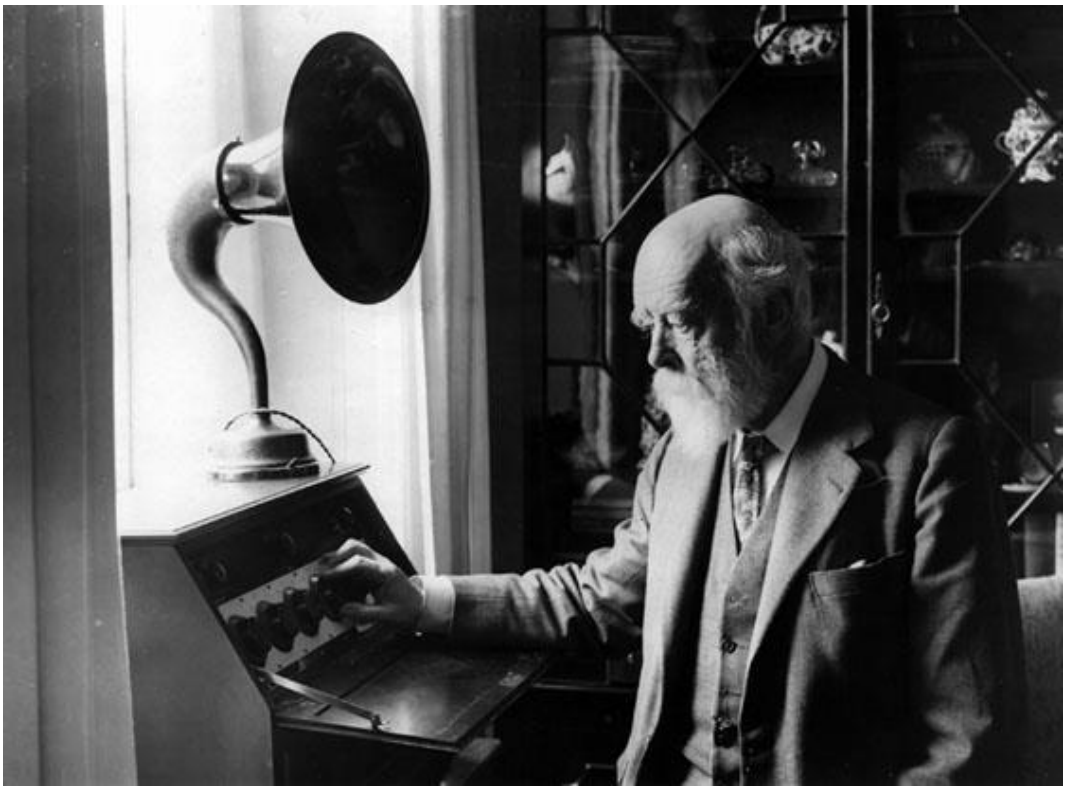


Figura 4 – Oliver Lodge e seu alto-falante. Fonte: Mr. Audio Sound Images

Nesse mesmo período o engenheiro britânico Horace Short patenteou o projeto de um alto-falante movido a ar comprimido, cujos direitos ele vendeu para algumas empresas. No entanto, devido às limitações de qualidade de som, essa tecnologia não se desenvolveu.

Em 1901 o engenheiro britânico John Stroh promoveu um aperfeiçoamento na proposta de Lodge, incorporando um diafragma cônico de papel que terminava na borda do alto-falante em uma seção plana. Em seguida veio outra contribuição, desta vez em 1908 pelo inventor húngaro Anton Pollak, que adicionou ao alto-falante dinâmico

uma peça denominada “aranha centralizadora de bobina”, para dar mais estabilidade ao movimento da bobina móvel.

Por volta de 1915 os engenheiros Peter L. Jensen e Edwin Pridham acoplaram um alto-falante de bobina móvel a um amplificador valvulado e um microfone, criando assim o Magnavox, um sistema que foi aplicado comercialmente em sonorização para grandes plateias. Essa tecnologia passou a ser conhecida como “Public Address” (endereçado ao público) ou PA.

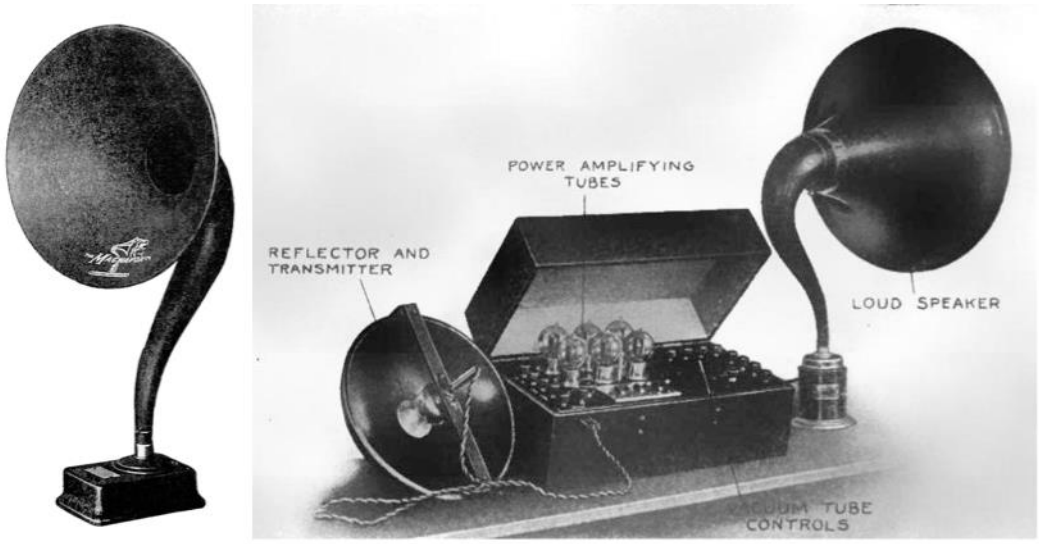


FIGURA 5 – O SISTEMA MAGNAVOX

Curiosamente, nenhum dos inventores que utilizou os alto-falantes dinâmicos patenteou o princípio da bobina móvel. O registro foi solicitado somente em 1924, por Chester W. Rice, da General Electric, e Edward W. Kellog, da AT&T.

Rice e Kellogg trabalharam no sistema proposto por Lodge, na tentativa de modificar as características da bobina e do diafragma para melhorar a relação sinal/ruído e a audibilidade do som reproduzido. Como resultado desse esforço eles apresentaram em 1925, no Laboratório General Electric em Schenectady, Nova York, um alto-falante que é o protótipo de quase todos os alto-falantes que vemos nos dias atuais.

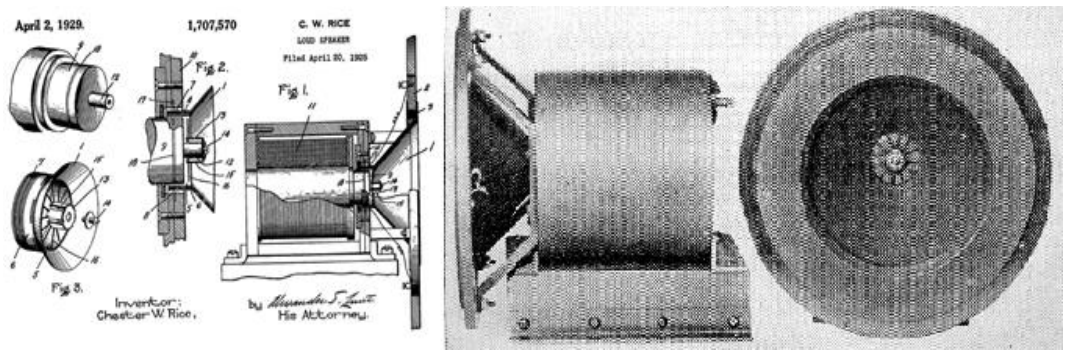


Figura 6 – O alto-falante de Rice e Kellog

FONTE: HALL, BRAEDON. TEMPORAL DISTORTION AUDIBILITY OF DIRECTIONAL LOUDSPEAKER ARRAYS. 2019.

O alto-falante é formado por um diafragma cônico de papel, preso a uma bobina de fio metálico e energizada por um grande ímã permanente ou um eletroímã, como uma alternativa acessível ao grande custo dos grandes imãs daquela época.

O projeto levou em consideração uma série de fatores que hoje são princípios básicos no design de qualquer alto-falante.



FIGURA 7 - EDWARD KELLOGG E CHESTER RICE TESTANDO SEU ALTO-FALANTE (1925)

Um outro ponto discutido pela pesquisa de Rice e Kellogg foi a necessidade de se utilizar amplificadores com potência suficiente para fornecer o “headroom” adequado à reprodução de áudio com a máxima qualidade, pois só assim os benefícios propiciados por um alto-falante de alto nível seriam percebidos.

Entende-se como headroom a quantidade de potência e volume entregues pelo amplificador antes que ele comece a distorcer.

A empresa norte americana RCA licenciou o alto-falante desenvolvido por Rice e Kellogg e o incorporou em sua linha de produtos Radiola, que foi comercializada em diversos países com muito sucesso, inclusive no Brasil.



Figura 8 – Anúncio da RCA de 1926 promovendo sua radiola. ***Fonte: Biblioteca Nacional.***

Além da RCA, empresas como a Bell Labs, Western Electric, Edison Labs e várias outras estavam investindo em pesquisas, não somente para aperfeiçoar alto-falantes e desenvolver caixas acústicas, mas também amplificadores, microfones, câmeras de filmagem, projetores, sistemas de iluminação, bem como outros dispositivos e tecnologias importantes para o cinema.

O cinema nos anos 1930

A partir de 1927, com o sucesso do cinema falado, se opera uma alternância na escolha de tecnologia entre as empresas cinematográficas, ocorrendo a transição do sistema “Sound-on-disc” (Vitaphone) para o “Sound-on-film” (ótico).

Assim, nos dez anos seguintes, as salas de projeção existentes iniciaram as adaptações para o formato ótico, e ao mesmo tempo o número de cinemas começa a crescer em várias partes do mundo. Estima-se que só nos EUA surgiram em torno de 18.000 salas na década de 1930.

A recém-criada indústria do cinema começou a mostrar-se lucrativa e os estúdios passaram a investir em espaços maiores para montagem de cenários e produções cada vez mais complexas, oferecendo oportunidades para diversas categorias profissionais como cenógrafos, carpinteiros, eletricistas, operadores de câmera, roteiristas, dentre outras áreas.

A Academia de Artes e Ciências Cinematográficas percebeu então a necessidade de definir padrões técnicos para a produção e exibição dos filmes. Desta forma, o som ótico que seria registrado na película deveria obedecer a certos critérios como curva de equalização, resposta de frequência, nível de gravação, relação sinal/ruído etc.

Outro aspecto relevante diz respeito às características arquitetônicas para a construção de cinemas e salas de projeção, bem como as especificações de alto-falantes, padrões de construção e posicionamento de sonofletores, equipamentos de amplificação, dentre outros.

Como efeito dessa busca por um padrão de qualidade, as diversas indústrias de eletrônica interessadas no segmento cinematográfico procuraram aprimorar seus produtos para que atendessem as normas. Um exemplo disso é o avanço nas características dos amplificadores, onde o aperfeiçoamento gradual das válvulas e dos circuitos eletrônicos permitiu-lhes oferecer mais potência, melhor relação sinal/ruído e melhor resposta de frequência.



FIGURA 9- AMPLIFICADOR VALVULADO GELOSO G33 FABRICADO EM 1938 NA ITÁLIA SOB LICENÇA DA WESTERN ELECTRIC. ***FONTE: RADIO MUSEUM.***

Em 1937 foi apresentado pela Metro-Goldwyn-Mayer (MGM) o primeiro sistema de alto-falantes considerado padrão de referência para a indústria cinematográfica.

Denominado "The Shearer Horn System for Theatres", o sistema de duas vias foi desenvolvido por John Kenneth Hilliard, James Bullough Lansing e Douglas Shearer, e era composto por quatro drivers de baixa frequência com diâmetro de 15″, um circuito de crossover fazendo o corte em 375 Hz, e uma única corneta multicelular com dois drivers de compressão para as altas frequências.

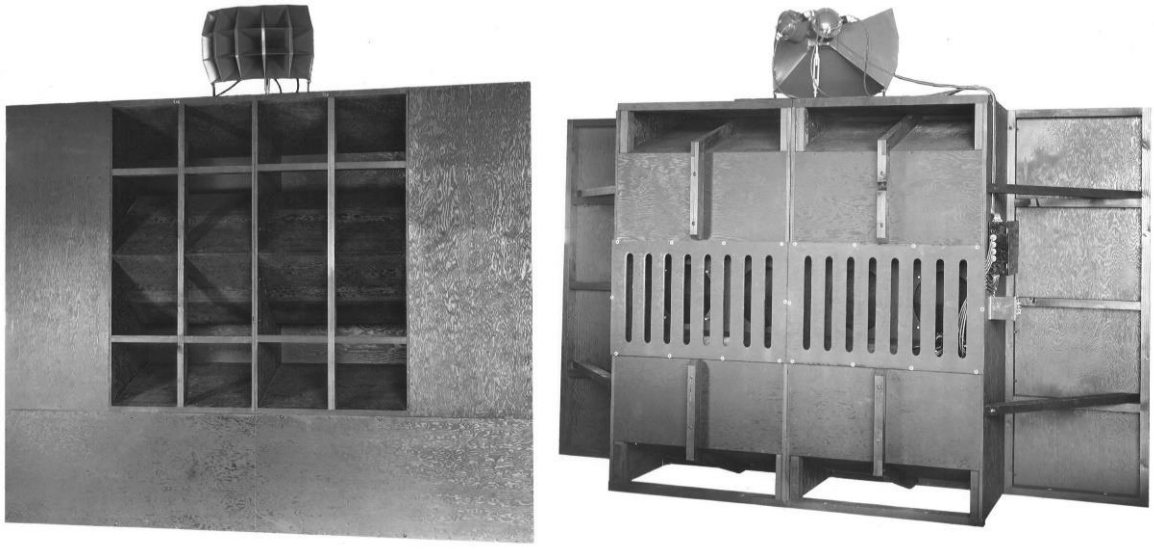


FIGURA 10 - THE SHEARER HORN SYSTEM FOR THEATRES. *FONTE: AUDIO HERITAGE.*

O padrão adotado pela Academia em 1938 foi o áudio monaural ou monofônico, onde um único canal reproduzia todo o espectro sonoro. A banda ótica do filme era bastante limitada na relação sinal/ruído e na resposta de frequência, que atingia 6 KHz no máximo, mas isso era o possível para a tecnologia da época.

Outra questão que precisava ser melhorada no sistema ótico era que, ao registrar a imagem, a câmera também teria que registrar os sons. Esse processo limitava por demais a produção da trilha sonora e precisava de uma solução melhor.

Foi então proposto o sistema duplo, com um operador de câmera (*cameraman*) acompanhado de outro operador, que gravava o som em um sistema ótico com microfone. Assim era possível editar e cortar os negativos com a trilha de som independente da de imagem, e na etapa de mixagem, combinar imagens, efeitos sonoros, voz e música. Essa técnica é utilizada até os dias atuais.

A indústria cinematográfica se tornou cada vez mais profissional, mas ainda havia muito a caminhar nas tecnologias de áudio e vídeo. Os anos 1940 trariam grandes contribuições nesse sentido.

Os anos 40 e o Fantasound

Leopold Stokowski foi um regente britânico bastante competente, e em sua carreira passou pela condução da Orquestra Sinfônica de Nova Iorque e da Orquestra Sinfônica Americana, além de outras.

Ele tornou-se famoso por não usar a batuta em suas apresentações.

Especula-se que Stokowski conheceu o cartunista e empresário Walt Disney em 1937 em um restaurante de Hollywood. Ele soube que Disney, criador de personagens icônicos dos quadrinhos e do cinema, tinha interesse em desenvolver um projeto de animação contendo uma coletânea de desenhos, cada qual com uma música clássica. Os desenhos seriam então reunidos em um longa-metragem com único título.

O encontro entre Disney e Stokowski foi o ponto de partida para que o projeto chegasse às salas de cinema.

A ideia deles envolvia não somente a trilha sonora, mas também a possibilidade do uso de estereofonia na produção, embora se soubesse que o áudio monofônico era o padrão adotado pelos estúdios de cinema. Ambos já haviam participado de experiências com estereofonia e tinham interesse no assunto.

A estereofonia tem por base a fisiologia humana, pois temos dois ouvidos e cada qual tem percepção auditiva distinta. Esta característica nos permite perceber a direção, intensidade e distância de fontes sonoras localizadas ao nosso redor.

As primeiras incursões na estereofonia remontam ao século XIX. Talvez a mais conhecida seja a do francês Clément Ader, que apresentou na Exposição Internacional de Eletricidade de 1881 em Paris, um sistema estéreo que transmitiu uma ópera por meio de um dispositivo chamado teatrófono, produzindo nos ouvintes as sensações de um “som espacial”.

Ader utilizou 80 transmissores telefônicos que foram posicionados na frente do palco da Ópera Garnie, localizada a 2 Km da exposição. Os longos cabos convergiam para um sistema de áudio em dois canais que ficava em salas dedicadas à audição. Desta forma os visitantes tinham acesso às apresentações da Comédie-Française e de ópera utilizando dois fones de ouvido e assim podiam perceber o efeito estereofônico.

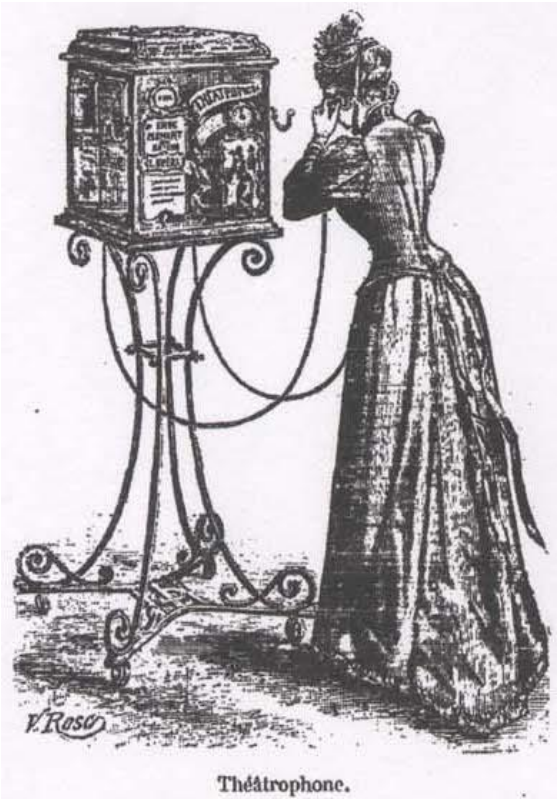


Figura 11 - Le théâtrophone em uma ilustração de Le Magasin Pittoresque (1892)

Embora tenha havido inúmeras experiências com estereofonia até então, atualmente reconhece-se o pioneirismo e inventividade de Alan Dower Blumlein, um engenheiro britânico que é considerado o inventor do som estereofônico em sua forma eletrônica. Neste sistema a reprodução de áudio utiliza dois canais monofônicos distintos (esquerdo e direito) que são sincronizados no tempo.

Blumlein gravou em 1934, no estúdio Abbey Road, um concerto da Orquestra Filarmônica de Londres, executando a sinfonia Júpiter, de Mozart, em estéreo. Ele também recebeu o crédito por ter gravado em 1935 o primeiro filme com som estéreo do mundo - "Trains at Hayes".

Os trabalhos de Blumlein resultaram em 128 patentes em seu nome, não somente em áudio mas também em sistemas de radar e telecomunicações.

Em 1933 a Bell Labs fez algumas experiências bem-sucedidas para transmitir áudio estéreo pelas linhas de telefone, fato conhecido tanto por Disney quanto Stokowski. Os dois buscaram a parceria da Bell e da RCA no projeto e a conseguiram.

Assim, entre 1938 e 1940, os engenheiros de áudio William E. Garity e J. N. A. Hawkins, dos estúdios Disney, estiveram à frente de uma equipe de técnicos, engenheiros e artistas, recebendo apoio de cientistas das empresas parceiras para desenvolver o projeto.



Figura 12 – Disney e Stokowski conversam sobre o filme Fantasia.

O resultado desta parceria foi o Fantasound, o primeiro sistema de áudio multicanal para salas de cinema. O longa-metragem foi intitulado “Fantasia”, sendo exibido nos cinemas entre 1940 e 1941. O sistema desenvolvido apresentou uma série de características técnicas inovadoras para a época e que são utilizadas até hoje. Algumas curiosidades sobre o Fantasound:

- Foi desenvolvido um console de gravação multicanal, até então inédito.
- A gravação das músicas executadas pela orquestra utilizou uma nova técnica, onde cada passagem musical era gravada uma vez. Depois, durante sua reprodução, gravava-se outra parte em paralelo. Essa técnica ficou conhecida como “overdubbing”.
- O som captado nos microfones do estúdio Disney seguia para as máquinas de gravação por meio de linhas telefônicas dedicadas, cuja resposta de frequência ia até 15 KHz.
- O sinal de áudio era convertido para sinal ótico e gravado em filme 35 mm, com a possibilidade de se gravar até 4 canais simultâneos.
- O sinal de áudio passava por um controle chamado “panorama estéreo”, feito por um potenciômetro que permitia modificar a intensidade de sinal no canal, entre lado esquerdo, central e lado direito.
- Foi introduzido um controle para ajustar o nível de pressão sonora de cada canal no sistema de reprodução da sala de exibição.
- A combinação dos controles de pan e pressão sonora provocavam nos espectadores a sensação de envolvimento, que hoje caracteriza o “efeito surround”.
- Foi criado um canal de controle de sincronismo entre o som ótico e as imagens.
- Os engenheiros de som gravaram as músicas de forma que a parte mais alta da partitura ficasse próxima do nível de saturação do sinal, enquanto a parte

mais baixa ficava um pouco acima do nível de ruído. Essa técnica foi utilizada para melhorar a relação sinal/ruído.

- O áudio do filme era reproduzido por um conjunto de 64 alto-falantes, sendo 36 deles na parte de trás da tela, 22 na parte do piso e 6 na parte alta da sala de projeção.
- Somente 14 cinemas investiram em equipamentos para se adaptarem ao Fantasound, desembolsando em torno de US$ 40.000 cada um.
- O trabalho que gerou o sistema Fantasound está documentando no Journal of the Society of the Motion Pictures Engineers (SMPTE), em agosto de 1941.



FIGURA 13 – ESTREIA DE FANTASIA NA CIDADE DE NOVA IORQUE EM 1940

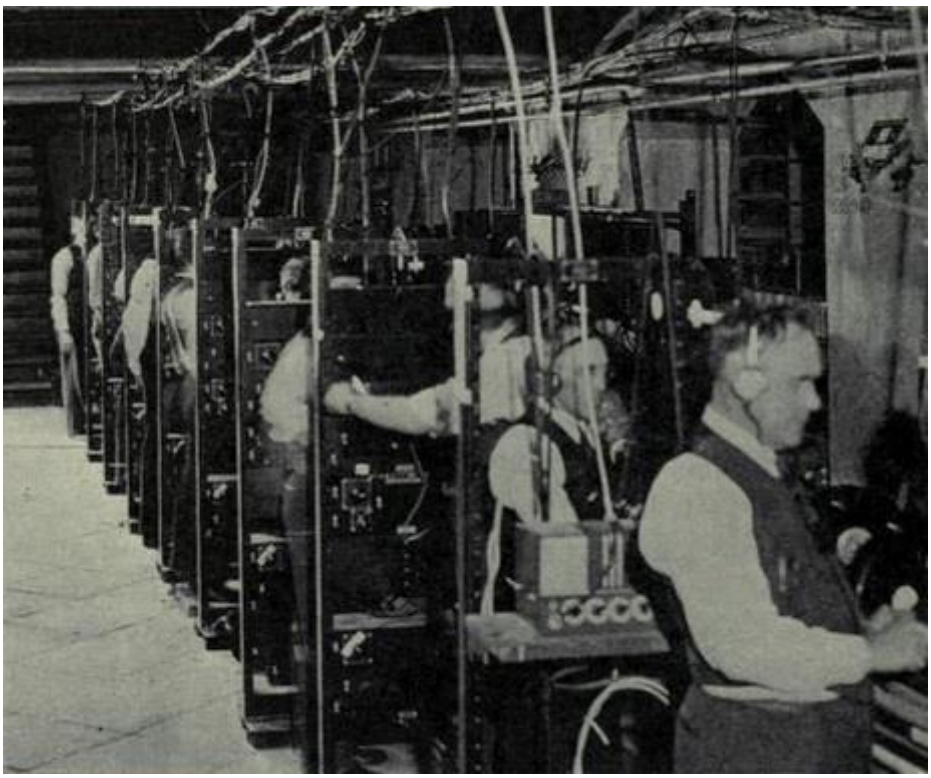


FIGURA 14 - FUNCIONÁRIOS OPERANDO OS NOVE CANAIS DE SOM LOCALIZADOS NO PORÃO DO SALÃO

Embora a iniciativa do Fantasound tenha gerado uma produção cinematográfica de resultado notável, diversas razões influenciaram na descontinuidade do sistema; ele dependia de uma grande quantidade de equipamentos, incorrendo em investimento financeiro elevado e necessitava de um tempo considerável para serem instalados.

As salas menores não tinham espaço suficiente para instalação, e poucos cinemas tiveram interesse em adotá-lo.

Fantasia e o sistema Fantasound trouxeram um avanço sem igual para o som do cinema, mas que estava muito além de seu tempo, e, embora não tenha seguido em frente, influenciou as mentes de engenheiros, pesquisadores e profissionais que viriam a desenvolver novas e importantes tecnologias nas décadas seguintes, que veremos no próximo artigo.

Até lá!



PARTE IV



Amplificador para Fones. Ou será mais?

Álvaro Neiva*

O Amplificador

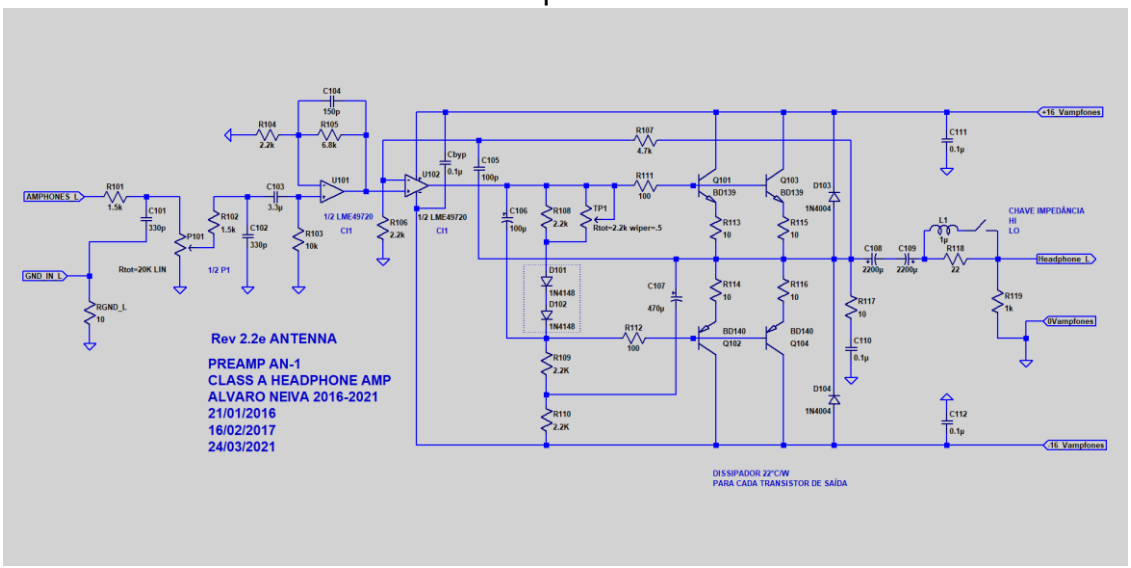


Fig. 1 (um canal apenas)

Fonte Para 2 canais

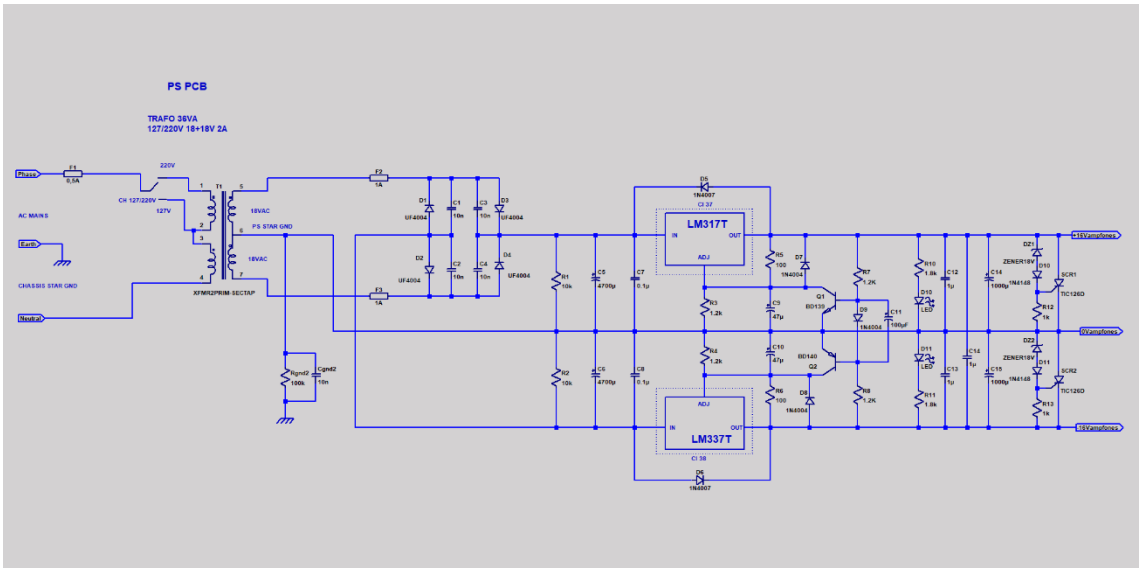


Fig. 2

***Engenheiro Eletricista**

Neste artigo, vamos falar sobre a fonte de alimentação do amplificador.

A fonte usada é do tipo simétrico em relação ao 0V, fornecendo tensões reguladas de +-16V com uma corrente CC de 0,3A.

É usada uma fonte regulada para:

a) **Garantir a máxima potência dentro dos limites de segurança dos amplificadores operacionais usados;**

b) **Reduzir a ondulação de 120Hz e do sinal ao mínimo;**

c) **Estabilizar a tensão de alimentação frente às variações do consumo de corrente;**

d) **Estabilizar a tensão de alimentação frente a variações da tensão da rede.**

Foram escolhidos os reguladores integrados LM317/337, que estabilizam a tensão entre o terminal de saída e o pino ADJ em +-1,25V aproximadamente. Para conseguir tensões maiores de saída como os +-16V que precisamos é preciso lançar mão de um resistor entre o pino ADJ e o 0V da fonte, que vai usar a corrente constante que circula por R5 ou R6, já que a tensão sobre eles também é constante, para elevar a tensão entre o pino de saída do LM317 e o 0V da fonte.

$$I_{R5} = \frac{1{,}25}{R5} = \frac{1{,}25}{100} = 12{,}5mA$$

A corrente que passa por R3 vai ser:

$$I_{R3} = I_{R5} + I_Q$$

Onde I_Q é a corrente de polarização do regulador.

Fazendo $I_{R5} >> I_Q$, a tensão de saída vai ser:

$$U_{CC} = 1{,}25 + I_{R5} \cdot R6 = 1{,}25 + \frac{1{,}25}{R5} \cdot R6 = 1{,}25 \cdot \left(1 + \frac{R6}{R5}\right)$$

Como I_Q <0,1mA, fazer I_{R5} = 12,5mA atende tanto ao consumo mínimo necessário para manter a regulação dos 1,25V quanto a condição $I_{R5} >> I_Q$.

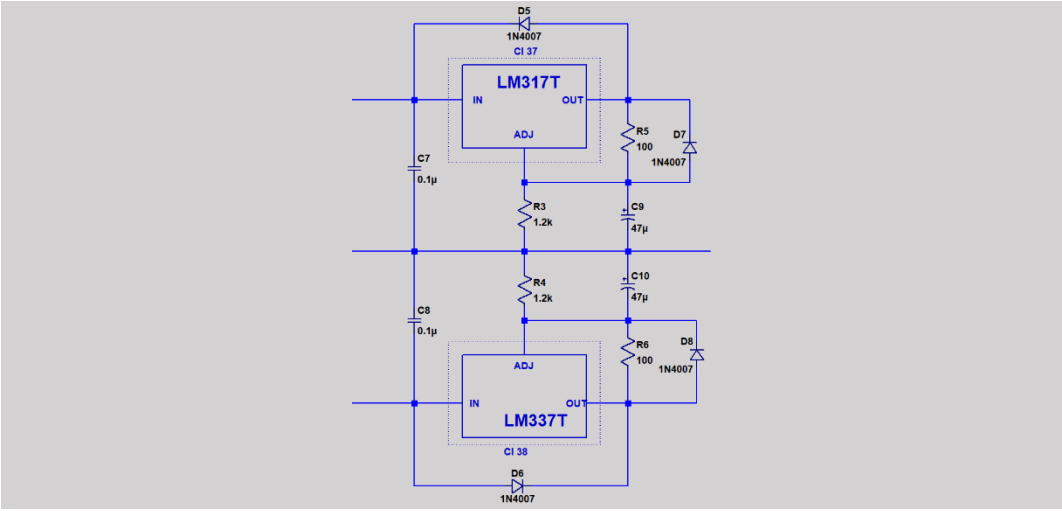


Fig. 3

Podemos escrever, então:

$$\frac{U_{CC}}{1{,}25} = \left(1 + \frac{R6}{R5}\right)$$

ou

$$\frac{U_{CC}}{1{,}25} - 1 = \frac{R6}{R5}$$

$$R6 = R5 \cdot \left(\frac{U_{CC}}{1{,}25} - 1\right)$$

Para UCC=16V,

$$R6 = R5 \cdot \left(\frac{16}{1{,}25} - 1\right) = 100 \cdot 11{,}8 = 1180\Omega \approx 1{,}2k\Omega$$

Para reduzir o nível de ondulação na saída a níveis negligíveis, é fundamental usar os capacitores C9 e C10. Eles vão reduzir umas 12 vezes a amplitude da ondulação na saída, desacoplando de R6 o efeito de componentes residuais de ondulação presentes na corrente de polarização I_Q.

Ruído com C9 (fonte positiva)



Fig. 4

Valor rms=5µV

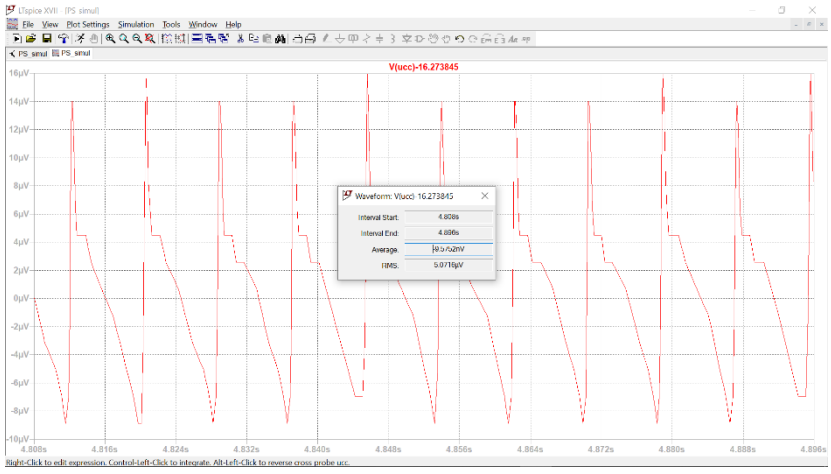


Fig. 5

Ruído sem C9

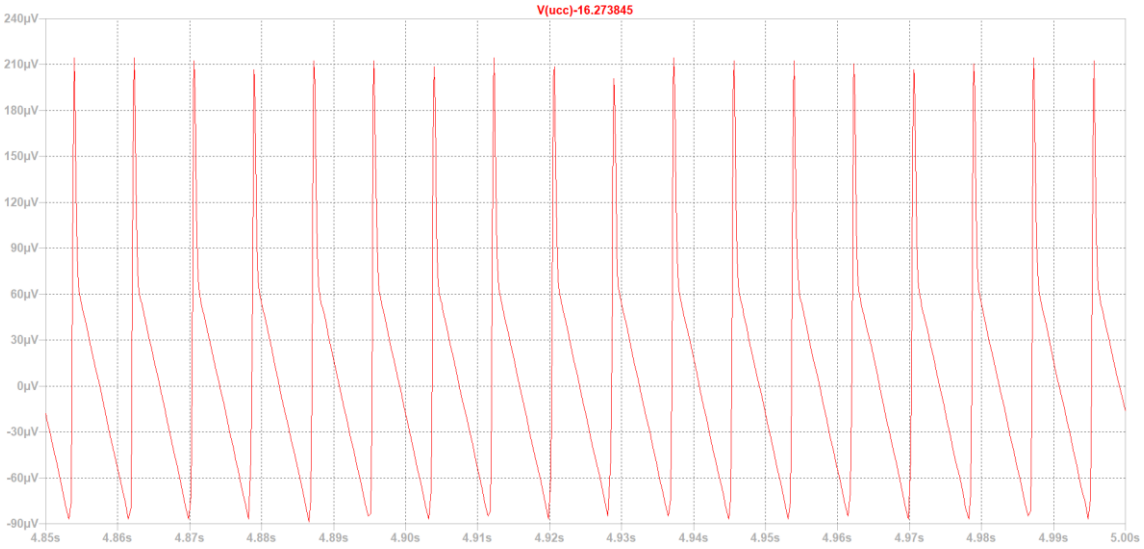


Fig. 6

Valor rms=64µV

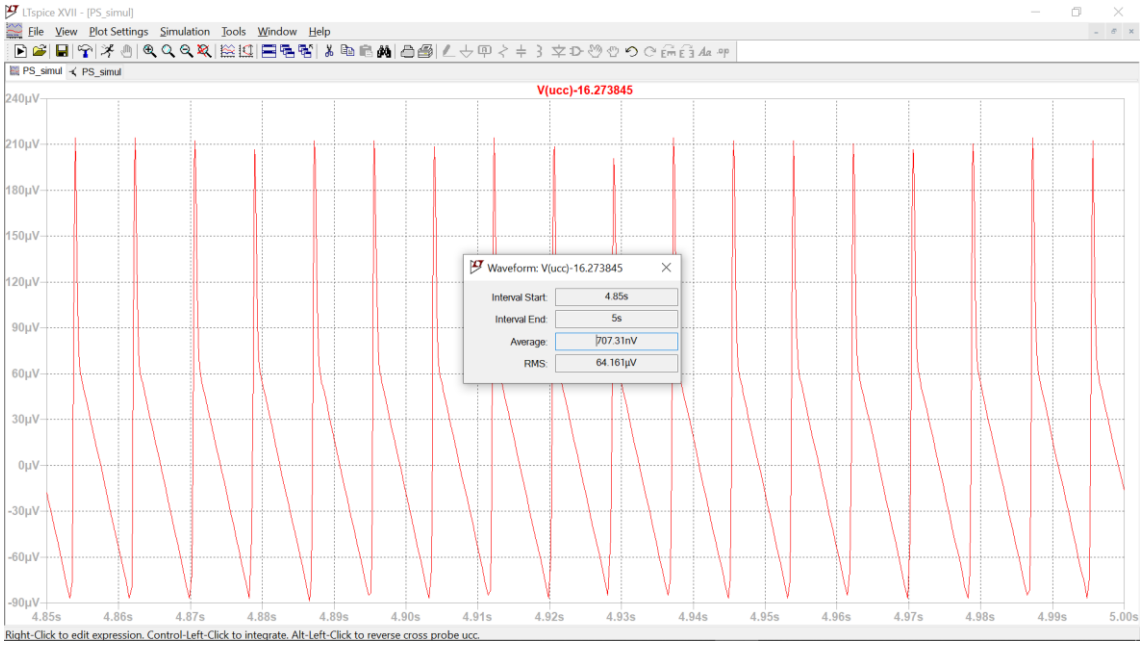


Fig. 7

Daí a recomendação do uso desses capacitores.

D7, D8, D5 e D6 oferecem um caminho de descarga para C9 e C10 ao desligar a fonte, evitando que essa descarga aconteça através do regulador.

Circuitos de Proteção

Apesar do LM317 ou 337 possuírem proteções contra curto, sobretensão e temperatura excessiva, a falha, com desligamento, de um dos reguladores da fonte simétrica, pode colocar em risco os amplificadores operacionais do circuito. Para evitar esse risco, foi adotado uma configuração mostrada por Self[1].

A proteção é feita por Q1 e Q2, com o circuito mostrado na figura 8.

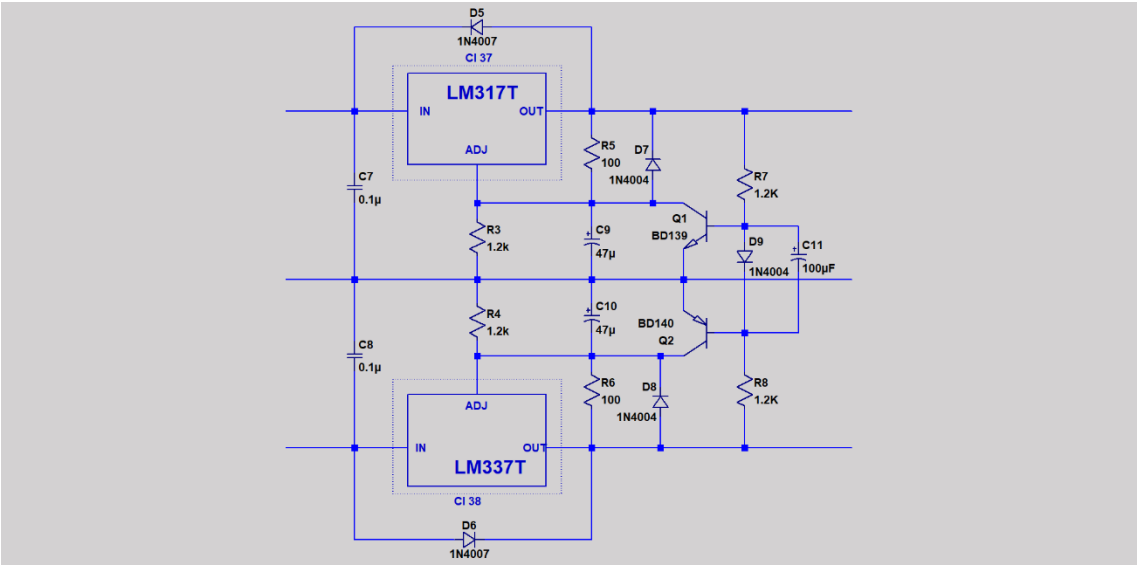


Fig. 8

A queda de tensão direta do diodo D9, de 0,6V em condições normais, mantém a tensão base emissor de Q1 e Q2 em 0,3V, não permitindo sua entrada em condução. Se houver a falta de uma das tensões, o transistor oposto entra em condução, levando a tensão de saída da fonte correspondente para 1,25V, um valor seguro para essa condição de falha.

Outra possibilidade perigosa é a entrada em curto dos reguladores. Para essa falha foi usada a solução “Crow bar” (pé de cabra), na qual os SCR1 e 2 colocam em curto a linha de alimentação quando a tensão ultrapassa 18,6V, queimando o fusível da linha de alimentação correspondente. Como a ação vai requerer a substituição dos fusíveis (internos) foi adotada uma tensão de disparo cerca de 17% acima da tensão normal de saída, para evitar o acionamento indevido, pelos limites de tolerância da tensão do zener e do regulador.

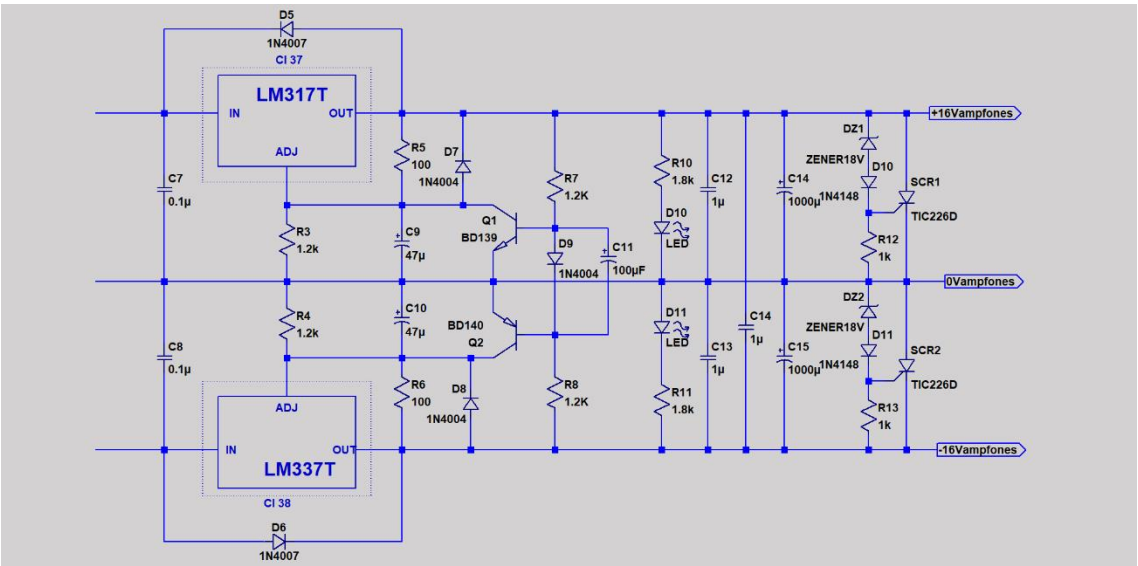


Fig. 9

Fonte de Alimentação

Faixa de tensão de entrada: 115V -140Vrms, 127V nominal.

Tensão de saída: 16V +-5%

Corrente de saída Nominal: 0,3A

Corrente de pico: 1,5A mínimo, limitada por dissipação térmica.

Dissipadores: 2 HS 2816 com 40mm*, por regulador.

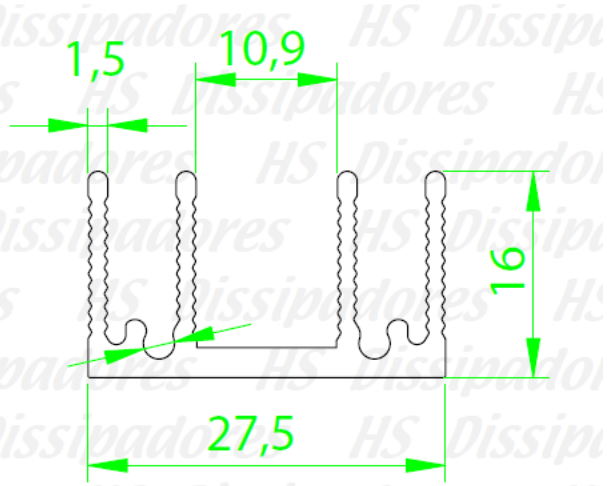


Fig. 10

RThda=7,92°C/W para 100mm de comprimento.

*Ver texto

Considerando uma temperatura interna máxima de 40°C, e uma temperatura máxima do dissipador de 70°C, isso leva a uma correção por diferença de temperatura de 26%:

Diferença de Temperatura	Fator de Conversão
75ºC	1,000
70ºC	1,017
60ºC	1,057
50ºC	1,106
40ºC	1,170
30ºC	1,257

Fig. 11

O tamanho usado, de 40mm, pede também uma correção de 59%:

comprimento	fator de correção
10 mm	3,05
20 mm	2,21
30 mm	1,82
40 mm	1,59

Fig. 12

A provável resistência térmica do dissipador será de 7,92 x 1,26 x 1,59=15,86°C/W

Com rede alta (+10%), a dissipação será de:

$\left(18 \cdot 1{,}1 \cdot \sqrt{2} - 16\right) \cdot 0{,}3 = 3{,}6W$ aproximadamente.

Com uma temperatura interna de 40°C, o dissipador vai chegar a:

$40 + 15{,}86 \cdot 3{,}6 = 40 + 57 = 97°C$

E o chip a:

$97 + 5 \cdot 3{,}6 = 07 + 18 = 115°C$

Muito perto do limite máximo do regulador de 125°C.

Na montagem do protótipo, foi usado um transformador com uma tensão secundária de 20V, por preocupação com tensão da rede baixa. Isso elevou desnecessariamente a dissipação com rede normal, por isso, foi feita a modificação no projeto apresentado aqui, para uma tensão nominal de 18V, ainda mais que bons transformadores costumam ter uma tensão sem carga uns 5% maior.

Nos locais com rede 110-120V, recomendo o uso de transformador com primário de 115V, aonde a rede for 127V, usar primário de 127V.

Com o transformador que usei, primário 127V e secundário (2 x 20V x 1A), reduzi para 2200uF os capacitores de filtro após o retificador.

Assim o resultado foi (medidas atuais):

Tensão da rede:130V

Tensão em cada secundário em carga: 21,8Vrms

Tensão retificada em carga:+27,3V, -27,2V

Tensão de saída: + 16,5V, -16,2V

Dissipação por regulador aproximadamente 3,3W.

Como o espaço disponível não permitia um dissipador mais comprido ou largo, a primeira providência foi pintá-lo de preto para aumentar sua eficiência e garantir a circulação de ar através de furos na tampa. A própria tampa também é pintada de preto, ajudando na transferência de calor por radiação. Isso reduziu o aumento de temperatura do dissipador em relação ao ambiente e manteve o amplificador funcionando por 2 anos.

Como a temperatura ainda estava elevada, montei um segundo dissipador junto ao já preso no transistor, também pintado de preto, com pasta térmica e usando o mesmo parafuso de fixação ao regulador, como na figura 13.

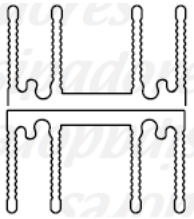


Fig. 13

Isso aumentou a área de aletas e levou o aumento de temperatura do dissipador em relação à temperatura externa, para 60°C.

Medidas:

Temperatura externa: 25°C

Temperatura do dissipador: 85°C

Provável temperatura do chip: 103°C

Aumento total de temperatura: 78°C

Para 40°C de temperatura externa, o chip ainda ficará a 118°C, uma temperatura maior que a esperada, mas ainda abaixo do limite de 125°C do regulador.



Fig. 14



Fig. 15

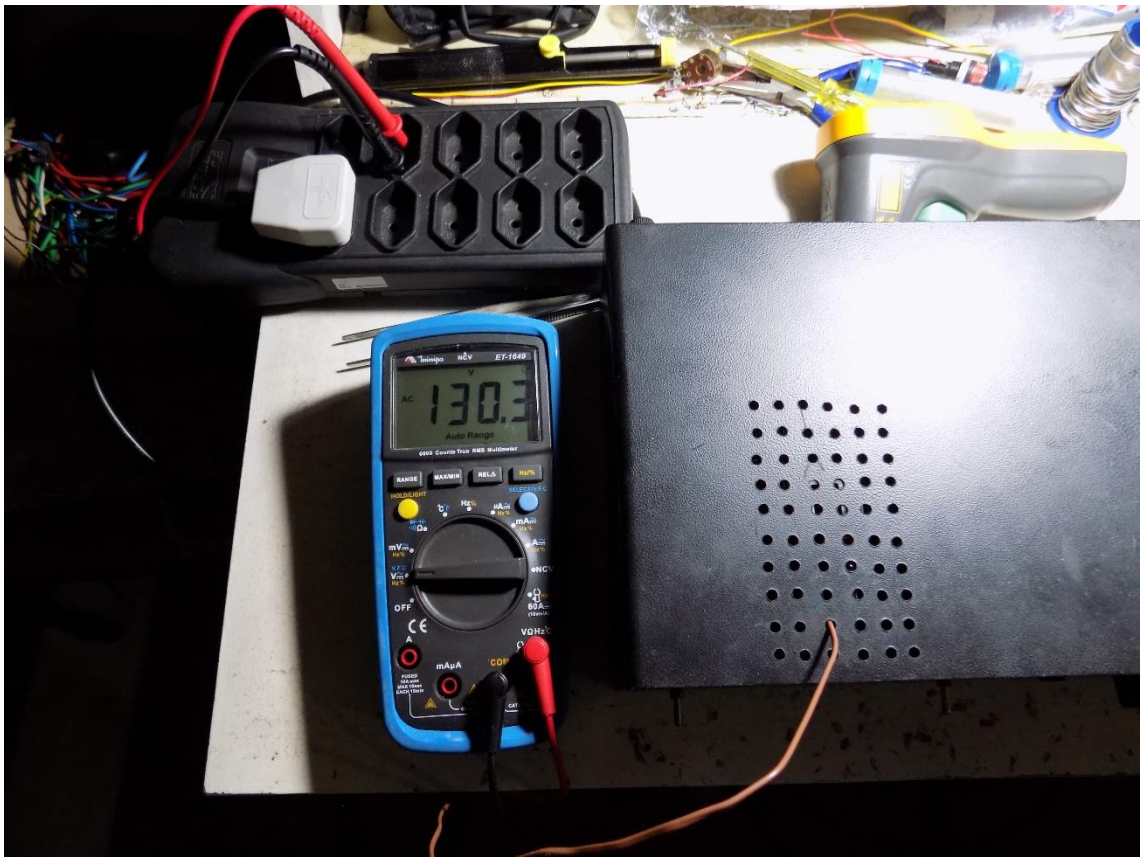


Fig. 16

Tensão da rede durante o teste +-1%

Uma possibilidade de se reduzir a temperatura para um valor mais confortável, sem ventilação forçada, seria fazer uma abertura com grade na traseira da caixa chassis, favorecendo a circulação de ar no interior do gabinete.

Nunca observei também, mesmo no verão, mais que 35°C no móvel onde o amplificador fica montado, mas manter os furos de ventilação do chassis desobstruídos, o ambiente ventilado e com boa circulação de ar onde o amplificador for usado, vai ser fundamental para uma longa vida útil. Essa configuração está sendo usada a 30 dias, umas 6h a 8h por dia.

Na próxima página temos a lista de material da fonte.

Até a próxima!

Referências:

21. Self, Douglas. **SMALL SIGNAL AUDIO DESIGN**. 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.
22. Graeme, Jerald G. **APPLICATONS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS (THIRD GENERATION TECHNICS)**. 1ª edição. Burr-Brown Research Corporation; 1973.

--- Lista de Material da Fonte---

C1 - capacitor, 10nF, 500V, cerâmico;

C2 - capacitor, 10nF, 500V, cerâmico;

C3 - capacitor, 10nF, 500V, cerâmico;

C4 - capacitor, 10nF, 500V, cerâmico;

C5 - capacitor eletrolítico, 4.700uF, 35V;

C6 - capacitor eletrolítico, 4.700uF, 35V;

C7 - capacitor,100nF,63V,poliéster metalizado;

C8 - capacitor, 100nF, 63V;

C9 - capacitor eletrolítico, 47µF, 35V;

C10 - capacitor eletrolítico, 47µF, 35V;

C11 - capacitor eletrolítico, 100µF, 50V;

C12 - capacitor, 1µF, 63V;

C13 - capacitor, 1µF, 63V;

C14 - capacitor eletrolítico, 1000µF, 35V;

C14 - capacitor, 1µF, 63V;

C15 - capacitor eletrolítico, 1000µF, 35V;

Cgnd2 - capacitor, 10nF, 500V, cerâmico;

D1 - UF4004 diodo;

D2 - UF4004 diodo;

D3 - UF4004 diodo;

D4 - UF4004 diodo;

D5 - 1N4007 diodo;

D6 - 1N4007 diodo;

D7 - 1N4004 diodo;

D8 - 1N4004 diodo;

D9 - 1N4004diodo;

D10 - LED vermelho;

D10 - 1N4148 diodo;

D11 – LED verde;

D11 - 1N4148 diodo;

DZ1 - ZENER 18V

DZ2 - ZENER 18V

F1 - fusível 0,5A

F2 - fusível, 1A

F3 - fusível, 1A

Q1 - BD139 transistor bipolar;

Q2 - BD140 transistor bipolar;

U1 - LM317 regulador positivo integrado;

U2 - LM337 regulador negativo integrado;

R1 - resistor, 10K, 5%, 0.5W;

R2 - resistor, 10K, 5%, 0.5W;

R3 - resistor, 1.2K, 5%, 1W;

R4 - resistor, 1.2K, 5%, 1W;

R5 - resistor, 100, 5%, 0.25W;

R6 - resistor, 100, 5%, 0.25W;

R7 - resistor, 1.2K, 5%, 1W;

R8 - resistor, 1.2K, 5%, 1W;

R10 - resistor, 1.8K, 5%, 0.5W;

R11 - resistor, 1.8K, 5%, 0.5W;

R12 - resistor, 1K, 5%, 0,25W;

R13 - resistor, 1K, 5%, 0,25W;

Rgnd2 - resistor, 100K, 5%, 0,25W;

SCR1 - TIC126D;

SCR2 - TIC126D;

T1 - Transformador de força, primário 127/220V, 2 secundários de 18V 1A, ou 18+18V 2A, 36VA

Dissipadores modelo HS2816, da HS, ou similares, para os integrados reguladores.

Análise do Amplificador Cygnus PA 800



Marcelo Yared*

O Cygnus PA 800 é um amplificador de potência de uma série lançada pelo fabricante na década de 80. É um modelo simplificado do amplificador MA 800, com circuito amplificador mais simples e sem o módulo de supervisão, sofisticado, para a época, com indicação de sobreaquecimento, DC à saída, clipping etc.

Na época, a Cygnus lançou uma série de amplificadores de potência que fizeram muito sucesso e venderam como “banana na feira”, notadamente o PA 400, o PA 800 e o PA 1800.

Já analisamos o PA 1800D, anteriormente, e o PA 800 compartilha a topologia do circuito e algumas funcionalidades, mas entrega menos potência à carga. Ele foi adquirido por mim, novo, no final da década de 1980, e foi muito pouco usado, desde então.

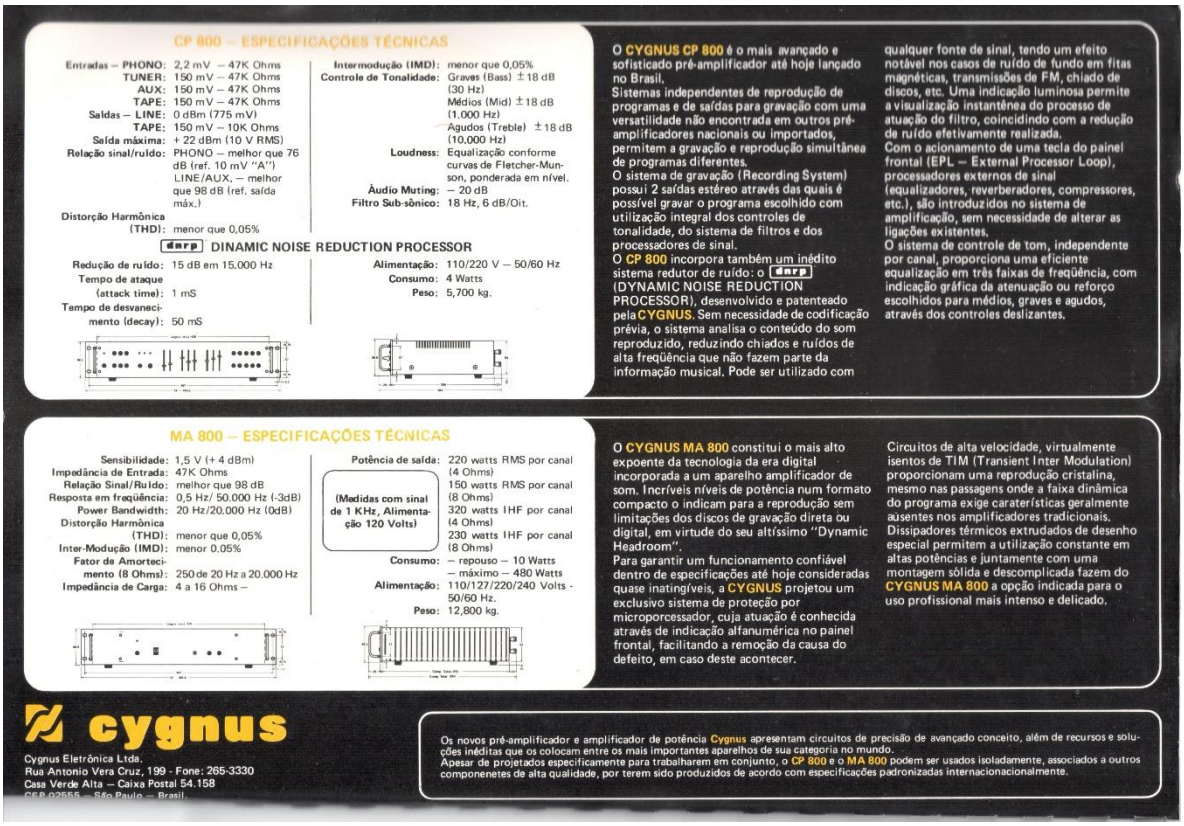
Fiz uma adaptação na entrada para usá-lo em ponte, alimentando um subwoofer, mas agora restaurei a configuração original e providenciei a anodização do painel – originalmente ele tinha o painel em alumínio natural - com um amigo de São Paulo.



Para isso, ele experimentou a gravação a laser, e os caracteres ficaram um pouco mais escuros, mas estão perfeitos e muito bonitos. Creio que a durabilidade será maior, também.

***Engenheiro Eletricista**

O aparelho veio com um manual bem produzido, em policromia, com informações detalhadas sobre o PA 800, o MA 800 e o CP 800. O único senão é que o que foi fornecido com o aparelho foi o da primeira geração, um pouco diferente.



CP 800 — ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Entradas — PHONO: 2,2 mV — 47K Ohms
TUNER: 150 mV — 47K Ohms
AUX: 150 mV — 47K Ohms
TAPE: 150 mV — 47K Ohms
Saídas — LINE: 0 dBm (775 mV)
TAPE: 150 mV — 10K Ohms
Saída máxima: + 22 dBm (10 V RMS)
Relação sinal/ruído: PHONO — melhor que 76 dB (ref. 10 mV "A")
LINE/AUX. — melhor que 98 dB (ref. saída máx.)
Distorção Harmônica (THD): menor que 0,05%
Intermodução (IMD): menor que 0,05%
Controle de Tonalidade: Graves (Bass) ±18 dB (30 Hz)
Médios (Mid) ±18 dB (1.000 Hz)
Agudos (Treble) ±18 dB (10.000 Hz)
Loudness: Equalização conforme curvas de Fletcher-Munson, ponderada em nível.
Áudio Muting: — 20 dB
Filtro Sub-sônico: 18 Hz, 6 dB/Oit.

dnrp DINAMIC NOISE REDUCTION PROCESSOR

Redução de ruído: 15 dB em 15.000 Hz
Tempo de ataque (attack time): 1 mS
Tempo de desvanecimento (decay): 50 mS
Alimentação: 110/220 V — 50/60 Hz
Consumo: 4 Watts
Peso: 5,700 kg.

O CYGNUS CP 800 é o mais avançado e sofisticado pré-amplificador até hoje lançado no Brasil.
Sistemas independentes de reprodução de programas e de saídas para gravação com uma versatilidade não encontrada em outros pré-amplificadores nacionais ou importados, permitem a gravação e reprodução simultânea de programas diferentes.
O sistema de gravação (Recording System) possui 2 saídas estéreo através das quais é possível gravar o programa escolhido com utilização integral dos controles de tonalidade, do sistema de filtros e dos processadores de sinal.
O CP 800 incorpora também um inédito sistema redutor de ruído: o dnrp (DYNAMIC NOISE REDUCTION PROCESSOR), desenvolvido e patenteado pela CYGNUS. Sem necessidade de codificação prévia, o sistema analisa o conteúdo do som reproduzido, reduzindo chiados e ruídos de alta freqüência que não fazem parte da informação musical. Pode ser utilizado com qualquer fonte de sinal, tendo um efeito notável nos casos de ruído de fundo em fitas magnéticas, transmissões de FM, chiado de discos, etc. Uma indicação luminosa permite a visualização instantânea do processo de atuação do filtro, coincidindo com a redução de ruído efetivamente realizada.
Com o acionamento de uma tecla do painel frontal (EPL — External Processor Loop), processadores externos de sinal (equalizadores, reverberadores, compressores, etc.), são introduzidos no sistema de amplificação, sem necessidade de alterar as ligações existentes.
O sistema de controle de tom, independente por canal, proporciona uma eficiente equalização em três faixas de freqüência, com indicação gráfica da atenuação ou reforço escolhidos para médios, graves e agudos, através dos controles deslizantes.

MA 800 — ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

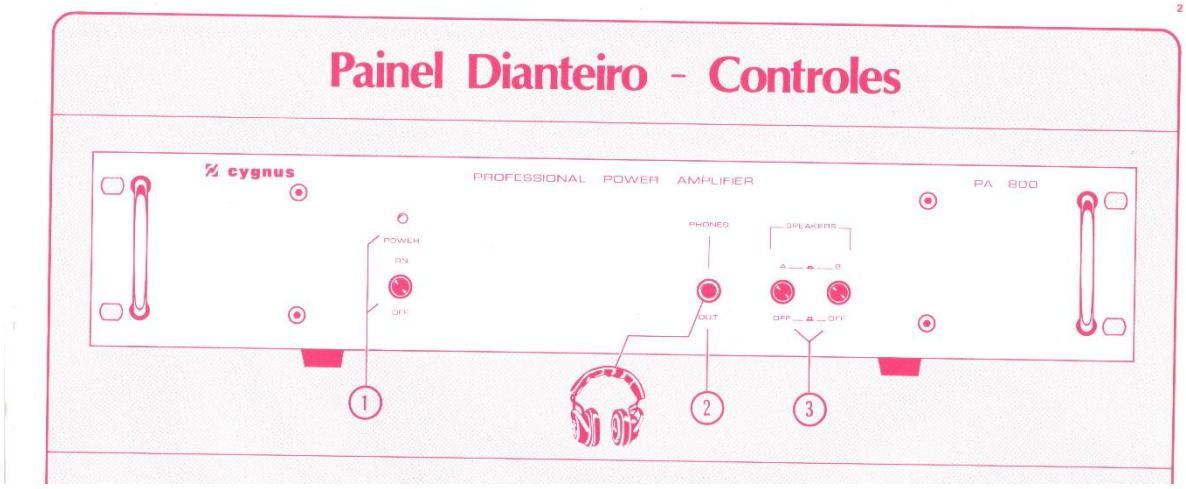
Sensibilidade: 1,5 V (+ 4 dBm)
Impedância de Entrada: 47K Ohms
Relação Sinal/Ruído: melhor que 98 dB
Resposta em freqüência: 0,5 Hz/ 50.000 Hz (-3dB)
Power Bandwidth: 20 Hz/20.000 Hz (0dB)
Distorção Harmônica (THD): menor que 0,05%
Inter-Modução (IMD): menor 0,05%
Fator de Amortecimento (8 Ohms): 250 de 20 Hz a 20.000 Hz
Impedância de Carga: 4 a 16 Ohms —

Potência de saída: 220 watts RMS por canal (4 Ohms)
150 watts RMS por canal (8 Ohms)
(Medidas com sinal de 1 KHz, Alimentação 120 Volts)
320 watts IHF por canal (4 Ohms)
230 watts IHF por canal (8 Ohms)
Consumo: — repouso — 10 Watts
— máximo — 480 Watts
Alimentação: 110/127/220/240 Volts - 50/60 Hz.
Peso: 12,800 kg.

O CYGNUS MA 800 constitui o mais alto expoente da tecnologia da era digital incorporada a um aparelho amplificador de som. Incríveis níveis de potência num formato compacto o indicam para a reprodução sem limitações dos discos de gravação direta ou digital, em virtude do seu altíssimo "Dynamic Headroom".
Para garantir um funcionamento confiável dentro de especificações até hoje consideradas quase inatingíveis, a CYGNUS projetou um exclusivo sistema de proteção por microporcessador, cuja atuação é conhecida através de indicação alfanumérica no painel frontal, facilitando a remoção da causa do defeito, em caso deste acontecer.
Circuitos de alta velocidade, virtualmente isentos de TIM (Transient Inter Modulation) proporcionam uma reprodução cristalina, mesmo nas passagens onde a faixa dinâmica do programa exige características geralmente ausentes nos amplificadores tradicionais. Dissipadores térmicos extrudados de desenho especial permitem a utilização constante em altas potências e juntamente com uma montagem sólida e descomplicada fazem do CYGNUS MA 800 a opção indicada para o uso profissional mais intenso e delicado.

cygnus
Cygnus Eletrônica Ltda.
Rua Antonio Vera Cruz, 199 - Fone: 265-3330
Casa Verde Alta — Caixa Postal 54.158
CEP 02555 — São Paulo — Brasil.

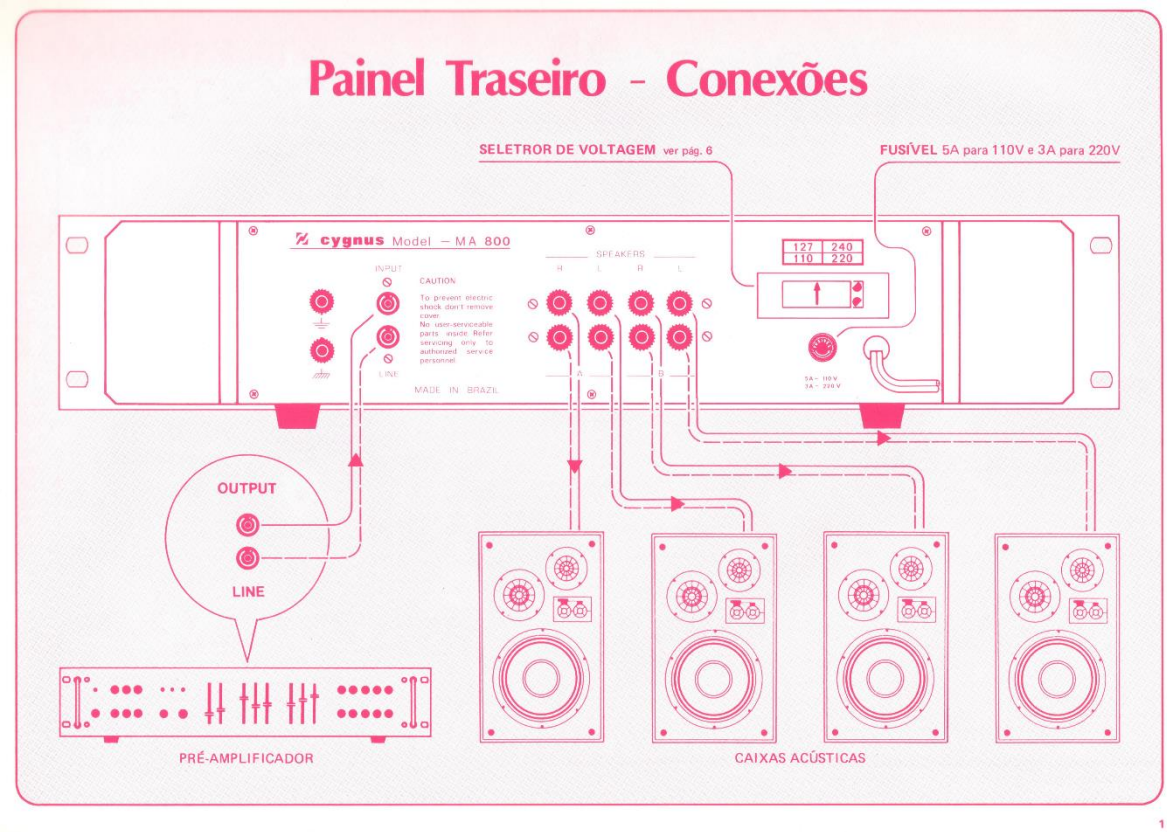
Os novos pré-amplificador e amplificador de potência Cygnus apresentam circuitos de precisão de avançado conceito, além de recursos e soluções inéditas que os colocam entre os mais importantes aparelhos de sua categoria no mundo.
Apesar de projetados especificamente para trabalharem em conjunto, o CP 800 e o MA 800 podem ser usados isoladamente, associados a outros componenetes de alta qualidade, por terem sido produzidos de acordo com especificações padronizadas internacionalmente.

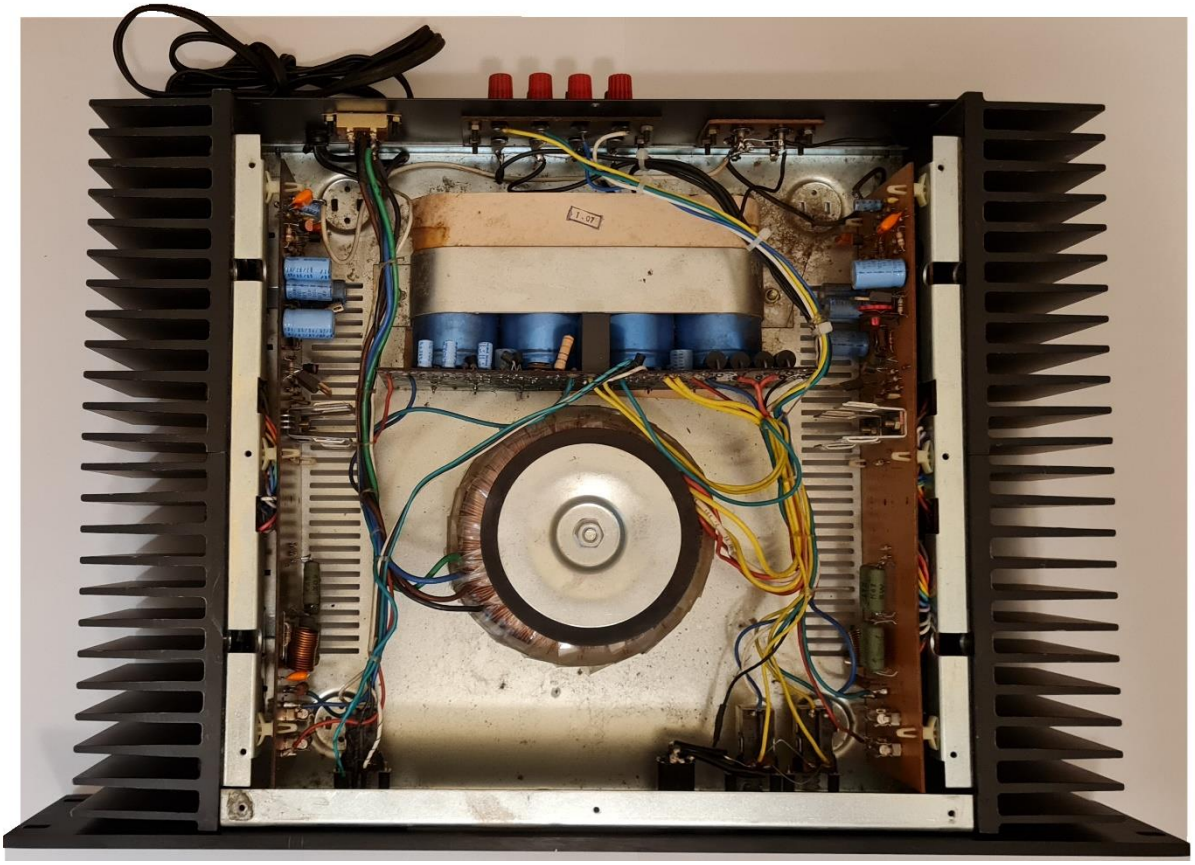


O painel dianteiro do PA 800 é muito simples, bem identificado e tem o mínimo necessário para esse tipo de amplificador: uma chave liga-desliga, duas chaves para selecionar sistemas de falantes, entrada para fones de ouvido estereofônicos e um indicador bicolor; vermelho indica problema ou retardo de ligação e verde, operação normal. Bem simples, mas funcional e, para esse tipo de equipamento, suficiente.

A construção é sólida, com um chassis muito simples e funcional também e foram utilizados bons componentes, os disponíveis na época.

Na traseira, dois pares de conectores RCA de entrada, bornes de boa qualidade para a conexão de caixas acústicas, seletor de tensão de rede, fusível e cabo de força.





Na época, uma revista especializada fez a análise do MA800 de primeira geração, que é bem diferente dele, mostrou que o Calcanhar de Aquiles desses amplificadores é a fonte. Foi alimentado com 120VCA (o seletor de tensão mostra 110V na traseira) e obteve-se, com 0,05% de distorção a 1kHz, 128W contínuos com dois canais em carga.

No caso deste equipamento, não substituí nenhum componente, pois o seu uso foi, desde sua aquisição, muito raro. Apenas ajustei a corrente de repouso para algo em torno de 55mA (25,7mV nos resistores de emissor).

Ele saiu de fábrica praticamente com muito baixa corrente de repouso, apenas 7mA, contra os 30mA informados no esquemário da Cygnus, por dispositivo.

Tudo indica que a Cygnus não tinha um controle de qualidade muito bom, ou, talvez, com a alta demanda por seus equipamentos, essa etapa de produção tenha sido relaxada.

Isso é uma possibilidade, dado o relato de um amigo, especialista técnico, o Antônio Carlos, que comprou um PA 400 na mesma época, e que afirmou o seguinte:

"Quando a Cygnus começou a vender estes amplificadores, as vendas dispararam e eles não davam conta da demanda.

Já contei aqui, mas quando ralei para encontrar o meu PA-400, pois as lojas tinham vendido todos, achei um moicano no mostruário de uma loja e como havia acabado de sair da caixa, levei ele para casa.

Depois de ligá-lo não deu uns 5 minutos e houve uma baita explosão dentro dele com direito a fumaça branca saindo dos furos da tampa. Ao abri-lo vi que um capacitor eletrolítico da placa de proteção tinha explodido e seu óleo se espalhou no interior do gabinete. Quando fui substituí-lo reparei que os caras tinham montado ele invertido!!!!!

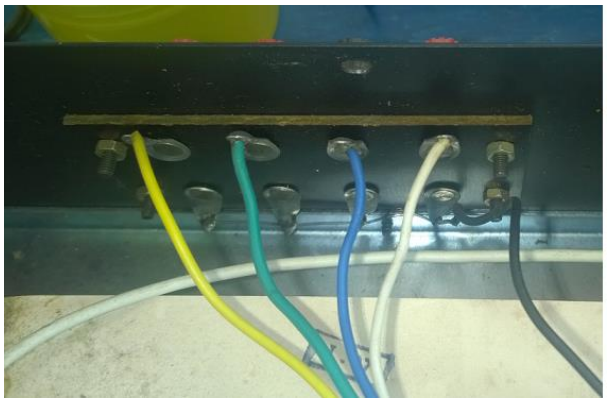
Depois de instalar o novo na posição correta, ele está aqui funcionando perfeitamente até hoje, rsrsrsrs...

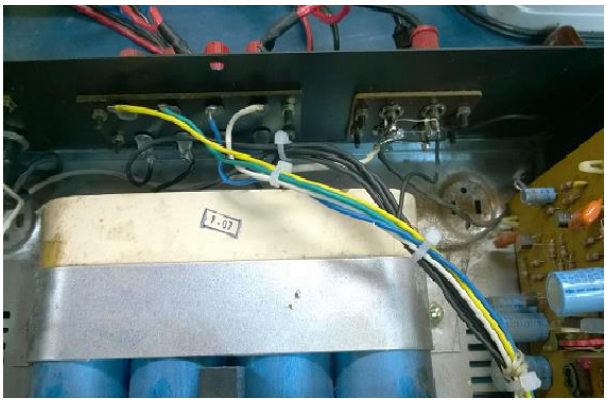
Obviamente ninguém ligou a criatura na fábrica, apenas montaram o aparelho e mandaram para a expedição sem nenhum teste básico. Imagina então se perderiam tempo ajustando os circuitos.

Se até receivers Marantz novos em folha chegam aqui com o bias todo fora do normal, imagina os pobres Cygnus daquele tempo."

A única alteração que fiz no aparelho foi tirar o arame que interligava os quatro conectores negativos da saída de falantes por cabos com bitola adequada. De resto, com o ajuste ótimo da corrente de repouso, ele está como se tivesse saído da fábrica,

e ligado, funcionou adequadamente no pré-aquecimento, a 1/3 de sua potência nominal em 8Ω.

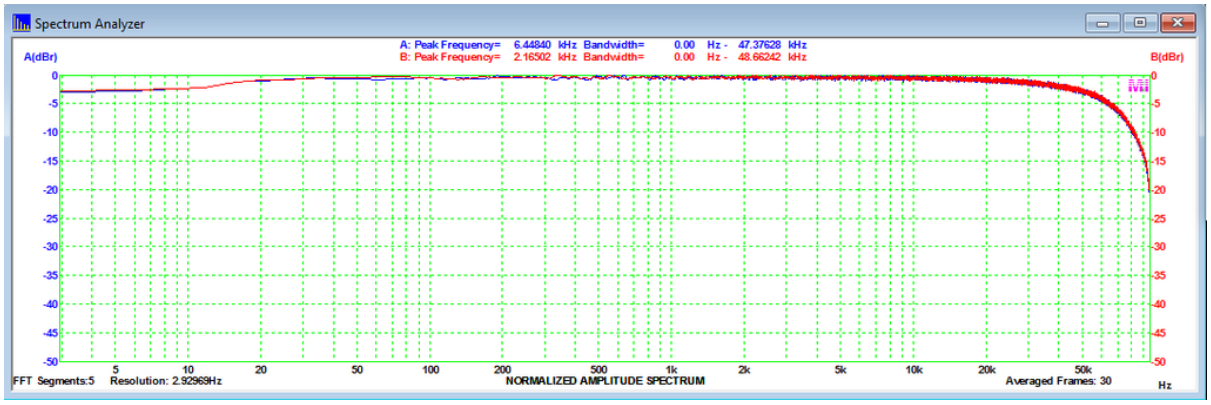




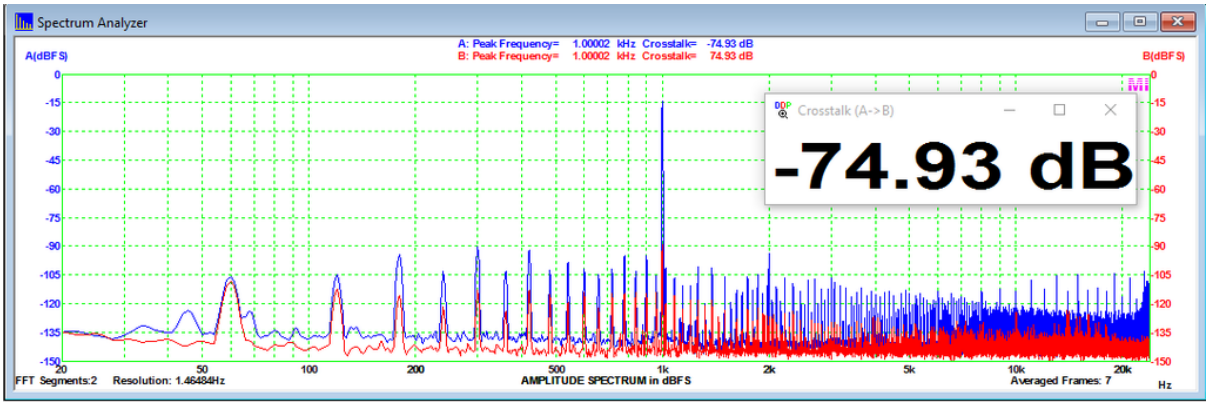
Levado para a bancada, com o ajuste em classe B ótima, observamos que os dissipadores esquentam um pouco sem sinal, mas nada preocupante. Têm um bom tamanho e não passaram de uns 60 graus em regime de testes.

RESULTADOS

Resposta em Frequência (1W/8Ω - Ruído Branco) – 2Hz a 48kHz (-3dB)

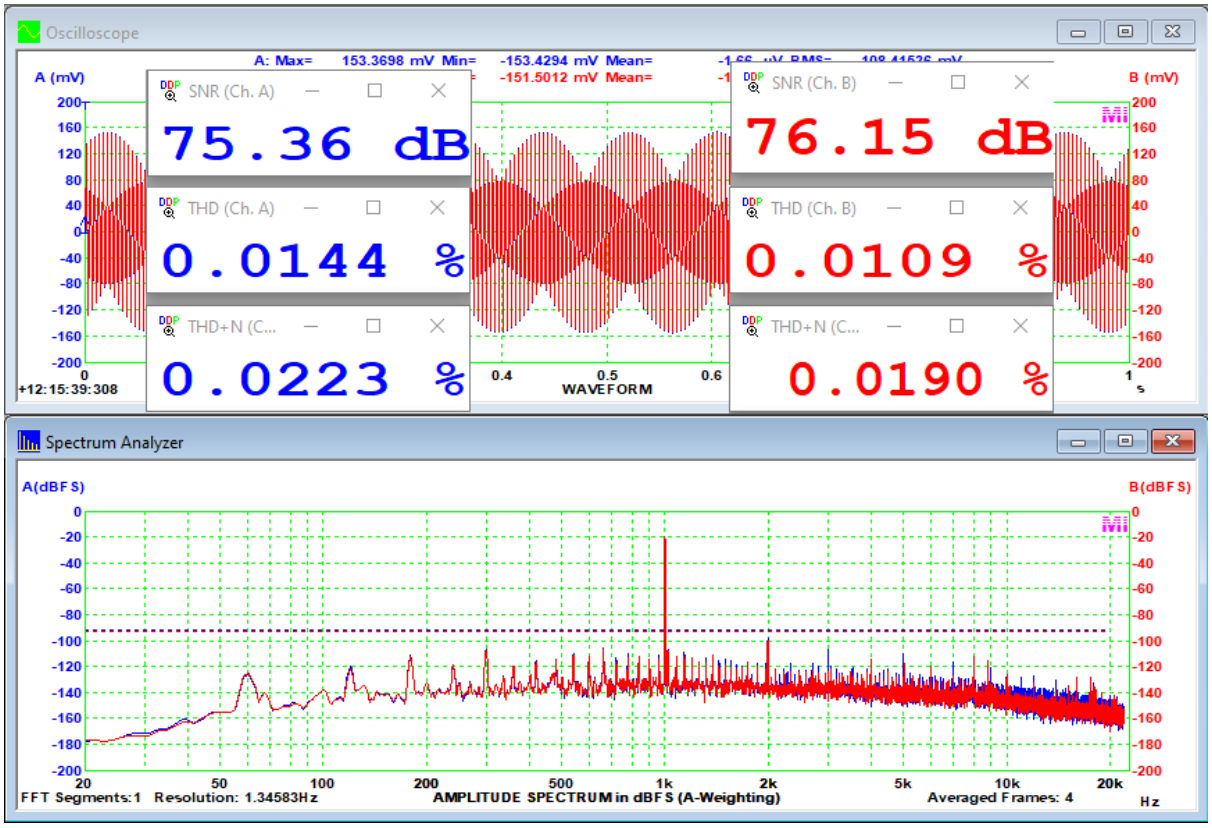


Crosstalk (10W/1kHz/8Ω)

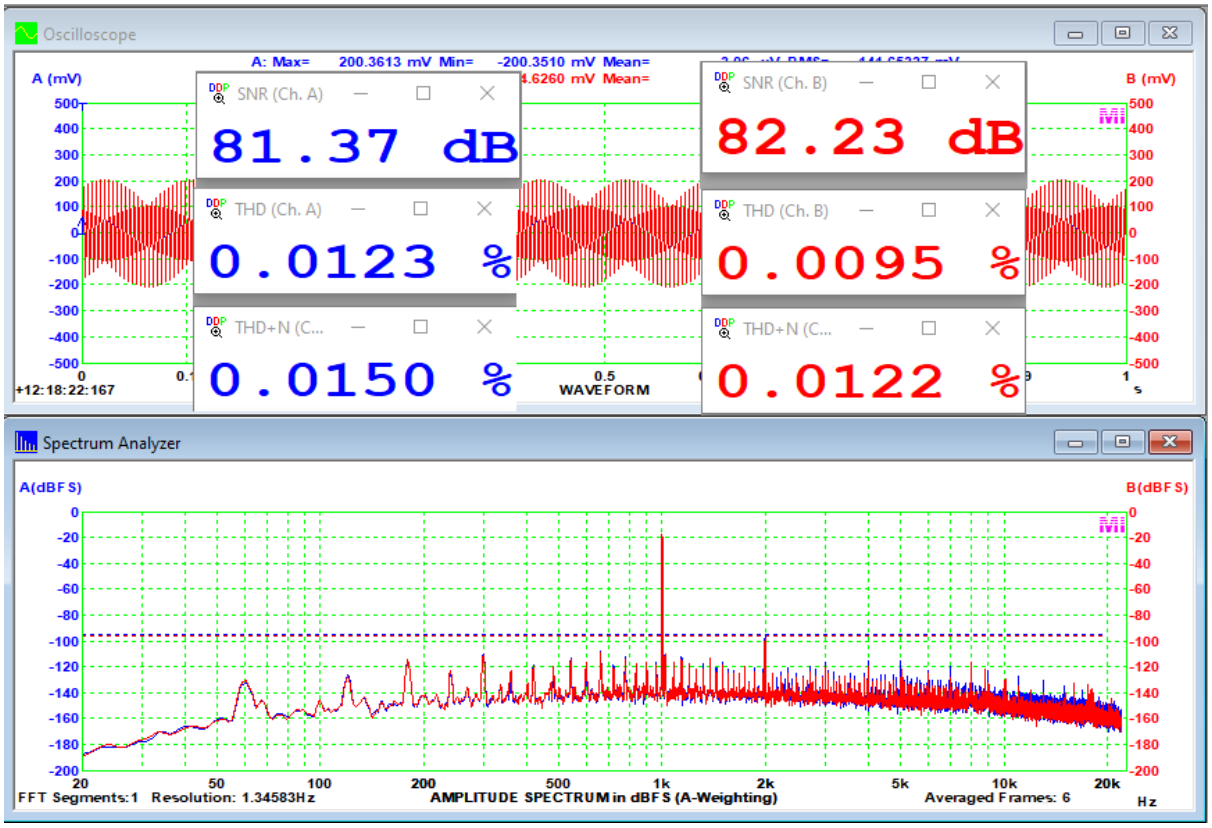


A **relação sinal-ruído** superou **86dB** à máxima potência em 8Ω/1kHz, o que é muito bom, assim como o crosstalk e a resposta em frequência, bem plana e extensa.

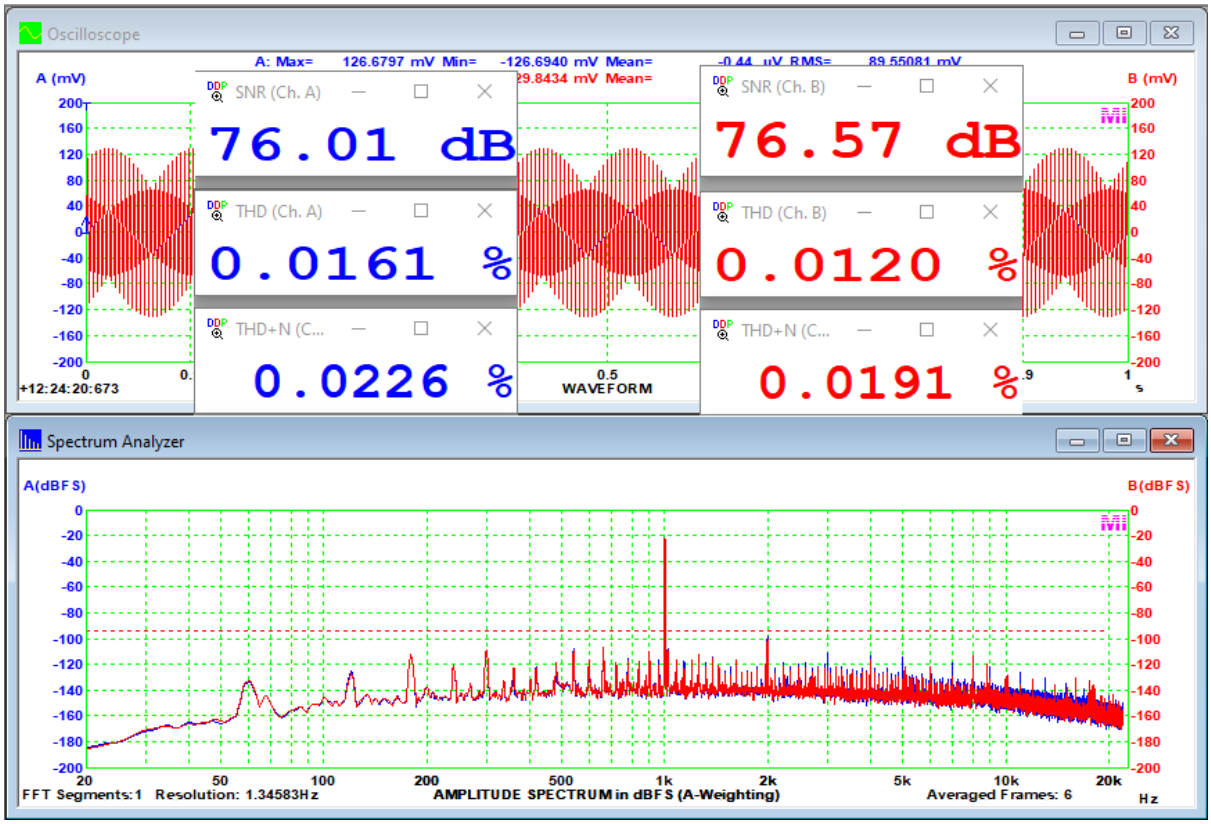
Distorção Harmônica Total 1W/1kHz/4Ω



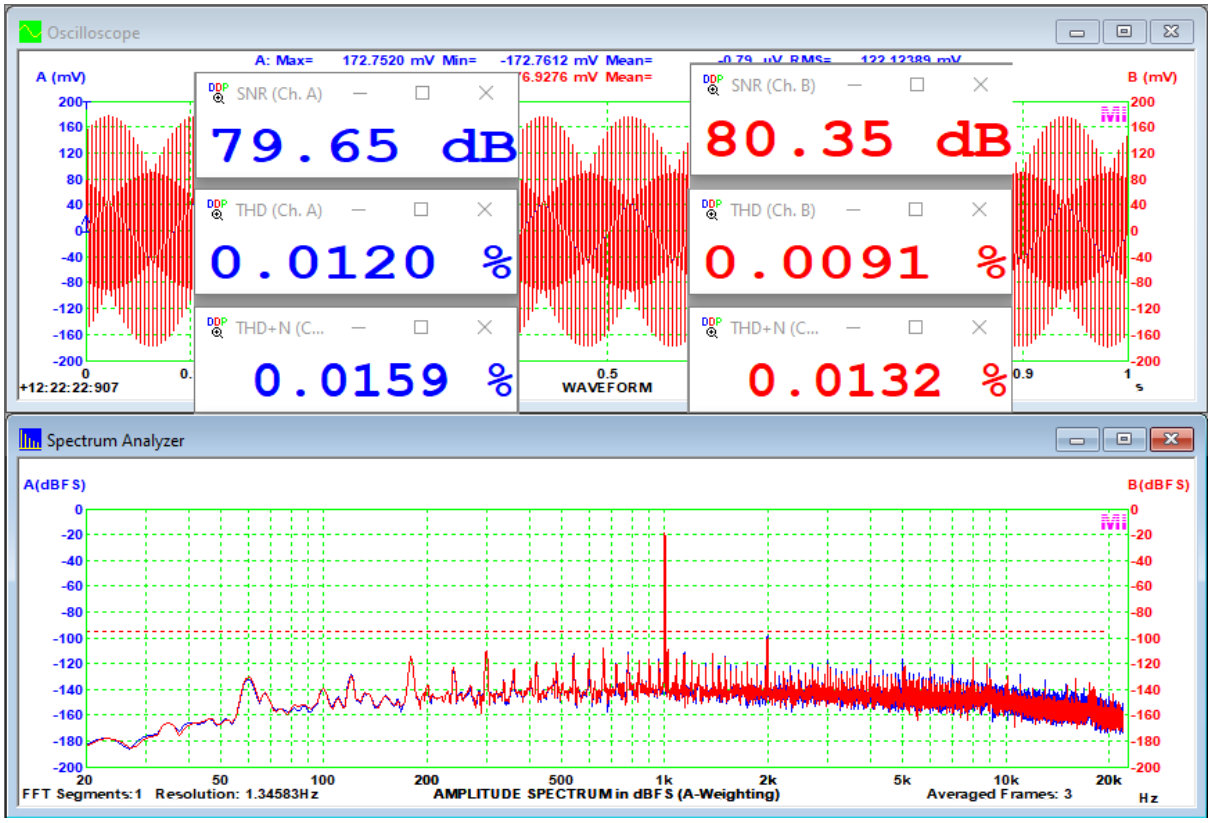
Distorção Harmônica Total 1W/1kHz/8Ω



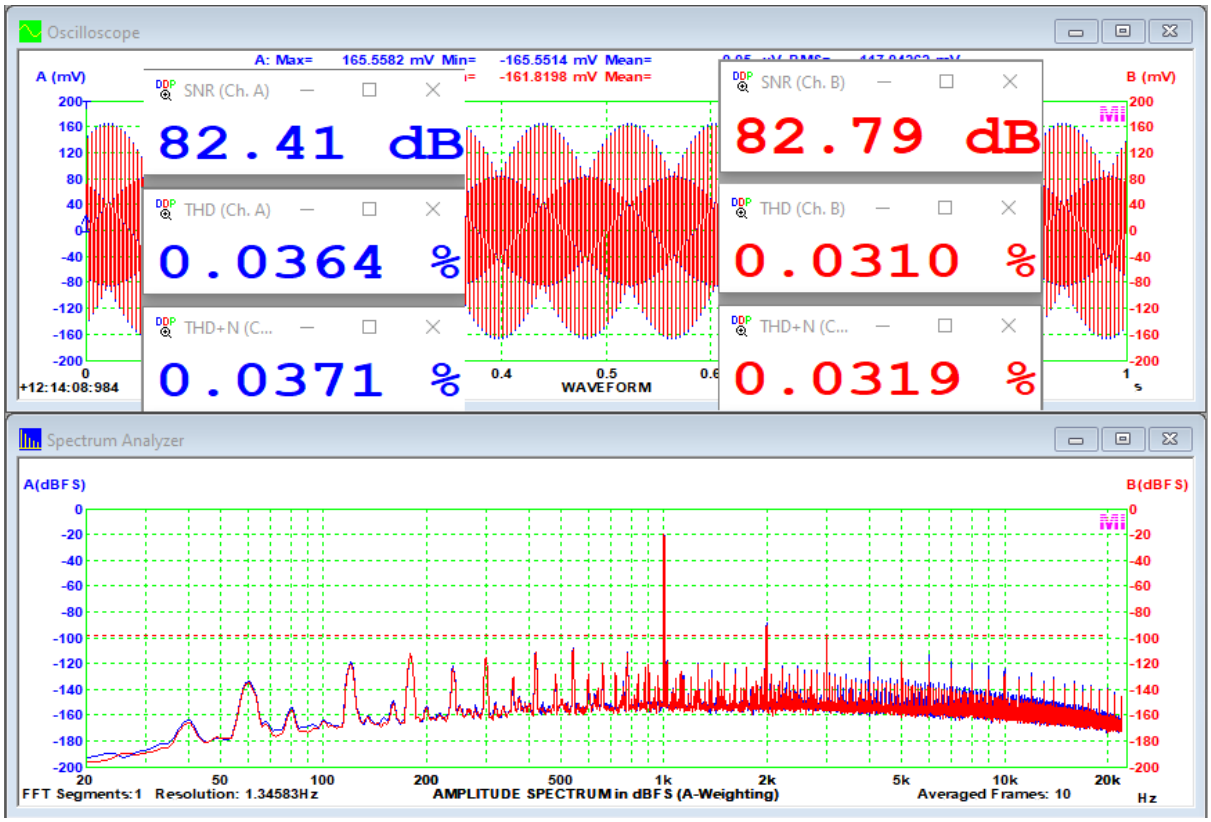
Distorção Harmônica Total 10W/1kHz/4Ω



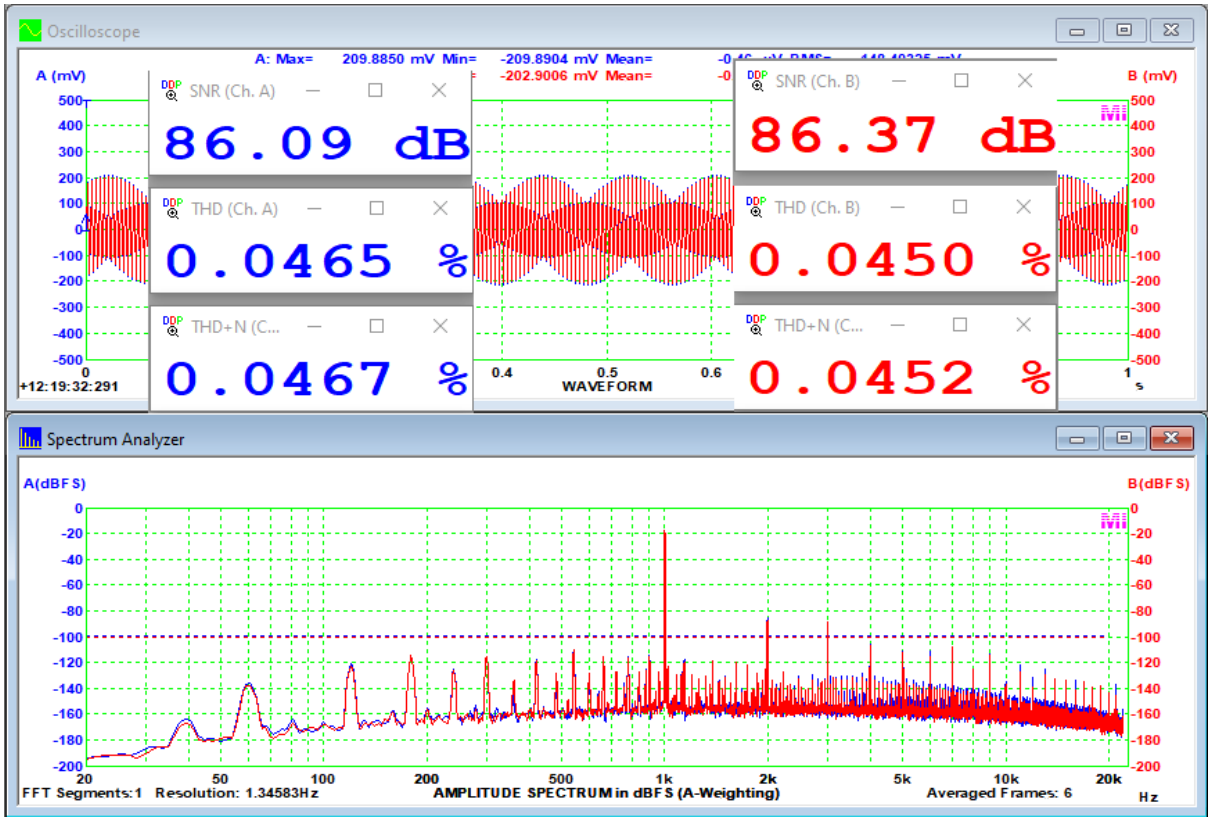
Distorção Harmônica Total 10W/1kHz/8Ω



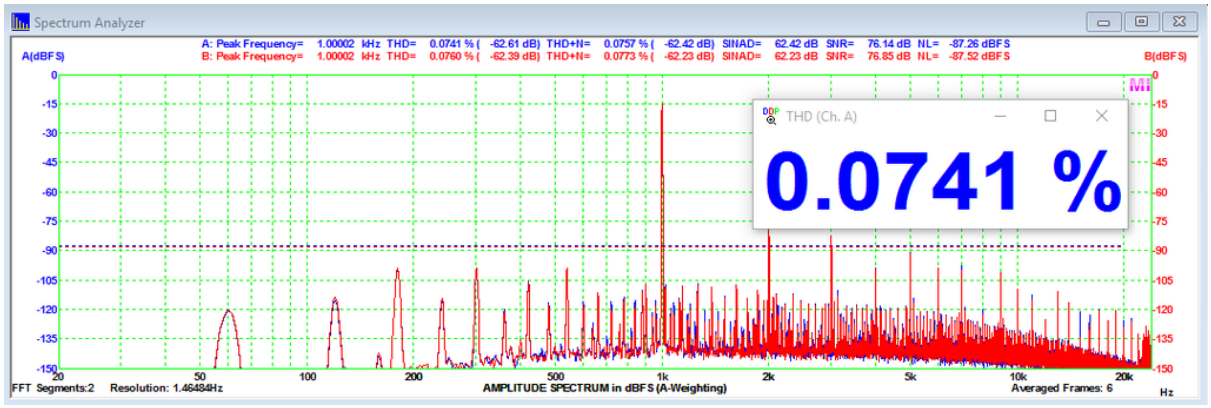
Distorção Harmônica Total 100W/1kHz/4Ω



Distorção Harmônica Total 100W/1kHz/8Ω

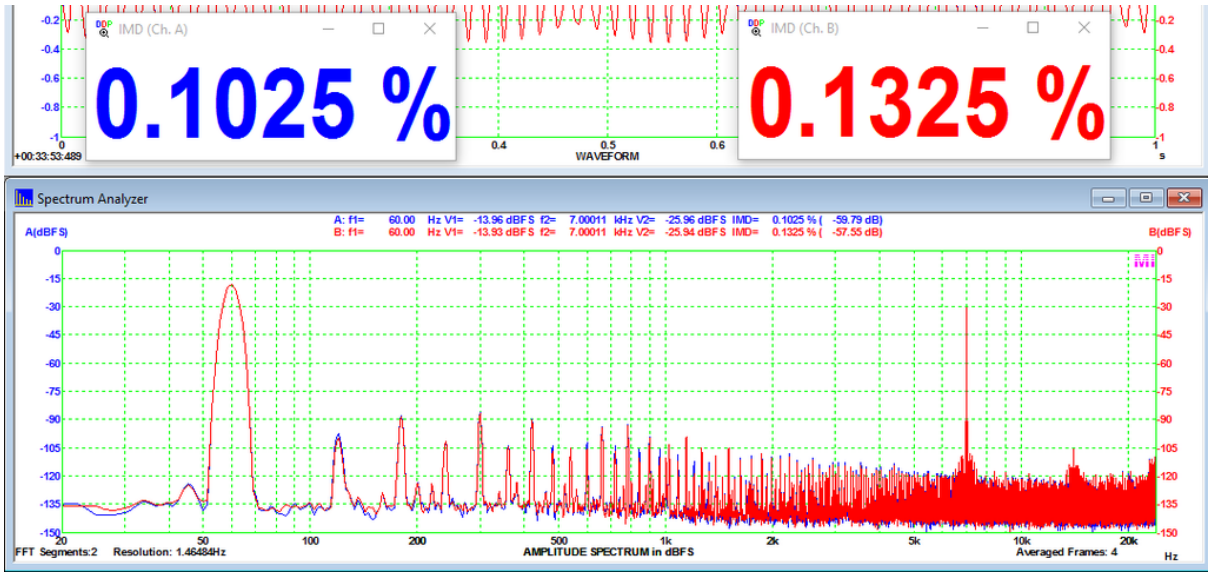


Distorção Harmônica Total à Máxima Potência 1kHz/4Ω

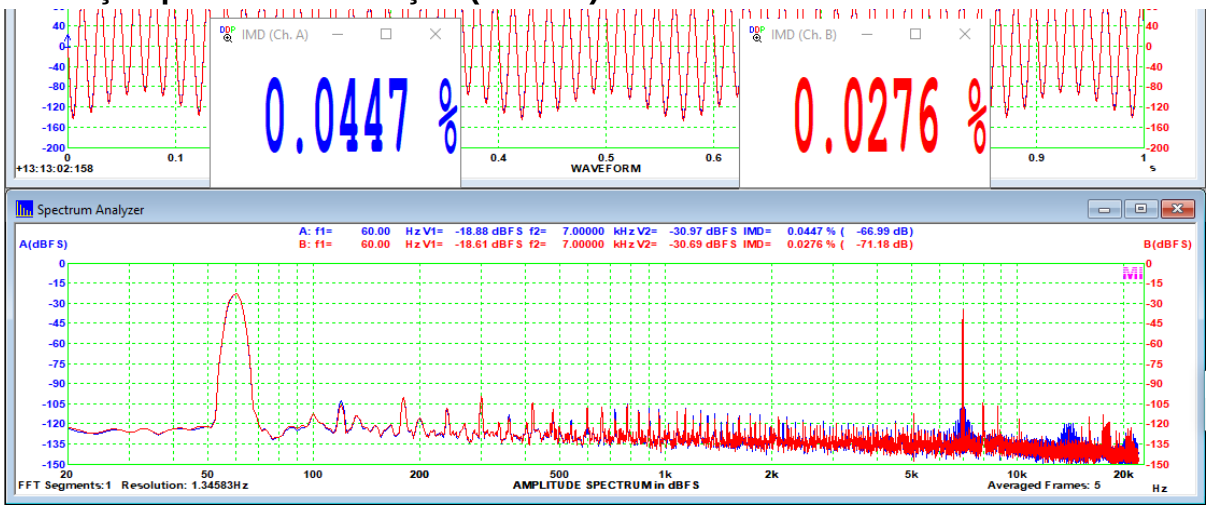


Os valores de distorção harmônica são bons e coerentes com o especificado no manual do aparelho (< 0,05%). Na máxima potência excedeu um pouco, mas ainda é bom.

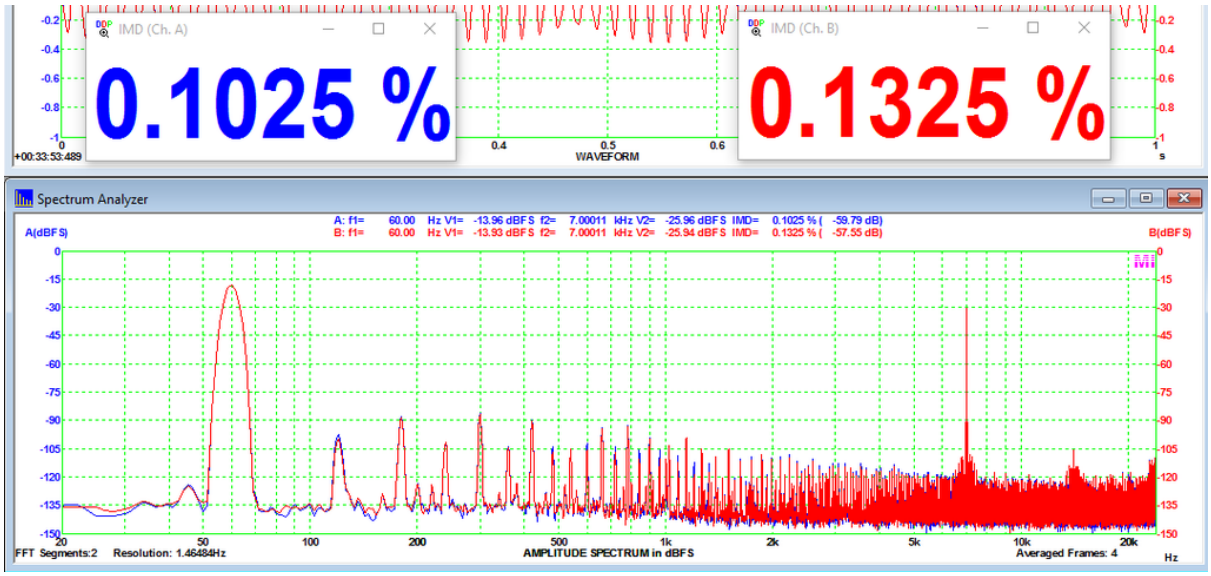
Distorção por Intermodulação (SMPTE) 1W - 4Ω



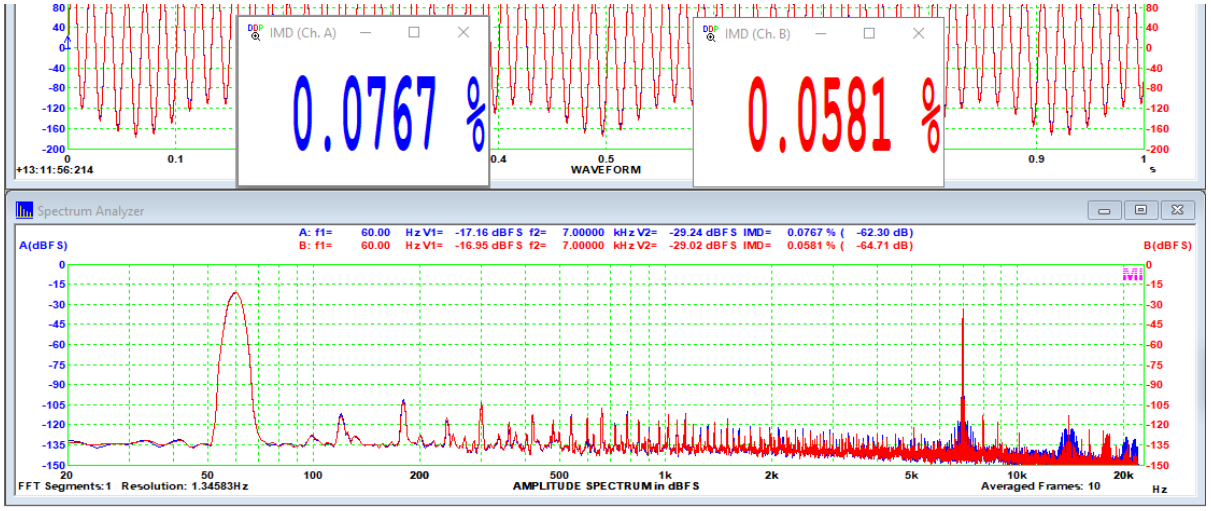
Distorção por Intermodulação (SMPTE) 1W - 8Ω



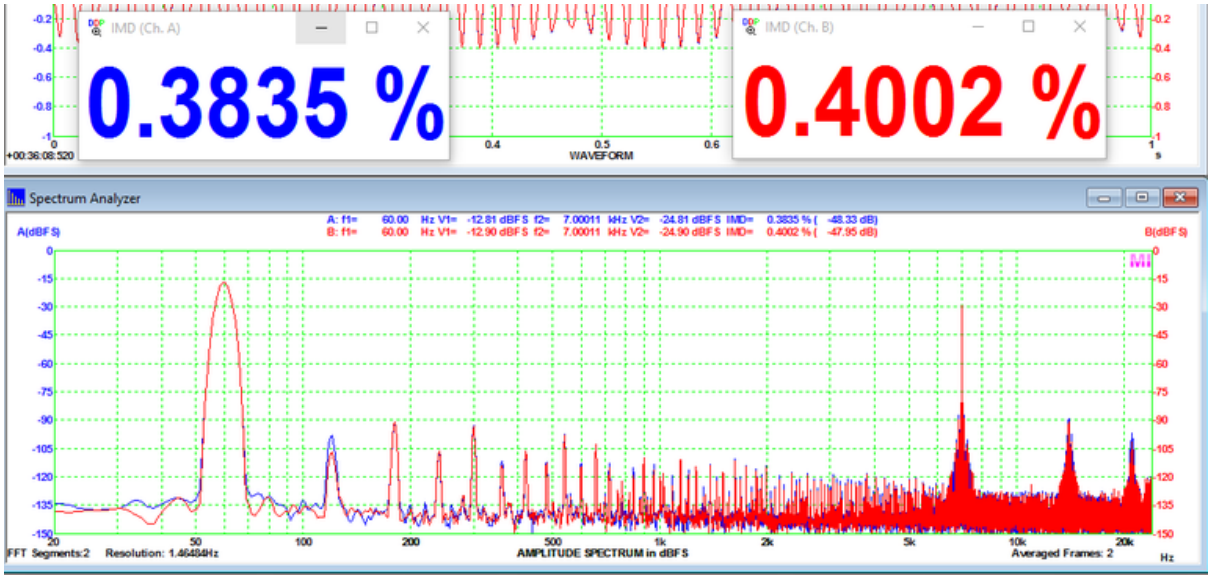
Distorção por Intermodulação (SMPTE) 10W - 4Ω



Distorção por Intermodulação (SMPTE) 10W - 8Ω

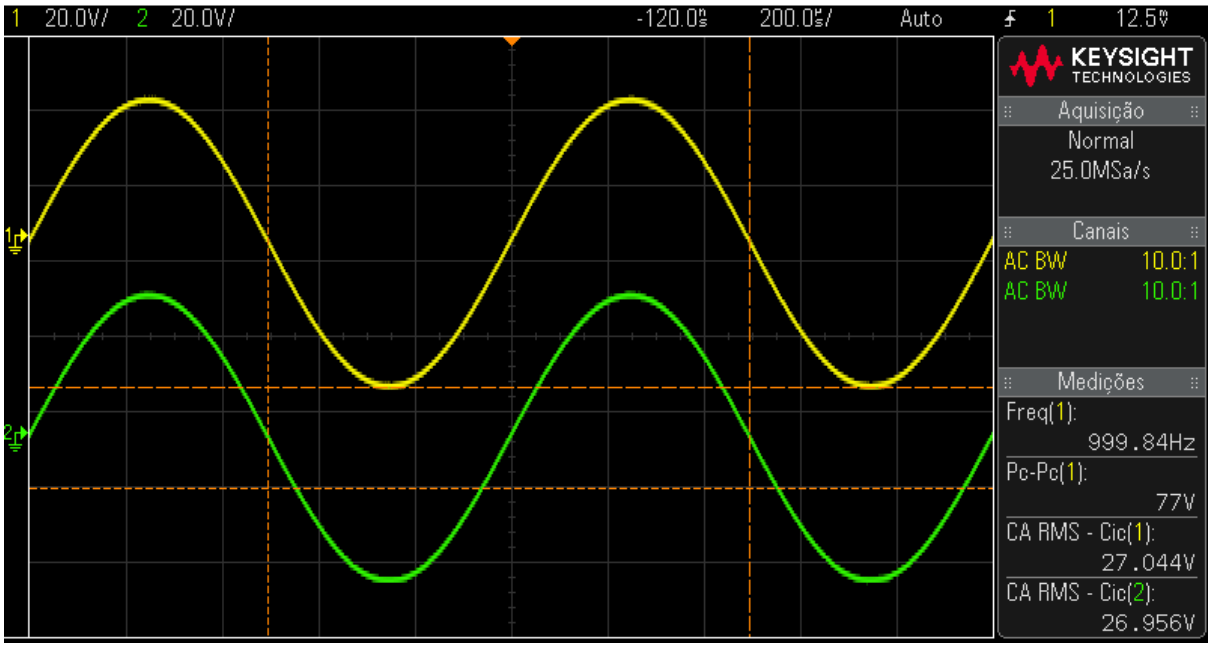


Distorção por Intermodulação (SMPTE) Máxima Potência - 4Ω



Os valores da distorção por intermodulação são bons em níveis mais baixos, atingindo, em 8Ω, o especificado no manual. Em alto nível ela sobe bastante, sendo excessiva em máxima potência.

Potência Antes do Ceifamento – 182 watts em 4Ω (120VAC)



Potência Antes do Ceifamento – 128 watts em 8Ω (120VAC)



Em conclusão, podemos dizer que é um bom amplificador, com construção inteligente e robusta. Com uma fonte mais potente teria potencial para render bem mais. A menos dos valores de distorção por intermodulação em elevadas potências, sua performance é muito boa. Um bom exemplar da época de florescimento do áudio nacional.

O Marantz 2600



Marcelo Yared*

Nesta edição de Antenna, com a qual completamos um ano de publicação online, oferecemos aos leitores duas análises de equipamentos. Esta, a segunda, é a de um ícone dos vintage, o ampliceptor modelo 2600 da Marantz

Este merece a alcunha de "monster receiver", pois seu manual informa o mínimo de 400 watts contínuos por canal em 4Ω, descendo a 300 watts em 8Ω.

A história da Marantz é longa e a empresa continua ativa.

No aniversário de 60 anos da empresa, a publicação especializada What Hi*Fi fez uma boa reportagem sobre ela, que pode ser vista aqui.

O site da Marantz também fala algo sobre seu criador, Saul Marantz.

Na época de seu lançamento, 1978, ocorria no mercado de alta-fidelidade o que que foi chamado de “guerra dos números”, particularmente na disputa pelo mercado norte americano, entre os tradicionais fabricantes, como a Marantz, e os entrantes, japoneses. Um dos números que ajudavam a alavancar as vendas era a potência de saída, daí os ampliceptores da época, os de topo de linha, serem lançados com potências declaradas da casa das centenas de watts.

***Engenheiro Eletricista**

É o caso do 2600, e de outros modelos disponíveis à época. O modelo é completo, bonito, tem acabamento se alta qualidade e montagem bem feita, principalmente se considerada a complexidade do aparelho, que contém diversos recursos sofisticados, como, por exemplo, um osciloscópio embutido para visualização de eventos em tempo de reprodução e para ajustes, tais como sintonia precisa, alinhamento de antena, separação estereofônica e modulação.

Um arsenal de recursos, tanto de rádio recepção quanto de controles e entradas de sinal. O painel traseiro mostra bem essa versatilidade.



O exemplar, analisado de forma sucinta, pertence a um conhecido aqui de Brasília, e chegou a mim, faz algum tempo, danificado e já tendo percorrido uma verdadeira “via crucis” em oficinas, sem resultados satisfatórios.

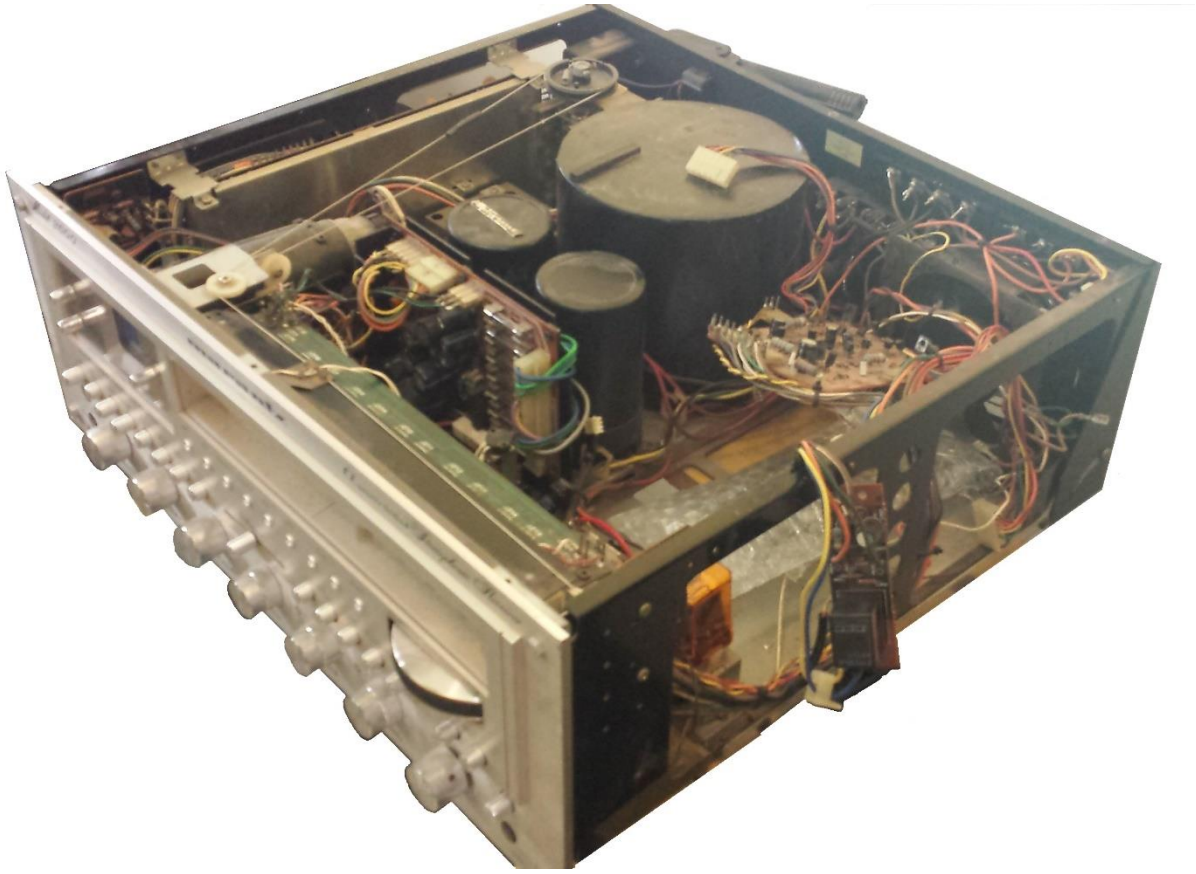
Não gosto muito de fazer manutenção, mas resolvi ajudar, entre outras coisas, pela boa amizade e pela curiosidade de ver se esse equipamento seria mesmo capaz de fornecer essa potência toda.

Não tirei muitas fotos, pois a ideia era fazer uma manutenção rápida, mas o fato é que o monstrinho estava com os dois canais com problemas e várias gambiarras internas. A eletrônica, no restante, estava boa, com alguns capacitores já trocados e outros em bom estado.

É muito difícil de fazer manutenção nele por causa do peso e da complexidade, pelo menos para mim, na minha idade (no manual fala-se em 27,4kg, mas acho que o transformador original foi substituído por um encapsulado em resina, que aparentava pesar bem mais).

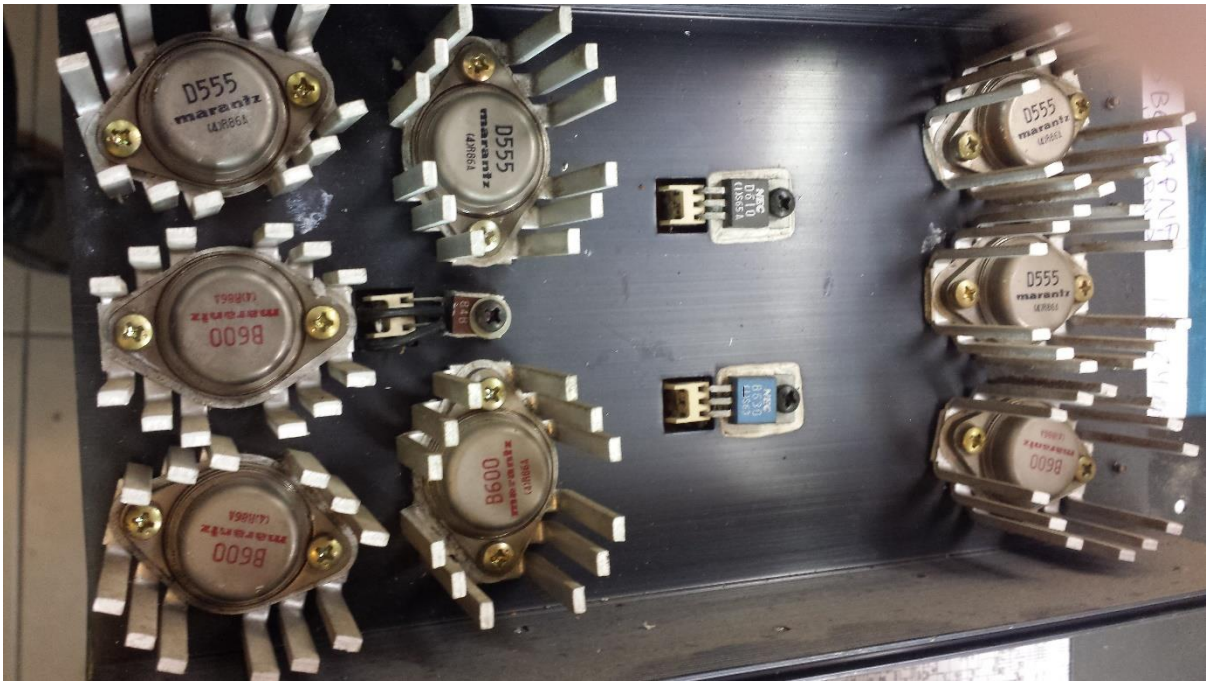
Ajuda ser modular, mas na desmontagem pude constatar, com tristeza, que, internamente, os anos de manutenção inadequada, antes de chegar na mão de seu dono atual, iriam cobrar seu preço: o transformador de força, que não era original, estava preso apenas com metade dos parafusos, faltavam diversos parafusos nos módulos, um resistor de potência foi trocado de forma ruim e estava literalmente suspenso por dois fios, uma pequena ponte de terminais (original) que fornecia -92Vcc para o circuito estava quebrada e os componentes simplesmente ficavam soltos no chassis, um dos conectores de sinal do módulo de potência havia sido retirado e fios haviam sido soldados (no lugar errado... e aí o canal não funcionaria de jeito nenhum), os transistores de potência de um canal estavam danificados etc.

Retirei o módulo de potência do chassis, pois a maior parte dos problemas estava localizada nele.



Para começar, os transistores originais não estão mais disponíveis no comércio, e ele utiliza quatro pares por canal. Por sorte, a Farnell no Brasil ainda tinha bons equivalentes em estoque, da ON Semi, e assim pudemos adquirir 8 pares. A curva de ganho em alta corrente é um pouco diferente mas todos os outros parâmetros são muito

parecidos, além do que, os da ON são um pouco mais parrudos, e, para as pretensões de uso dele, isso foi muito bom.





Substituídos os transistores do canal que estava defeituoso, inicialmente, montei uma gambiarra para testá-lo e ajustá-lo fora do aparelho, pois havia a desconfiança da fonte deste estar ruim também.

A gambiarra fornecia 70 volts simétricos e isso foi suficiente para os testes, pois o circuito do amplificador permitiu o trabalho com tensões inferiores.

Funcionou corretamente, mas resolvi verificar os transistores drivers também e minha suspeita se confirmou: características abaixo de seus valores mínimos definidos pelo fabricante. Ou ele envelheceu ou houve algum problema. Troquei por exemplares modernos da ON Semi, de alta qualidade.

O resultado foi muito bom, baixa distorção de crossover e nenhum sinal de oscilação ou necessidade de reajuste.

Aproveitei para verificar o outro canal, supostamente bom, e... o mesmo problema. Troquei então os mesmos componentes, com idêntico bom resultado.

O interessante é que eles aparentam ser originais e no teste eles passam. Como esse ampliceptor foi muito utilizado em alta potência, pode ser que tenham ficado prejudicados (nunca tinha visto isso, entretanto), mas não tive interesse em testá-los em regime de potência para matar a dúvida.

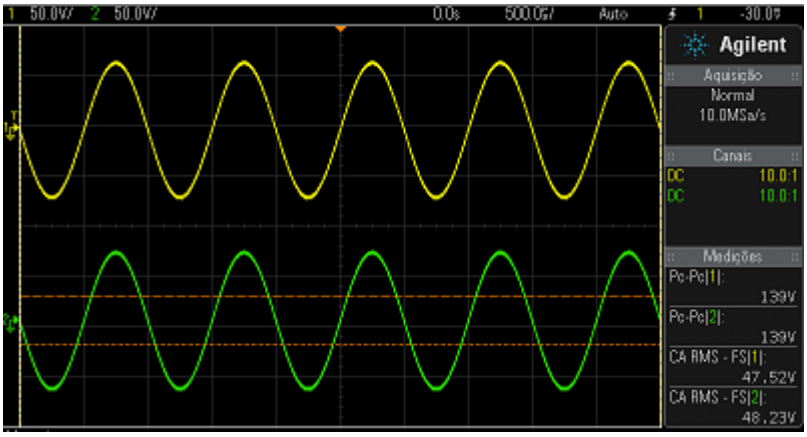
Quem mexeu nele antes estava aparentemente testando o canal ruim e resolveu fechar um curto no relé de proteção que devia estar armando por conta do defeito. mais uma gambiarra retirada e que deve ter contribuído para o estado em que se encontrava o nobre Marantz...



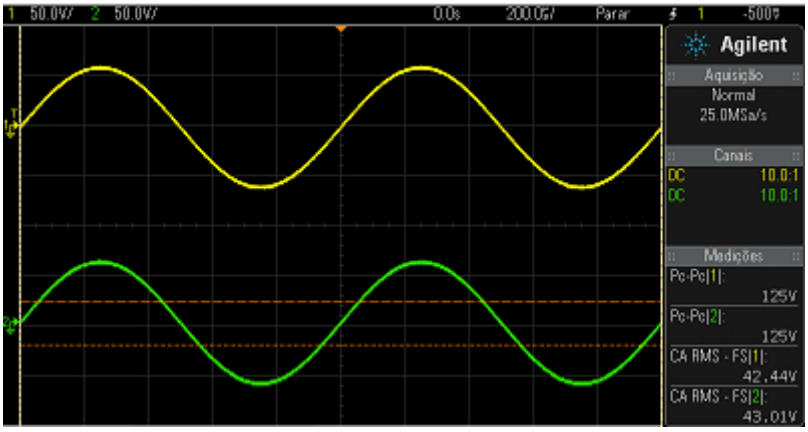
Após todo o processo de manutenção, o equipamento foi devidamente remontado e energizado. A parte de potência funcionou a contento e pude fazer as medidas abaixo. Meu variac de 2kVA (aqui em Brasília a rede elétrica é de 220 volts e ele funciona em 120 volts) no teste de potência máxima em 4 ohms quase esfumaçou...

Elas mostram um amplificador muito bom, que entrega o que promete e com parâmetros de distorção muito bons, particularmente em potências elevadas. Resposta muito boa e crosstalk bem razoável. A DI e a DHT são das melhores que já testei em um ampliceptor.

Potência máxima em 8Ω - ambos os canais em carga/120VCA/1kHz: 290 watts por canal



Potência máxima em 4Ω - ambos os canais em carga/120VCA/1kHz: 462 watts por canal.



Distorção Harmônica Total:

1W/1kHz/8Ω: **0,0265% (0,0113% +Noise);**
10W/1kHz/8Ω: **0,0118%;**
100W/1kHz/8Ω: **0,0095%;**
220W/1kHz/8Ω: **0,0130%;**
400W/1kHz/4Ω: **0,0189%.**

Distorção por Intermodulação (SMPTE):

1W/8Ω: **0,0407%;**
10W/8Ω: **0,0423%;**
100W/8Ω: **0,0249%;**
200W/8Ω: **0,0287%**

Resposta em frequência (-3dB/10W/8 ohms): 3Hz a 60kHz;

Concluo que a Marantz merecia a sua fama, desde a qualidade construtiva, design belíssimo, recursos de sobra e especificações consistentes com a realidade de seus produtos. Uma verdadeira usina de força com alta qualidade. Dá até uma ponta de inveja da qualidade construtiva e de ver que poucos equipamentos nacionais da época forneciam manuais de serviço como o que utilizei para fazer a sua manutenção. Até a próxima!