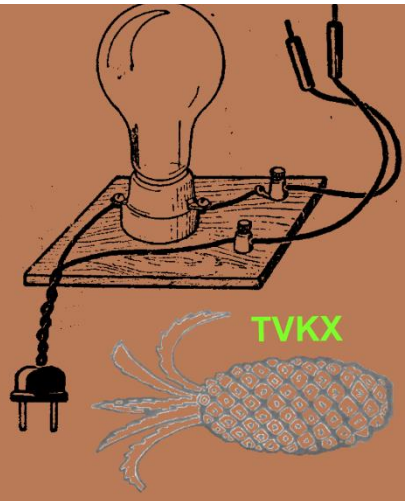
NÚMERO 5/21 (1217) MAIO/2021

Conheça a História de

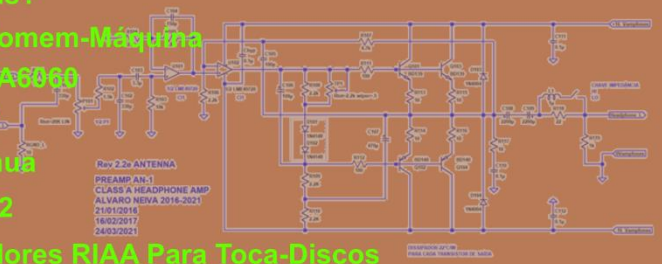
antenna

ELETRÔNICA - SOM - TELECOMUNICAÇÕES



NESTE NÚMERO:

Uma Breve História do Som do Cinema
A Primeira Lâmpada Série a Gente Nunca Esquece
Um Amplificador para Fones. Ou será mais?
Faça Experimentos Com Uma Interface Homem-Máquina
Análise do Amplificador Integrado CCE SA6060
O Novo Mundo do Áudio Digital - Parte IV
Fonte de Alimentação em Corrente Contínua
Módulo Amplificador em Classe D IRS2092
Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos
Programa Para Cálculos de Antenas Loop





Leitores de Antenna Pelo Mundo

antenna

Número 5/21 – maio de 2021 – Ref. 1217

NOTAS DA EDIÇÃO – Prezados leitores, o quinto mês do ano é destinado à prevenção de acidentes de trânsito, com o amarelo como cor. Clique aqui para dicas sobre como dirigir de forma segura.

Na capa deste mês fazemos uma pequena homenagem àqueles que acessam o site e leem a revista virtual, no mundo inteiro. Muito obrigado a todos! Nossa proposta é levar informação técnica de boa qualidade e de forma moderna. O crescente número de acessos e o retorno positivo da grande maioria de nossos leitores nos mostra que estamos no caminho certo.

Antenna completará, em junho, um ano de retorno à circulação, e na próxima edição teremos novidades, que incluem a possibilidade de impressão da revista, para aqueles que assim o desejarem. Aguardem.

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 V.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho

7 - Faça Experimentos Com Uma Interface Homem-Máquina .....
João Alexandre Silveira

18- CQ-RADIOAMADORES – Programa Para Cálculos de Antenas Loop.....
Ademir – PT9HP

20 - O Novo Mundo do Áudio Digital - Parte IV.....
João Yazbek

23 - Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte IX.....
Álvaro Neiva

29 - TVKX – TV Molhado .....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho

34 - A Primeira Lâmpada Série a Gente Nunca Esquece.....
Paulo Brites

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

50 – O Som do Cinema – Uma Breve História Parte I .....
Alfredo Manhães

61 - Amplificador Para Fones. Ou Será Mais? Parte III.....
Álvaro Neiva

68 – Análise do Amplificador Integrado CCE SA6060.....
Marcelo Yared

87 – Módulo Amplificador em Classe D IRS2092 .....
Marcelo Yared

ANTENNA – Uma História

Capítulo V

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*

O fato de ter sido fundada uma Sociedade para administrar uma emissora de rádio requeria agora algo muito importante: Um transmissor!

Embora tivesse sido requisitado, em algumas ocasiões, o uso do transmissor Western Electric da Praia Vermelha, tal fato não implicava o uso contínuo do mesmo. E como um transmissor de rádio exigia prazos e financiamentos, existia um problema a ser resolvido.

Graças ao Sr. M. B. Astrada, representante no Rio de Janeiro da empresa Argentina Pekan, foi doado à Rádio Sociedade um conjunto Receptor-Transmissor; este com potência de 10 Watts, o que permitia um alcance bastante reduzido, atingindo pouco mais do que o Centro da cidade.

Enquanto isto, eram iniciadas também as obras para a instalação provisória das dependências técnicas e administrativas da estação, no Edifício Guinle, situado na Avenida Central (atual Rio Branco) Nº 135.



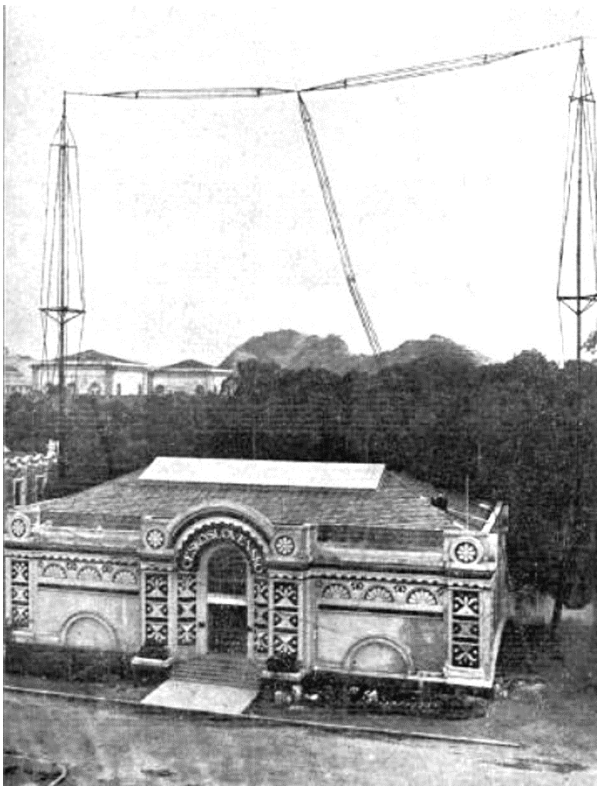
Transmissor e Receptor Pekan

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

Na foto temos à esquerda o receptor, do tipo Regenerativo, e à direita o Transmissor de 10 Watts.

A manutenção da emissora era outro problema a ser resolvido. Como o rádio ainda era uma novidade, conhecido apenas por uma pequena minoria que possuía alguns dos raros receptores, e a divulgação de comerciais fosse proibida, seria necessário que a emissora tivesse uma organização baseada em uma sociedade de ouvintes, os quais contribuiriam com uma certa quantia para que a programação se sustentasse. Daí o nome de “Rádio Sociedade”.

Segundo depoimento de Roquette-Pinto, esta solução traria ainda como benefício redução das críticas que pudessem surgir em relação à programação.



Pavilhão da Tchecoslováquia e antena da Rádio Sociedade – PR-AA

Em 7 de setembro de 1923 a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro deixa as instalações da Avenida Central e inicia suas transmissões regulares, agora no Pavilhão da Tchecoslováquia, localizado quase defronte à Santa Casa de Misericórdia, e que foi cedido pelo Governo Brasileiro à Academia Brasileira de Ciência e à Rádio Sociedade.

Tão logo soube da resolução do Ministro da Justiça no que se referia a esta doação, o Ministro Yan Havlasz, representando a Tchecoslováquia fez questão de entregar pessoalmente ao prof. Henrique Morize uma das chaves do edifício, que ainda guardava em seu poder.

As torres da antena da Rádio Sociedade, agora com o prefixo PR-AA, eram as mesmas que tinham sido utilizadas na Estação do Corcovado e que, graças a autorização especial do prefeito do Distrito Federal, puderam ser erguidas junto ao pavilhão.

O transmissor Marconi, doado pela Companhia Telegraphica Brasileira, com potência de 6 kW, agora propriedade da Rádio Sociedade, era operado sob a responsabilidade do engenheiro João Labre. Toda a instalação foi dirigida pelo engenheiro Welply, da Marconi Wireless Co.

Os Diretores da Rádio Sociedade trabalhavam sem qualquer remuneração, além de cerca de vinte sócios que se revezavam na direção do estúdio e na biblioteca da secretaria.

Em 1924 o número de sócios efetivos já ultrapassava 2.000, o que equivale a uma audiência de aproximadamente 20.000 pessoas, um número respeitável para a época.

A diretoria da Radio Sociedade possuía também alguns membros honorários, tais como: Francisco Sá (Ministro da Viação), General Ferrié, General Rondon, Senador Paulo de Frontin, Dr. Otavio Mangabeira e o ministro Yan Havlasza, da Tchecoslováquia.

Faziam parte da Equipe Técnica: Prof. Dulcídio Pereira, Carlos Lacombe, Cauby Araújo, Jorge Leuzinger, Jacques Welply e José Jonotskoff.

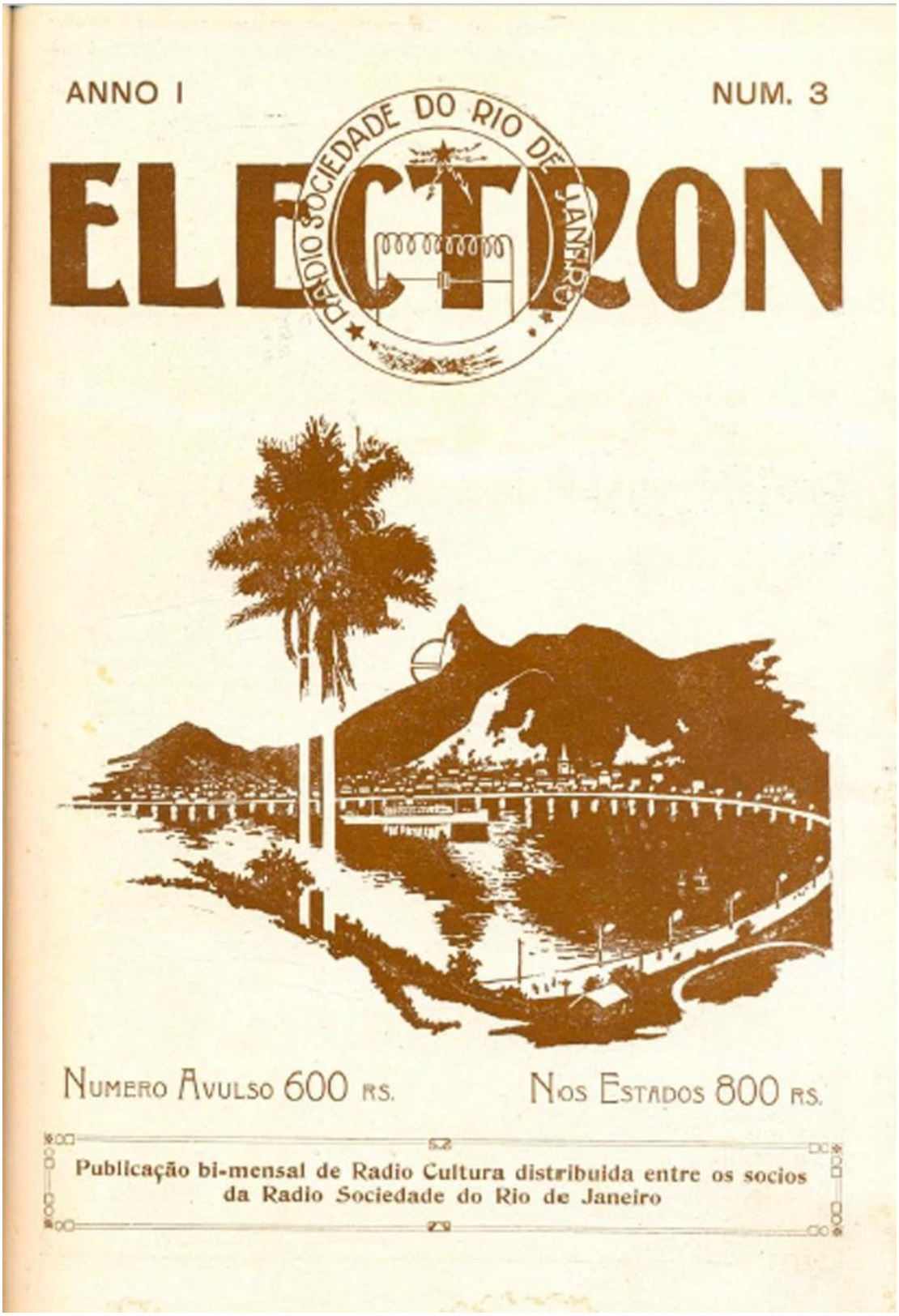
Na época, os receptores de rádio eram em sua maioria simples “Galenas”, embora alguns entusiastas já possuíssem “Regenerativos” e alguns poucos modelos comerciais. Os primeiros eram quase sempre construídos artesanalmente pelos entusiastas do Rádio

A situação era bem semelhante àquela de anos atrás com aqueles que se iniciavam na computação. Para operar o equipamento eram necessários alguns conhecimentos técnicos.

Visando atingir este tipo de ouvinte, Roquette–Pinto lançou em abril de 1924 uma revista chamada “Rádio”, que informava não só a programação da Rádio Sociedade, mas também alguns artigos de caráter técnico e de divulgação científica.

Em fevereiro de 1926, a revista “Rádio” foi substituída pela “Electron”, com uma melhor qualidade e com um maior aprofundamento nas questões técnicas. Note-se que embora fosse distribuída gratuitamente aos associados, continha vários anúncios correlatos.

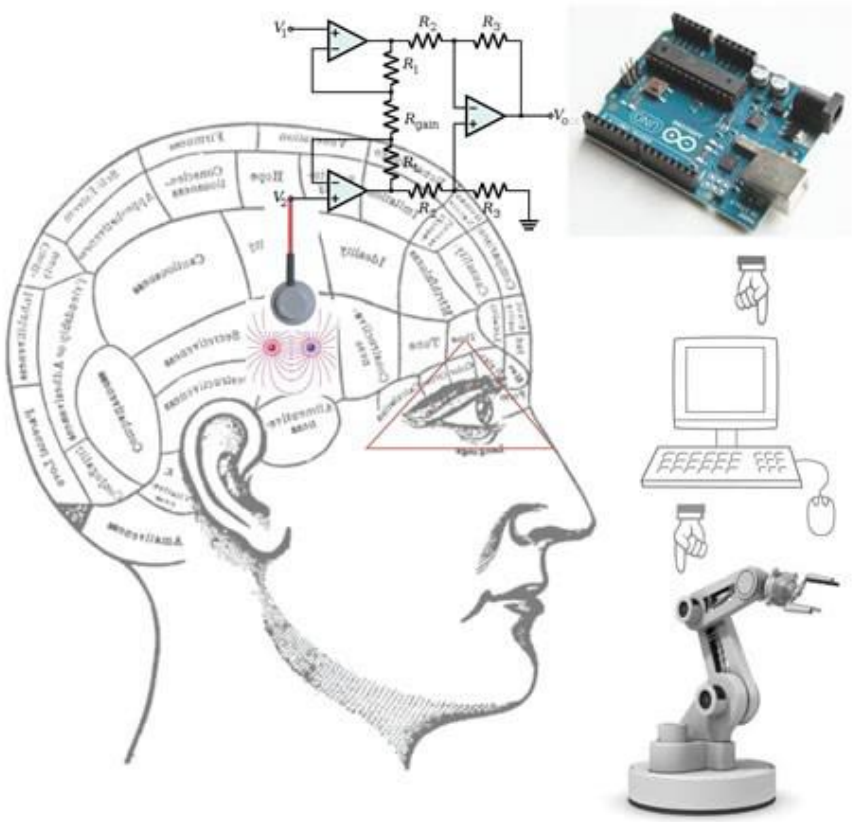
Este caminho viria a ser seguido ainda em 1926, com a criação da revista “Antenna”.



Revista Electron

Faça Experimentos Com Uma Interface Homem-Máquina

Uma proposta para a montagem de um circuito eletrônico de uma interface homem-máquina para experimentos com biofeedback para aqueles leitores que se interessam pelo tema.



João Alexandre Silveira*

Existe um interessante campo de pesquisas na *Eletrofisiologia*, um ramo da *Fisiologia Médica*, que estuda as propriedades elétricas das células e tecidos vivos, e que desenvolve aparatos que conectam grupos de células nervosas a sistemas eletromecânicos, como próteses. Esse campo de estudos é conhecido por *Brain-machine interface* (BMI).

Em tradução livre, BMI é *Interface cérebro-máquina*; outros nomes comuns são *Brain-computer interface* (BCI) e *Neural-control interface* (NCI). Nesse nosso pretensioso trabalho vamos discorrer sobre o estudo para um projeto de uma interface homem-máquina fácil de ser montada por qualquer pessoa que se interesse pelo tema, e que tenha conhecimentos básicos para interpretar e montar circuitos eletrônicos.

***autor do livro "Experimentos com o Arduino"**

Nesse artigo vamos apresentar um estudo para um projeto BMI para um livro que estávamos preparando para publicação. A ideia original era projetar e montar um módulo analógico baseado em *amplificadores de instrumentação* e filtros ativos com *amplificadores operacionais*.

A entrada desse módulo é um par de eletrodos comerciais usados para registros de *Eletroencefalograma* (EEG). A saída, um sinal contínuo que varia entre *45 milivolts* e *1 volt*, vai ligado diretamente a uma entrada analógica do *Arduino*. Essa saída do módulo analógico pode também ser observada diretamente na tela de um osciloscópio básico.

Mas nesse primeiro momento vamos mostrar somente o estudo da parte analógica do projeto.

Um Pouco de História

As primeiras pesquisas em BMI buscavam controlar neuropróteses, membros humanos artificiais, com os sinais de EEG; aqueles impulsos nervosos gerados pelos neurônios em nossos cérebros e captados com sensores posicionados sobre certas regiões da cabeça.

A existência dos potenciais elétricos em cérebros de mamíferos é conhecida desde 1875 quando o cientista inglês *Richard Caton* observou atividades elétricas em cérebros expostos de coelhos e macacos utilizando como instrumento de medida um galvanômetro de espiral, um aparelho de laboratório da época criado para detectar o movimento e a direção de correntes elétricas muito fracas, e dois contatos metálicos como eletrodos.

Trabalhando de modo independente com coelhos e cães, o neurofisiologista polonês *Adolf Beck* em 1890 descobriu que se podia ter algum controle sobre as flutuações elétricas cerebrais das cobaias com estímulos externos, como luzes e sons.

Interessado pelas pesquisas de Caton, em 1924 o médico alemão *Hans Berger* aperfeiçoou o galvanômetro de espiral tornando-o muito mais sensível a flutuações tênues de tensões elétricas, e modificou os eletrodos até então usados. Seus primeiros registros impressos foram por ele chamados de *Eletroencefalograma* (EEG), designação que até hoje perdura.

Com seu aparelho, o eletroencefalógrafo, Berger descobriu a primeira onda cerebral, de cerca de 10 Hz, batizada por ele de *onda Alfa*, a primeira letra do alfabeto grego. Porém naquela época muita gente via em Berger mais um desses malucos que surgem e desaparecem com suas ideias, digamos, um tanto esotéricas.

Até mesmo muitos colegas seus duvidavam que aqueles registros realmente mostravam as atividades no cérebro. Coube a esse grande cientista alemão provar através de exaustivas medidas que outros sinais elétricos gerados pelos músculos, pelo coração e por outros órgãos, não coincidiam com os registros de EEG, pois aqueles diferiam destes em amplitude e frequência.

Embora existam hoje técnicas e aparelhos de captura de imagens de alta resolução em 3D dessas atividades cerebrais (ressonância magnética, tomografia computadorizada e outras), os sistemas de captura de EEG têm como vantagens o baixo custo, a captura não-invasiva e a simplicidade do registro.

Os Sinais Elétricos do Cérebro

Estudos científicos estimam que o nosso cérebro é formado por cerca de 100 bilhões de células nervosas, os *neurônios*, que se organizam em grupos especializados com atividades elétricas próprias.

Curiosamente, outros estudos também apontam que somente em nossa galáxia, a *Via*
Láctea, a existência de cerca de 100 bilhões de estrelas. Os neurônios se comunicam por impulsos elétricos de baixa frequência, entre 0,5 e 40 hertz, e muito baixa amplitude, abaixo de 100 microvolts.

A captura e registro desses impulsos elétricos cerebrais é um processo bastante simples
e realizado normalmente de modo não-invasivo, com eletrodos dispostos em regiões específicas sobre a cabeça do paciente. Num aparelho de EEG convencional, esses eletrodos são conectados a bancos de filtros ativos e amplificadores diferenciais de altíssimo ganho; estes vão alimentar bobinas imersas em um campo magnético e presas a canetas sobre uma folha de papel milimetrado.

Aparelhos de EEG mais modernos são computadorizados e além de mostrarem não mais no papel, mas numa tela de LCD as formas das ondas cerebrais, são capazes de identificar *padrões de interferência* em séries de medidas tomadas, e sugerir procedimentos; além de poderem enviar os registros pela *Internet*. Esses sinais de EEG podem ser usados em experimentos de *neurofeedback* e controle mental de próteses robóticas. Estudos apontam que cada pessoa tem seu próprio *padrão de interferência* cerebral, como as nossas impressões digitais.

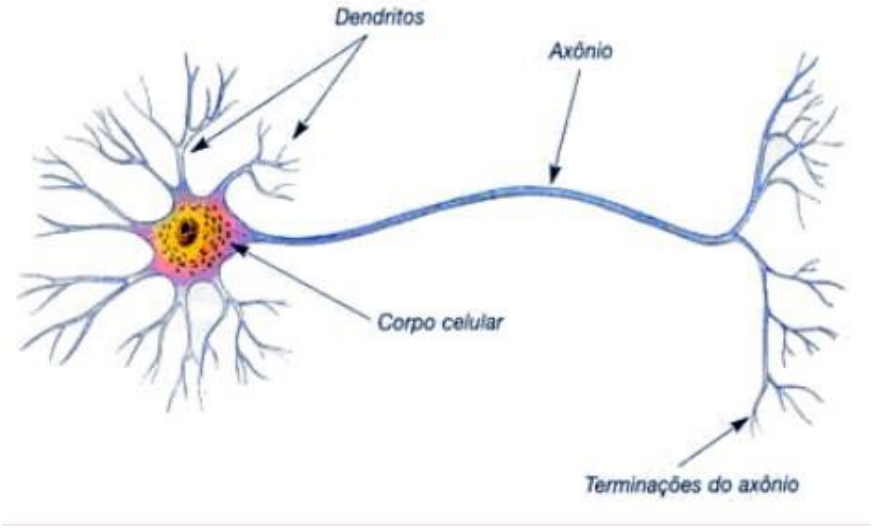
Os gráficos de EEG são de difícil interpretação, já que junto com o sinal que representa a atividade sincronizada de populações de centenas de milhões de neurônios, são somadas as interferências elétricas de amplitudes muito maiores provenientes de outras atividades fisiológicas e de interferências eletromagnéticas externas, como

aquelas causadas pela indução do sinal de 60Hz da rede elétrica e de radiação eletromagnética tanto de aparelhos eletrônicos como de motores elétricos.

Normalmente para estudo divide-se um neurônio em três regiões diferenciadas: 1) o *corpo celular*, chamado de soma, onde fica o núcleo da célula nervosa; 2) os *dendritos*, que são ramificações que saem do soma e que servem de aparelhos receptores do neurônio; e, 3) o *axônio*, um prolongamento tubular com terminações que servem de aparelho transmissor do neurônio.

Os impulsos elétricos cerebrais são recebidos pelos dendritos, processados no soma e retransmitidos pelas terminações do axônio a outros neurônios.

Veja na figura abaixo como é um neurônio.



ÁTOMOS, MOLÉCULAS E ÍONS

Tudo na Natureza é feito de átomos, que são em essência estruturas montadas com partículas invisíveis chamadas de nêutrons, prótons e elétrons. Os dois primeiros, juntos, formam os núcleos dos átomos, que são orbitados pelos elétrons; de maneira similar aos planetas ao redor do Sol. Os nêutrons, como sugere seu nome, não possuem carga elétrica; os prótons têm carga elétrica positiva e os elétrons carga negativa. Um átomo em equilíbrio possui o mesmo número de prótons e de elétrons, o que torna a carga elétrica desse átomo nula. Átomos formam elementos, que formam moléculas que formam estruturas complexas de bilhões de átomos, como os seres vivos. Um íon é um átomo (ou molécula, combinação de átomos) em que o número de elétrons orbitando o núcleo é diferente do número de prótons neste, fazendo com que o átomo adquira uma carga negativa ou positiva, conforme ele tenha excesso ou falta de elétrons em sua órbita mais externa.

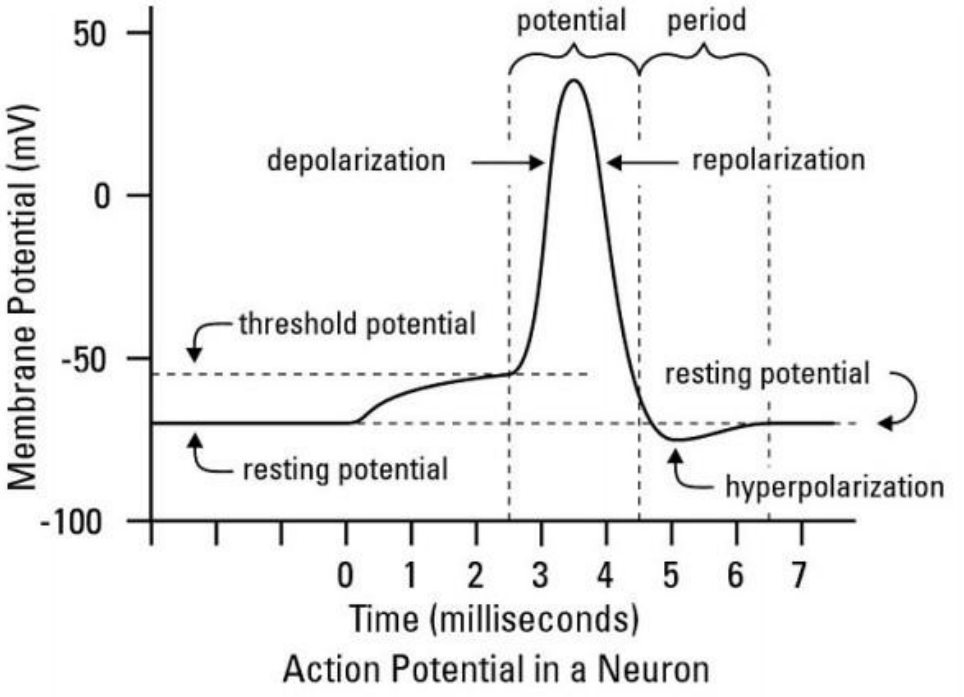
Potenciais de Ação

O neurônio, como qualquer célula viva, possui uma fina membrana que separa o meio intracelular, chamado de *citoplasma*, do meio extracelular. Incrustados na membrana celular existem canais por onde ocorrem as trocas de elementos e a passagem de íons positivos e negativos entre os meios intra e extracelular.

Devido ao movimento de íons através dos canais de comunicação entre os dois meios, concentrações iônicas opostas podem se estabelecer de cada lado e criar uma diferença de potencial (*ddp*) entre os meios. Em repouso, o meio exterior ao neurônio tem polaridade negativa, se tomamos o citoplasma como referência de medida da ddp.

Essa tensão flutua em torno de -70 microvolts, e é chamada de *potencial de repouso* de membrana. Quando um neurônio recebe uma excitação externa que ultrapassa uma dada amplitude, é disparado um impulso elétrico positivo de +40 microvolts, que se impõe sobre o potencial negativo de repouso. Ele é chamado de *potencial de ação* e é transmitido pelo axônio ao dendrito do neurônio vizinho.

A figura abaixo mostra a forma de um potencial de ação de um neurônio.



Um potencial de ação é uma alteração rápida na polaridade do potencial de repouso da membrana, de negativo para positivo e de volta para negativo. Esse ciclo completo dura poucos milissegundos.

Cada ciclo, ou cada potencial de ação, possui uma fase ascendente, uma fase descendente e, ainda, uma fase chamada de hiperpolarização, quando a ddp entre os dois meios é inferior ao do potencial de repouso de membrana em alguns microvolts.

A resultante dos potenciais de ação de milhões de neurônios atuando de forma sincronizada numa determinada frequência são registrados em gráficos de EEG como ciclos e recebem nomes de letras gregas de acordo com seu ritmo de ocorrência. Vimos que o ritmo Alfa é de 10 hertz; o ritmo Beta é o de maior frequência, vai até 30 hertz.

As amplitudes das ondas também variam; a onda Delta é a de maior amplitude e de menor frequência. Estudos acadêmicos e experimentos em centros de pesquisa mostram que certas ondas cerebrais estão associadas a certos estados de consciência. Por exemplo, as ondas Beta surgem quando estamos em estado de alerta; as ondas Alfa quando estamos relaxados; as Theta quando estamos adormecendo, na vigília; e as ondas Delta no sono profundo.

Os neurônios podem trocar informações codificadas nas variações de amplitude do potencial de ação, na sua frequência e também na sua forma. Parece existir aqui pelo menos três tipos de modulação neuronal: amplitude (AM), frequência (FM) e largura de pulso (PWM). E, por que não, uma codificação binária escondida na existência ou não do impulso neuronal no tempo?

Algo para os estudiosos da Mecânica Quântica. Durante o percurso em que os pulsos potenciais de ação fazem pelas regiões do cérebro, de neurônio a neurônio, mais informações são agregadas àquelas já moduladas de diferentes formas. Mais adiante, receptores sintonizados em padrões de interferências selecionarão quais informações devem ser retidas para determinado fim.

Potenciais de ação são o resultado da movimentação brusca de ínfimas correntes (elétricas) de íons de sódio e de potássio através da membrana do neurônio, que geram campos elétricos e por conseguinte magnéticos que podem ser detectados com eletrodos bem posicionados a curtas distâncias da fonte geradora.

São as variações nesses campos elétricos neuronais que são registradas por aparelhos de EEG. Variações específicas nos campos magnéticos são registrados por aparelhos de *Magneto encefalografia* (MEG). Os magnetoencefalógrafos usam como eletrodos dispositivos extremamente sensíveis a campos magnéticos, os chamados SQUIDs (*Superconducting Quantum Interference Device*).

Os potenciais de ação são impulsos elétricos disparados por legiões de neurônios atuando em sincronismo (ou em *sincronicidade junguiana)*. Uma simples formiga ou abelha não tem inteligência, mas suas colônias sim. Talvez possamos enxergar o

comportamento desses grupos de neurônios como *colônias inteligentes* (*Swarm Intelligence*).

SWARM INTELLIGENCE (SI)
São sistemas de comportamento coletivo auto-organizados e descentralizados, natural ou artificial. Esses sistemas são constituídos por populações de agentes interagindo entre si e com o ambiente, segundo regras muito simples que denotam uma forma de inteligência global, uma ordem natural. Exemplos naturais de SI são colônias de formigas, cardumes, bandos de aves e rebanhos. Talvez possamos dizer que o comportamento humano coletivo num estádio de futebol seja também uma forma de SI.

As Ondas Cerebrais

Perturbações em campos de força elétrico ou magnético criam ondas elétricas ou magnéticas moduladas por essas perturbações e se propagam a partir da origem para o infinito.

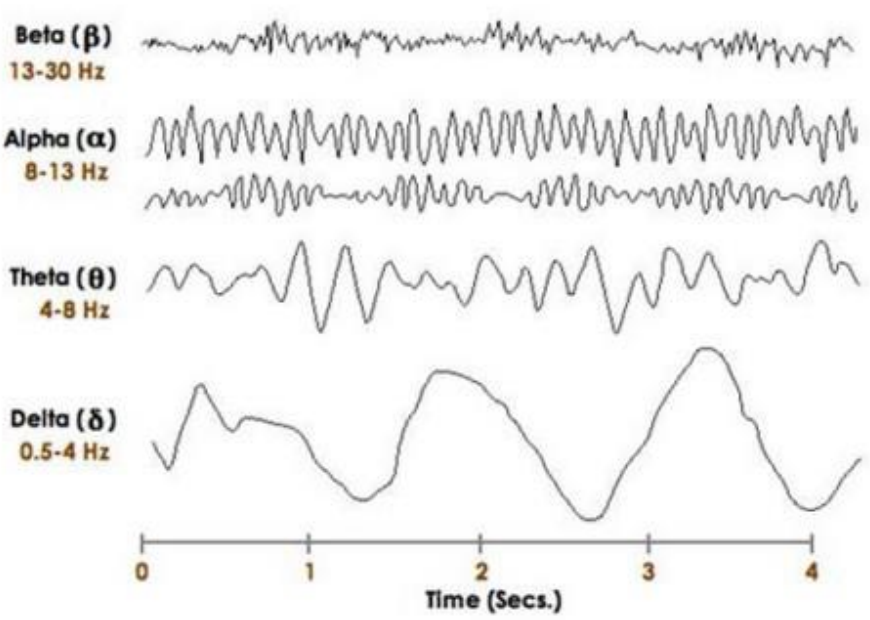
As ondas elétricas (e magnéticas) moduladas dos neurônios mesmo sendo de ínfima amplitude, atravessam o espaço extracelular, passando pelas meninges, ossos do crânio até a epiderme, a camada exterior da pele, e alcançam os eletrodos ali posicionados.

No lobo frontal do cérebro humano predominam as ondas rítmicas Alfa e Beta. A primeira foi descoberta por *Hans Berger* em 1929 e oscila entre 8 e 13 hertz; está associada a estados mentais de relaxamento e inatividade, e quase sempre surgem quando fechamos os olhos.

A onda Beta oscila na faixa de 13 a 30 hertz; está sempre presente quando estamos alertas ou agitados; está também associada a atividades mentais intensas, como resolução de problemas matemáticos.

Outras duas ondas cerebrais que também podem ser captadas por aparelhos de EEG são as ondas Theta (4HZ a 8Hz) que aparecem em estados criativos, de imaginação e fantasia; e as ondas Delta (0,5Hz a 4 Hz) que surgem no sono profundo (fase REM) e em estados de inconsciência e transe.

Na figura abaixo podemos esses quatro ritmos cerebrais registrados num gráfico de EEG.
Essas ondas emanadas pelos grupos de neurônios podem ser captadas, amplificadas e separadas (filtradas) conforme seu tipo. Depois podem ser digitalizadas, por exem-



plo pelo conversor A/D em um *Arduino*, para criar uma *interface homem-máquina* e assim, a partir do reconhecimento de padrões, poder controlar dispositivos remotos; como LEDs e pequenos motores. Conectado via USB a um PC e com alguma programação gráfica poderemos ver na tela de um notebook todas as formas dessas ondas no tempo e no espaço.

O primeiro passo para se fazer experimentos com ondas elétricas cerebrais é poder capturá-las. E fazemos isso com sensores metálicos, normalmente prata, chamados de eletrodos, colocados em contato com a pele da cabeça do experimentador. Esses eletrodos “sentem” as tênues ondas emitidas por regiões do cérebro e as enviam para amplificadores diferenciais de alto ganho.

O MÓDULO ANALÓGICO

Em um outro artigo nosso publicado aqui na *Antenna*, dissemos que em Eletrônica, interface é qualquer circuito ou dispositivo que interliga dois sistemas incompatíveis de modo que possam trocar informações entre si. E citamos alguns exemplos práticos de interfaces, como um conversor A/D, que compatibiliza a saída de um circuito analógico com a entrada de um circuito digital; e também um modem, que interliga dois equipamentos distantes e com funções diferentes.

O módulo analógico de nosso projeto é uma real interface homem-máquina. É essa interface que vai receber os biosinais elétricos captados pelos eletrodos diretamente

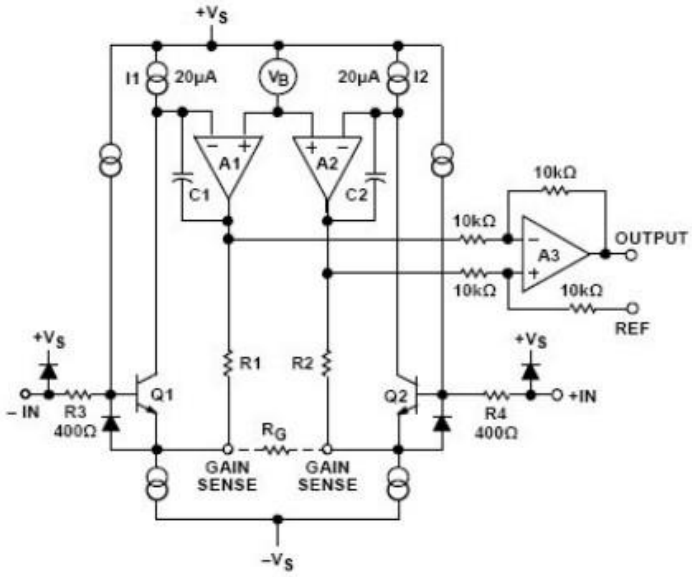
das emanações neuronais e, depois de amplificá-los e separá-los e conforme sua frequência, vai disponibilizá-los na forma de um sinal contínuo cuja amplitude varia entre *45 milivolts e 1 volt*. A partir daí muita coisa pode ser feita.

Podemos por exemplo simplesmente observá-lo na tela de um osciloscópio básico.

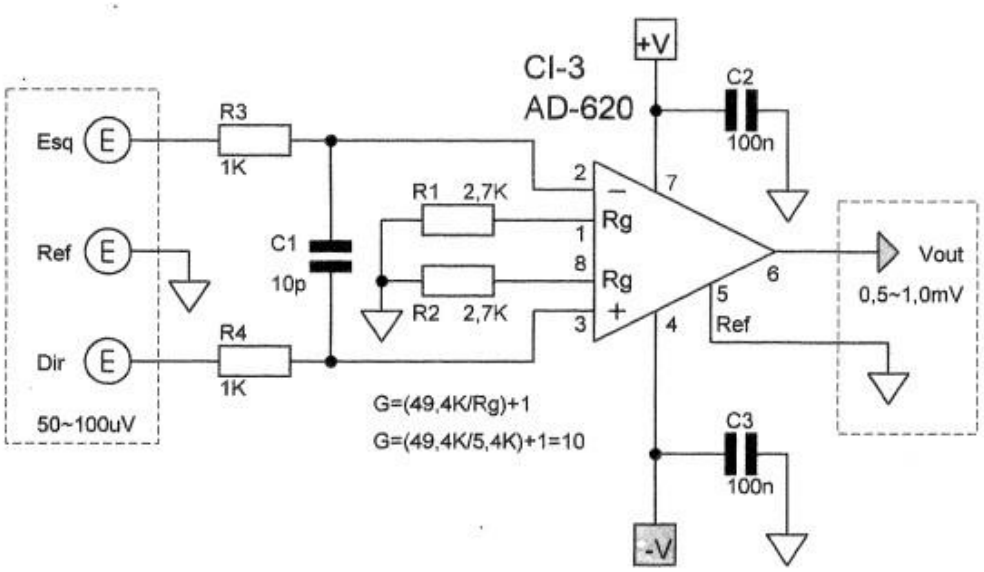
Os sinais elétricos do cérebro que desejamos detectar têm muito baixa amplitude, entre *50* e *100 microvolts* e baixa frequência, entre 0,1 e pouco mais de 40 Hz; e ainda são grandemente contaminados por outros sinais biológicos, como aqueles gerados por movimentos involuntários musculares e oculares e por batimentos cardíacos; e também por todo tipo de irradiações eletromagnéticas, principalmente da rede elétrica (60 Hz), de motores DC e de aparelhos eletrônicos domésticos e computadores pessoais e seus periféricos.

Usamos em nosso projeto o CI amplificador de instrumentação AD-620. É um circuito integrado comercial de 8 pinos dual-in-line (DIL) de encapsulamento plástico (*www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD620.pdf*) e fabricado pela empresa americana *Analog Devices* (*www.analog.com*).

Internamente esse componente eletrônico é uma implementação em um único chip do clássico circuito de amplificador de instrumentação com três op-amps: um amplificador diferencial com um buffer em cada entrada, como visto na figura abaixo.
Um único resistor externo programa o ganho de tensão do AD-620, que pode ser de 1 a 10.000. Esse CI pode ser alimentado com tensões entre +- 2,3 V a +- 18 V.

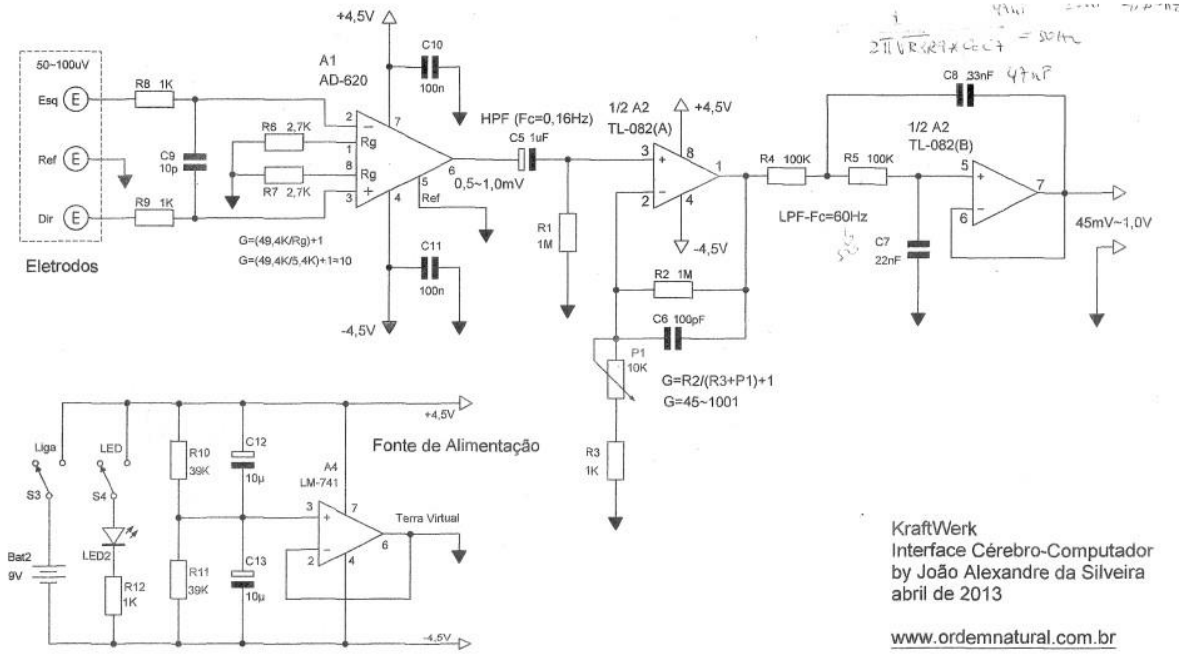


O primeiro estágio amplificador do nosso módulo analógico é montado com um único CI AD-620. Veja o circuito abaixo. O ganho desse estágio é de somente 10, calculado pela seguinte fórmula: ***A=49,4K/Rg)+1.***



Sua saída nos entrega um sinal analógico, que é uma composição de todas as ondas cerebrais captadas pelos eletrodos, entre 0,5 e 1 milivolt.

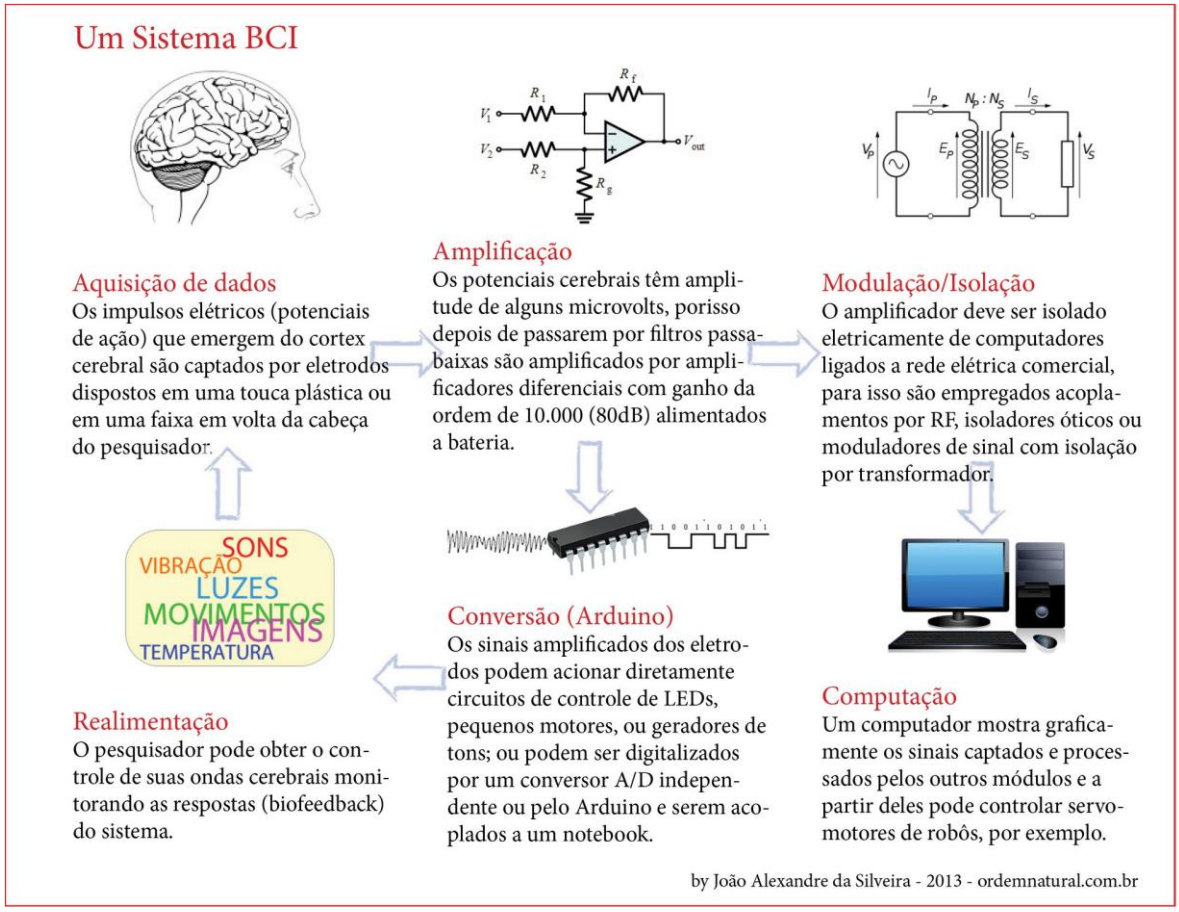
No diagrama a seguir temos o diagrama completo da nossa interface homem-máquina proposta aos leitores. Veja que a saída do amplificador instrumental com o AD-620 segue para um filtro passa-altas e um estágio amplificador com ganho ajustável entre 45 e 1.000 com um dos op-amps do CI TL-82. Depois o sinal segue para um filtro para eliminar o forte sinal interferente de 60 hertz da rede elétrica com o outro op-amp do TL-82.



Uma vez montado o circuito, um dos primeiros experimentos a ser tentado com nossa interface pode ser o controle de um gerador digital de tons e imagens com as ondas mentais. Outro experimento interessante pode ser o controle mental da posição de um ponteiro em uma escala com um servomotor.

Mais interessante ainda seria poder controlar esses mesmos dispositivos remotamente pela rede global, a *Internet*. Poderíamos conectar dois cérebros pela rede? Telepatia tecnológica?

Por fim, mostramos a seguir um *infográfico* mostrando todo o ciclo de um sistema BMI/BCI.



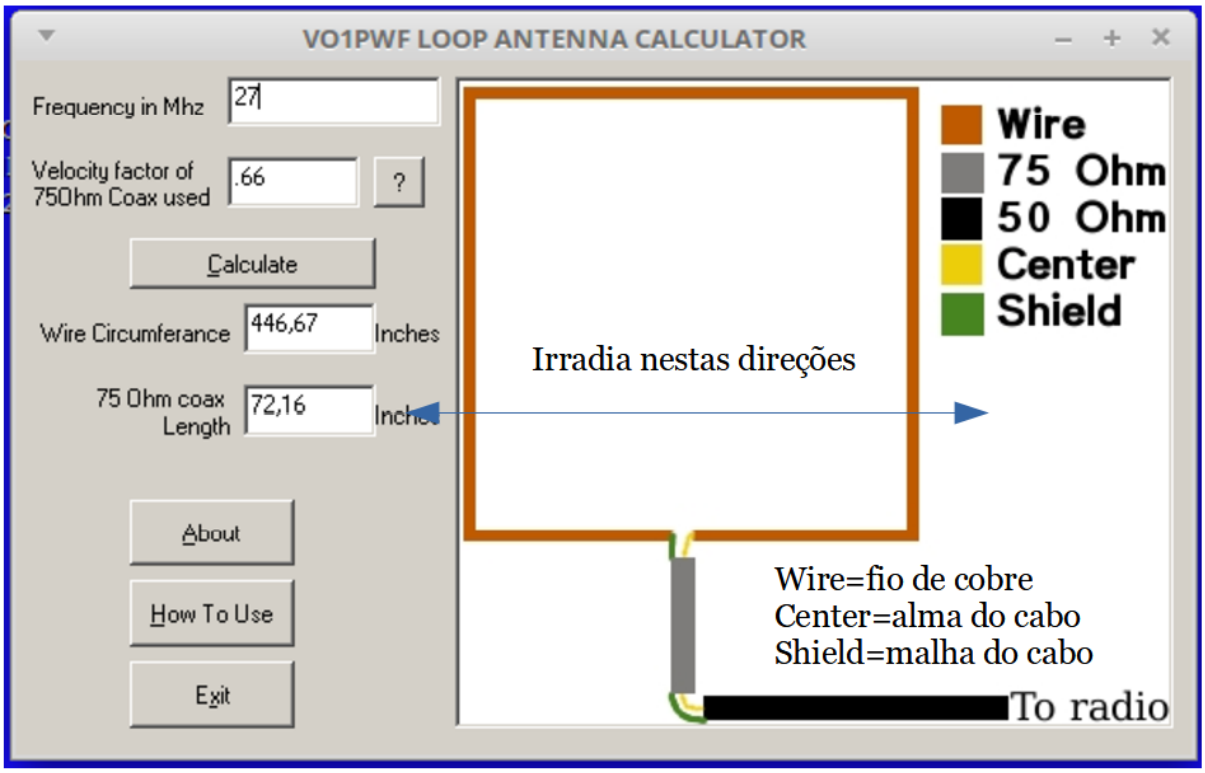
Programa Para Cálculos de Antenas Loop

Ademir Freitas Machado – PT9HP

As antenas loop são fáceis de fazer e ótimas em resultados. Têm uma largura de banda maior que um dipolo e muito silenciosas, sem contar o ganho, por se tratar de uma antena de onda completa. Daí você ter que usar o acoplador, feito com um cabo coaxial de 75 ohms de ½ onda de comprimento. O programa faz esse cálculo automaticamente para você. Cuidado ao usar uma vírgula ou ponto para apresentar frações… dá diferença! Pelo visto, o programa utiliza por padrão o ponto ao invés de vírgula. Ex: 27,5 MHz ou 27.5 MHz.

POLARIZAÇÃO

Para utilizar a antena na posição horizontal, faça como está no desenho, com o isolador central para baixo, em direção ao solo. Cuide para que tenha uma boa altura. Essas antenas muito próximas do solo são um desastre… mas funcionam! Note que ela irradia pelas laterais. Vejam nosso livro “Manual das Antenas”.



Wire, no caso, é o perímetro ou comprimento total do fio, que deve ser dobrado em 4, deixando apenas um espaçamento onde irá o isolador central. O cabo coaxial é de ½ onda, de 75 ohms. Não se preocupe (só um pouco…) com o fator de velocidade do cabo que você encontra no comércio – especialmente os chineses. O valor 0,66 é adequado. Basta você converter polegadas em sistema métrico e tudo estará bem. Infelizmente esse programa não dá a opção de calcular ou converter em sistema métrico, como os programas do Al Legary VE3-SQB, nosso "guru" predileto em se tratando de programas para cálculos de antenas.

O cálculo de uma loop é simples: 306/F=onda completa. A impedância está em torno de 100 ohms.

O link para baixar esse programa, tanto para Windows como para Linux, está aqui: http://www.linuxwolfpack.com/ Note que o resultado está em POLEGADAS!

Nossa página: www.revistaradioamadorismo.blogspot.com.br

O Novo Mundo do Áudio Digital Parte IV

João Yazbek*

Vimos no mês passado que, para usufruirmos do benefício auditivo dos formatos em alta resolução, a eletrônica a ser utilizada tem de ser sofisticada. Os equipamentos têm de apresentar desempenho muito acima da média e os arquivos-fonte têm de ser gravados em um formato sem perdas e com alta taxa de amostragem e de bits. Precisamos também de uma gravação realizada com equipamentos de última geração, que sejam capazes de efetuá-la sem perder o detalhamento.

No mundo profissional, existem produtos como microfones, conversores A/D e D/A e amplificadores de alta resolução, que tem de ser utilizados na gravação para obtermos um resultado adequado. Logo, existem restrições severas para se desfrutar dos benefícios do áudio em alta resolução tanto do lado do estúdio de gravação quanto do lado do equipamento de reprodução. Vimos também que formatos de alta resolução lançados no passado não emplacaram. Será que dessa vez dará certo?

Vamos abaixo analisar alguns detalhes técnicos, iniciando pela parte digital e posteriormente explorando a parte analógica. Finalizaremos com a questão perceptual, ou seja, como o desempenho dessa tecnologia é percebido pelo usuário.

Um minuto de música em 2 canais, gravada no formato CD 16/44.1, tem 1.411 Kbits/seg. Um arquivo FLAC em 24/192 kHz tem uma taxa de bits de 9.216 Kbits antes de ser comprimido. Após a compressão do arquivo em FLAC, temos algo em torno de 5 Mbits/segundo de música. Isso impõe uma capacidade de armazenamento de quase 40 Mbytes por minuto ou 2,6 Gbytes para um disco de 70 minutos. Logo, para armazenarmos 100 discos, precisamos de 260 Gbytes de armazenamento.

A tecnologia digital fez com que o tamanho do arquivo não fosse o grande limitador do uso de arquivos em alta resolução, pois discos rígidos para PC com 2 Terabytes ou mais são comuns hoje em dia. Mas para dispositivos portáteis, 64 ou 128 Gigabytes são ainda bastante coisa. Ou seja, para um PC a capacidade de armazenamento não é problema, mas se você quiser colocar toda sua biblioteca em alta resolução em um dispositivo portátil você vai acabar sem memória.

Mas isso não chega nem aos pés das limitações de performance da parte analógica do sistema. Os requisitos vistos na coluna anterior (140 dB de relação sinal-ruído / banda dinâmica e 100 KHz de resposta em frequência) aliados à uma potência de saída que permita efetivamente utilizarmos a banda dinâmica disponível são praticamente inatingíveis para aparelhos portáteis e fones de ouvido de menor tamanho.

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

Portanto, não espere que um produto portátil vá ser muito melhor que seu tocador de padrão de mercado, pois ele não vai ser.

Lembro que, durante a gravação, a parte analógica também introduz limitações de performance significativas, com a possibilidade de perda de algo como 4 bits de resolução em uma gravação em alta resolução, dependendo do equipamento. Para tentar ouvir o resultado de um arquivo bem gravado na sua casa você precisará de um mídia player ou PC de qualidade superior, de um conversor digital-analógico com capacidade para decodificar ao menos 24/192 e DSD, de um pré-amplificador de alto nível, de um amplificador e de caixas de som para alta definição. Para isso, estimo que o gasto pode chegar ao menos em 10.000 dólares.

Utilizando eletrônica premium, a diferença será audível? Essa é a grande questão, e para respondê-la vamos fugir um pouco da discussão existente em revistas e em sites da Internet e vamos avaliar estudos da AES (Audio Engineering Society) americana. São estudos menos enviesados pelo marketing existente quando se fala em HRA. Mesmo tendo eletrônica de qualidade na reprodução, o usuário vai nos perguntar: de que adianta tudo isso se eu ouço, quando muito, até 20 KHz?

Um artigo publicado em 2003 pela AES nos indica que tons acima de 20 KHz reproduzidos sozinhos não são audíveis, mas que estes mesmos tons quando apresentados superpostos a tons abaixo de 20 KHz se tornam audíveis. Esse artigo cita que, de acordo com as avaliações auditivas realizadas, sons acima de 20 KHz quando adicionados a sons audíveis provocam uma melhoria na qualidade da reprodução. Além disso, o mesmo artigo cita que as frequências de amostragem mais elevadas trazem a vantagem de que a resolução temporal se aproxima da capacidade de resolução do ouvido humano.

A resolução temporal é o tempo existente entre uma amostra e outra, que no caso do CD é de 22.7 microssegundos e no caso de uma frequência de amostragem de 192 KHz é de 5.2 microssegundos. Instrumentos musicais com tempo de ataque muito rápido, quando digitalizados em sistemas com resolução temporal baixa, perdem o que os autores chamam de transparência. Essa aproximação entre amostras, defendem os autores, proporciona benefícios musicais, pois se consegue reproduzir muito melhor os transitórios, aumentando a transparência e a dinâmica. Nesse quesito há uma vantagem enorme do DSD, que tem resolução temporal de 0.35 microssegundos.

Outro artigo publicado em 2014 compara a percepção auditiva de uma gravação PCM em 24/192 contra gravações DSD em 1/2.82 e 1/5.6. A conclusão é de que estatisticamente existem diferenças entre a audição em DSD e em PCM, mas não entre os dois tipos de DSD, o que confirma a hipótese de que a resolução temporal dos modos de alta resolução chega perto do limite de audição humana. Outros dois estudos mos-

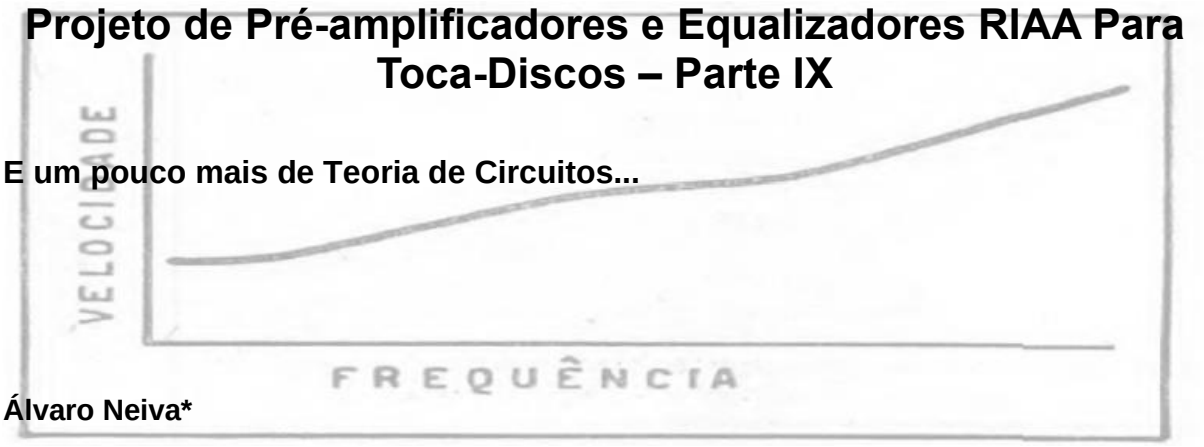
tram que arquivos em alta resolução são facilmente identificáveis quando comparados com o som original, quando a resposta em frequência é limitada à capacidade do ouvido (20 KHz) e que quando o sinal está em um modo de alta resolução com resposta até 100 KHz, os ouvintes preferem um modo de baixa resolução inferior, provavelmente, argumentam os autores, devido à introdução de ruído ou artefatos não presentes no som original. Em outro estudo comparando gravações em alta resolução com arquivos padrão de 44.1 kHz os autores concluem que as diferenças são estatisticamente pequenas a ponto do estudo não concluir quem é melhor.

Essa é uma pequena amostra do que ocorre: os poucos artigos existentes apresentam conclusões muitas vezes conflitantes entre si. O áudio em alta resolução é polêmico. Enquanto alguns afirmam conseguir ouvir as diferenças, outros não. É diferente de ver uma imagem de televisão em baixa resolução e comprá-la com uma imagem em alta resolução cristalina e nítida, onde as diferenças são facilmente visíveis.

O consumidor teria que gostar de áudio e ser crítico a ponto de perceber as diferenças entre um sinal em resolução normal e outro em resolução alta.

Hoje já temos disponíveis comercialmente conteúdos em alta resolução a custos acessíveis, como no Tidal, por exemplo, entretanto, não deixa de existir a necessidade de se ter hardware compatível, sem o qual de nada adianta a maior resolução do conteúdo.

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



E um pouco mais de Teoria de Circuitos...

Álvaro Neiva*

Circuitos de Filtro e Equalização: Aproximação da Resposta

Usando o comportamento em função da frequência das impedâncias e admitâncias.

Na edição anterior, observamos o comportamento geral de alguns circuitos RLC em CC e frequências muito altas. Para analisar o comportamento entre esses extremos, precisamos de observar o comportamento em função da frequência das impedâncias para escolher que componentes usar em nossos filtros e equalizadores.

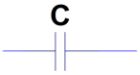
Vamos nos limitar às **impedâncias** ou **admitâncias** formadas por resistores e capacitores, as **impedâncias RC**, ou, generalizando, **imitâncias RC**.

Nesse caso em particular temos alguns blocos básicos:

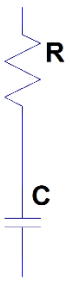
a) Resistor puro;



b) Capacitor puro;

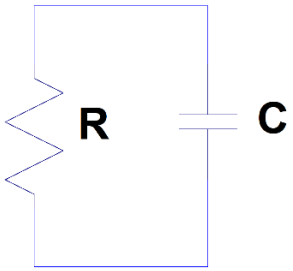


c) Resistor em série com capacitor;



*Engenheiro Eletricista

d) Resistor em paralelo com capacitor.



E suas combinações.

Vamos ver como essas impedâncias se comportam em função da frequência, usando a notação de módulo e fase:

a) $|R| = constante, \theta_R = 0°$

b) $|Z_C| = |X_C| = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$, $\theta_C = -90°$

Mas podemos usar algumas ferramentas muito úteis para lidar de forma mais simples com a natureza complexa das impedâncias RLC, elas são a **Transformada de Laplace** e a variável **s.**

A Transformada usa a possibilidade de representar sinais pela soma de exponenciais complexas. Os bons textos sobre análise de circuitos têm todos os detalhes, mas aqui só cabe usar os resultados e apontar que ***s*** vai ser uma variável complexa e que a resposta a sinais senoidais vai ser obtida fazendo $\boldsymbol{s} = \boldsymbol{j}\omega = \boldsymbol{j}2\pi f$

Lembrem-se de que multiplicar por $j = \sqrt{-1}$ equivale a rodar 90° a fase, podemos, portanto, considerar a unidade imaginária como um operador de rotação de fase...

Indo um pouquinho mais a fundo, a Transformada de Laplace tem para o cálculo diferencial e integral um papel semelhante ao do Logaritmo para a aritmética, transformando as operações de derivação e integração em multiplicações e divisões pela variável ***s***...

Embora exista uma matemática elaborada no processo de transformar um comportamento no domínio do tempo para o correspondente no domínio da frequência na verdade é bem simples e confortável usar seus resultados:

Impedância	Impedância transformada
R	R
C	$\frac{1}{sC}$
L	sL

Tabela 1

Para analisar a resposta em frequência, são usados gráficos lineares em dB no eixo de ganho e logarítmicos no eixo da frequência, os chamados gráficos de Bode, devido ao seu uso aparecer no clássico livro Network Analysis and Feedback Amplifier Design, de Hendrik Wade Bode.

A partir da transformação, usar a variável **s** torna a análise do circuito um problema algébrico, deixando para a transformação inversa a volta para o domínio do tempo com o uso de tabelas de transformadas de sinais, se isso for necessário.
Por exemplo, para achar as impedâncias transformadas c) e d):

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

d) $Z_{RC2}(s) = \frac{1}{\frac{1}{R}+sC} = \frac{R}{sRC+1}$

Para achar o comportamento em função da frequência, basta substituir s=jω=j2πf e achar o módulo e fase em função da frequência f.

Nesse momento, vai ser útil observar o comportamento da função da variável s em alguns pontos notáveis:

Quando s=0:

$$Z_{RC1}(0) = \frac{sRC+1}{sC} = \frac{1}{0} \to \infty$$

Quando uma função da variável s tende ao infinito, dizemos que temos um **polo da função**, nesse caso, um **polo na origem (s=0)**. Esse comportamento é bastante claro no caso da impedância do capacitor, que se comporta como um circuito aberto para f=0 (CC), fazendo a corrente cair a zero.

Mas para a impedância Z_{RC2}, o polo acontece quando s=-1/RC, um número real.

$$Z_{RC2}(s) = \frac{R}{sRC+1}$$

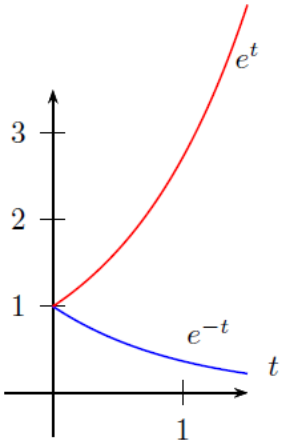
Isso nos lembra que s é uma variável complexa:

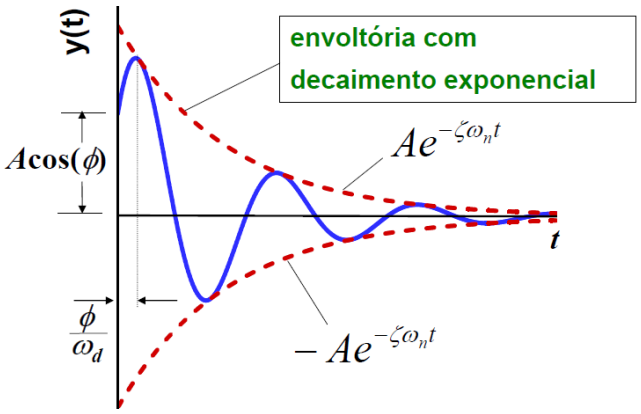
$$s = \sigma + j\omega$$

Isso porque a Transformada de Laplace representa os sinais físicos usando exponenciais complexas.

$$e^{st} = e^{(\sigma+j\omega)\cdot t} = e^{\sigma t} \cdot e^{j\omega t} = e^{\sigma t} \cdot (\cos(\omega t) + jsen(\omega t))$$

O sinal físico vai ser a parte real dessa expressão.





A tradução disso é que se aplicamos sobre essa impedância uma tensão exponencial apenas, $e^{-\sigma t}$, a corrente também vai ser zero. Mas não para uma senoide.

$$Z_{RC2}(j\omega) = \frac{R}{j\omega RC + 1}$$

Quando $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{1}{RC}$;

$$Z_{RC2}\left(j\frac{1}{RC}\right) = \frac{R}{j\frac{RC}{RC} + 1} = \frac{R}{j+1}$$

$$\left|Z_{RC2}\left(j\frac{1}{RC}\right)\right| = \left|\frac{R}{j+1}\right| = \frac{R}{\sqrt{1+1}} = \frac{R}{\sqrt{2}}$$

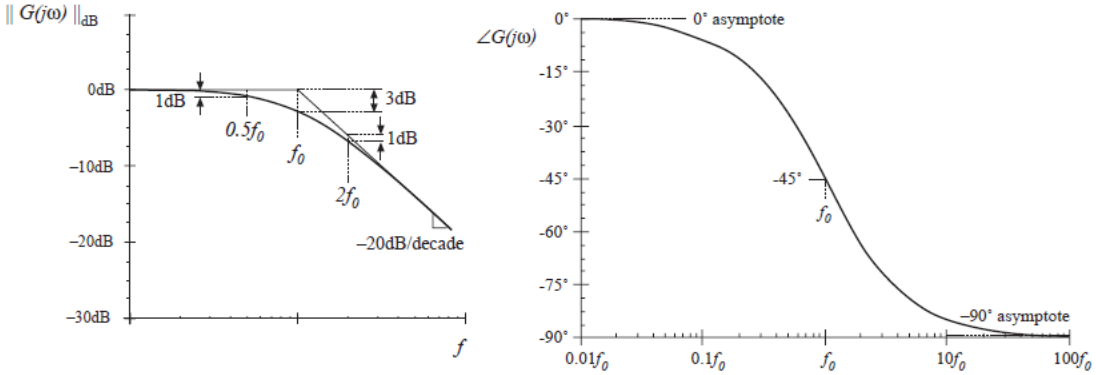
$$\theta_Z = \tan^{-1}\left(\frac{1}{1}\right) = 45°$$

Sabendo o módulo e fase das impedâncias podemos determinar tensão e corrente em todas as partes de um circuito, numa determinada frequência.

Dessa forma podemos chegar a uma expressão na variável s para a relação entre uma tensão considerada como entrada para nosso circuito e outra considerada como saída, a **função de transferência H(s)**.

Determinando o módulo e fase de H(s) para s=jω, vamos determinar as respostas em frequência de módulo e fase, entre a saída e entrada de nosso circuito.

No próximo número vamos ver como aproximar a resposta em frequência da curva RIAA usando polos e zeros de uma função de transferência, e depois, como realizar essa função de transferência com impedâncias RC.



Até o próximo artigo!

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 TV Molhado

Parece que alguns clientes encontraram um meio de encontrar nossos amigos, antes da oficina estar com as portas abertas: Na padaria do Mário!

- Lá vem o seu Cabral... Já atravessou a rua e está vindo para cá!

- Mais um! Agora parece que são todos os dias. Sempre vem algum conhecido trazendo seus problemas. É melhor ir começando a pensar em nos encontrarmos em outro lugar.

- Poderia ser no bar do Miúdo, bem ali, ó...

- Pois eu prefiro continuar por aqui, Toninho! Deixe para lá... Assim vamos fazendo um "social" e é bem melhor conversarmos por aqui do que na oficina, onde estamos sempre às voltas com algum tipo de conserto.

- Bom Dia, turma! Sabia que iria encontrar vocês por aqui! Já sabem da última? Não vai ser mais possível acessar o YouTube através dos televisores Smart! Como vou fazer para assistir meus seriados?

- Não é bem assim, Seu Cabral! Apenas os receptores mais recentes... Veja bem: Poderão ficar em o YouTube. Aqui no Brasil as possíveis vítimas seriam os televisores Philco, TCL e AOC, que usam o sistema "Roku". Nada que vá atingir o seu LG!

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

- Li sobre isso na terça-feira, Carlito. Ia até comentar, mas como a notícia estava um tanto “quebrada”, achei melhor aguardar mais informações. Parece que se trata de um desentendimento entre o Google e o Roku...

- Isso mesmo! A conclusão que tiro é que Roku, dona do sistema Operacional está retirando o aplicativo “YouTube TV” de sua Play Store, impedindo que novos usuários da plataforma baixem ou acessem o aplicativo.

- Felizmente, para usuários atuais da Roku que já possuem o sistema instalado em seus televisores, a empresa diz que ele continuará funcionando.

- Mas veja bem, Seu Cabral: Não é o seu caso, mas se o seu televisor fosse um Philco, por exemplo, e o aplicativo fosse deletado, não teria como instalá-lo novamente.

- Nada como conversar com quem sabe! Pode deixar que a despesa hoje é por minha conta.

- Hora de encerrar a conversa e irmos para a oficina. Vamos lá! E obrigado pela cortesia, Seu Cabral!

Já na oficina, vamos encontrar Carlito, Zé Maria e Toninho às voltas com um H-Buster modelo HBTV-29D07HD:

- Já é o segundo que aparece por aqui! Iguaizinhos. Da primeira vez pensei que fosse algum tipo de brincadeira de crianças, mas agora estou vendo que não é...
- O que está havendo por aí, Zé Maria?

- Olhe o interior do gabinete, Carlito. Totalmente molhado. Parece uma espécie de suor.



Interior do gabinete, com as gotículas de água

- De onde terá vindo essa umidade?

- Com certeza do ar, Toninho.

- O plástico utilizado na fabricação do gabinete tem algum componente que absorve a água existente no ambiente. Como você sabe muito bem, os aparelhos eletrônicos, devido às variações de temperatura a que estão sujeitos, ”respiram” o ar da vizinhança, através das festas do gabinete. De alguma forma a umidade foi absorvida pelo plástico...

- E o que vamos fazer?

- Retirar o que for necessário e lavar muito bem o gabinete.

- Tem certeza de que irá adiantar?

- Nenhuma, Toninho, mas pelo menos vamos tentar.

- Depois de secar bem, passe um pano com álcool isopropílico!

- Serviço para você, Toninho. Enquanto isso, vou “alugar” o Carlito para ver o que fazer com esta LG.

- Mais uma com os LEDs adulterados e tela azulada!

- Isto é o que se chama “Vício oculto”. Vi no Google.

- Segundo li, “O vício oculto é um defeito ou falha de fabricação que se manifesta após certo tempo de uso do produto, por exemplo, um veículo novo, cuja fábrica instalou uma peça defeituosa, que vem a apresentar defeito após meses de uso”. Leia você mesmo aqui na tela do notebook!

- Sei que alguns proprietários recorreram ao fabricante e tiveram seus televisores reparados, mesmo depois da garantia ter expirado...

- Vi algo interessante na Internet: O técnico remove com um estilete a cobertura fluorescente dos LEDs e aí cola uma nova película, retirada de um outro LED!

- Não vai resolver o problema, Toninho. Vamos é arrumar encrencas com o proprietário. Repito: A única solução é a substituição das barras.

- Tem essa sugestão aqui, Carlito; Pintar com tinta amarela, daquelas de marcar texto, o LED defeituoso e...

- Vou fingir que nem ouvi, está bem assim, Zé Maria? Troque as barras de LEDs e vamos em frente!

- Instale essas daqui, Toninho! Recebemos ontem pelo correio!

- Não são originais! Parecem, mas não são!

- É o que temos, Toninho! Já revirei o mercado atrás das barras de LED para os modelos LB e LF da LG. Veja que este televisor é um 39LB5600. Logo...

- Calma gente! As barras são bem parecidas com as originais. A diferença principal é que a base é uma tira de alumínio.

- Esqueceu-se de dizer que as duas últimas que foram consertadas, tivemos problemas na iluminação da tela, com as manchas mais claras aparecendo na direção dos difusores.



Parte do barramento de LEDs - LG 39LB5600

- Pela foto do anúncio, parecia ser o barramento original. Quando se recebe é a surpresa!

- Pois é, Zé Maria. A base em alumínio e não de cobre, indica que a dissipação de calor será pior. Tive a curiosidade de pesquisar a Condutividade Térmica do cobre e do alumínio. Para o cobre é 401 K, enquanto para o alumínio é 237 K.

- Significa que será obrigatória a redução da intensidade de corrente nas barras de LED.

A tarefa não foi muito demorada e menos de meia hora depois já podiam observar o aspecto da imagem.

- Não falei? Uma aqui... Outra mais para cima... e mais essa daqui! Três manchas claras! E com a luminosidade reduzida! Vamos entregar assim?

- De jeito nenhum! Vou arrumar isso num instante. Marque bem a posição dos pontos mais claros.

- Lá vem a mágica do Carlito!

- A ideia não é minha e sim do Silvano Fernandes. Ele observou que nas réguas de LED dos televisores LG tem um disco de papel adesivo em torno dos LEDs e que em alguns casos tem várias bolinhas pretas pintadas? Veja nessa régua que você retirou, Zé Maria. O segundo LED! Percebeu de que estou falando?

- Espere aí, Carlito! Não venha me dizer que esses pontinhos são para fazer um espalhamento uniforme da luz!
- Imagina outra finalidade? Pois bem: nosso colega Silvano teve a ideia de atuar na parte externa do difusor, bem no centro. Ele usou uma canetinha preta para retroprojetor, daquelas que se usam para escrever em DVD, fez uma bolinha bem no centro e pronto! Resolveu o problema.

- Vou apanhar a canetinha preta e você faz as bolinhas.

- É só encostar a ponta, dar uma rodadinha... e retirar! Simples assim!

- Mais uma que aprendemos hoje. Não fosse o pessoal do Fórum...

Agradecimentos aos participantes do Fórum Tecnet, especialmente a: Silvano Fernandes, Claucinei, Capacheck e Daniel

A Primeira Lâmpada Série A Gente Nunca Esquece

Paulo Brites*

Este será o penúltimo “episódio” desta série de *flashbacks* que venho publicando desde fevereiro/2021 aqui na Revista Antenna.

Para quem é técnico “das antigas”, eu pergunto: - lembra da sua primeira lâmpada série?

E ainda usa aquela velha lâmpada “padrão” de 100W ou já a abandonou naquele mafuá debaixo da bancada porque ela não funciona mais com as fontes chaveadas dos televisores “modernos”?

Se a resposta para a segunda pergunta for sim, então está na hora (ou já passou) de rever seus conceitos e convido-o a continuar a leitura deste artigo e ir de “volta para o futuro”.

Antes, porém, deixe-me retornar aos meus longínquos 14 anos de idade e falar da minha primeira lâmpada série da qual nunca esqueci.

Naqueles anos dourados da minha vida eu dava os meus primeiros passos no mundo dos elétrons consertando ferros de passar roupa como os da figura abaixo.



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

O conserto consistia simplesmente em trocar a resistência e, às vezes, os pinos onde era encaixada a tomada que, geralmente, estavam totalmente destruídos pelos faiscamentos do mal contato da tomada.

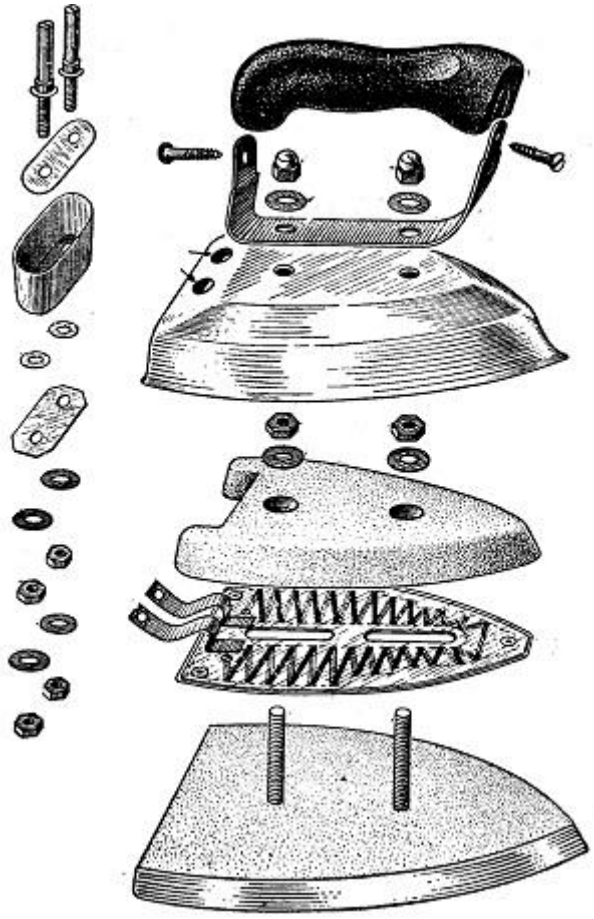


Figura obtida numa das apostilas do Curso de Rádio e Televisão do Instituto Monitor.

O problema era que, terminado o serviço, precisávamos ter certeza de que a instalação da resistência e dos pinos tinha sido feita corretamente e que não estariam encostando na carcaça do ferro.

Caso contrário, haveria o perigo da passadeira de roupas levar um baita choque ao tocar na sapata do ferro para sentir, com o termômetro “dedal”, se a temperatura estava adequada.



O “teste” era feito na marra pelo consertador, ou seja, levando choque (ou não, na melhor das hipóteses).

Podia ocorrer algo pior, com os dois pinos terem ficado encostando na carcaça, por falta de habilidade do “técnico”, e aí o curto era garantido, com direito a queimar o fusível do quadro geral. Ainda não tinham inventado o disjuntor...

Eu tinha “aprendido o ofício” com um tio que entendia tanto de eletricidade como os “pedrecistas” de hoje (pedreiro/eletricista), também conhecidos como Zé Faísca.

Eu já vinha me interessando por Eletricidade e fazendo alguns experimentos com pilhas, desmontando lanternas, por exemplo, para descobrir como funcionavam e construindo coisas inspirado no livro (esgotado) Divirta-se com a Eletricidade de Tom Kennedy Jr editado pela Seleções Eletrônica (leia-se Antenna).



Meu primeiro “curso” de Eletricidade (também nunca esqueci).

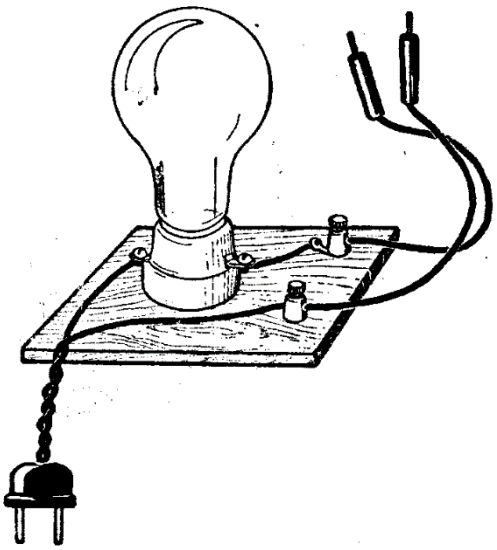
E, de repente, descobri que havia um “curso” grátis sobre Eletricidade perto de casa. Era bem prático, mas, ali comecei a entender minimamente o que era tensão, corrente e potência, bem como a trabalhar com Eletricidade de forma segura.

Aprendi como se instalava um interruptor, uma campainha e até as “modernas” lâmpadas fluorescentes com seus reatores e *starters.*

Infelizmente, o que é bom dura pouco e poucas aulas depois, veio a notícia de que o curso seria paralisado. Provavelmente por “falta de verba”.

Mas ainda assim, tive o meu primeiro contato com a Lâmpada Série.

Comecei a aprender que, com uma tosca lâmpada série, eu poderia testar “cientificamente” os ferros de passar que eu “consertava” e garantir que não dariam choque em ninguém.



Ganhando dinheiro para fazer o que se gosta

Consertar ferros de passar já era para mim uma atividade lucrativa e o dinheiro que ganhava com ela me permitia ir mais longe. Queria aprender a consertar rádios porque, além de ser mais lucrativo, seria também mais emocionante fazer “um mudo falar”.

Foi em 1962, portanto já com 17 anos, que entrou em minha vida o Curso de Rádio e Televisão do Instituto Monitor e obtive mais detalhes sobre a lâmpada série.

Construí a minha primeira “central de teste” numa caixa de madeira que consistia numa lâmpada série com uma chave com dois fusíveis e outra reversível que permitia ligar o “aparelho” em teste, via lâmpada série ou diretamente a rede.

Do reparo de eletrodomésticos, que já evoluíam para as “novas tecnologias”, como os ferros de passar automáticos, as torradeiras e os liquidificadores, eu começava a consertar os rádios valvulados, mas a minha “central de testes” com a lâmpada série padrão continuava lá firme e forte e parafraseando a canção de Roberto Carlos: - “não adianta nem tentar esquecê-la, porque por muito tempo em minha vida (até hoje) ela vai viver”.

Novos problemas exigem novas soluções, como dizia Einstein

Lá pela década de 90 as SMPS (*Switch Mode Power Supply*), ou fontes chaveadas, no popular, começavam a ganhar protagonismo nos televisores que ainda eram de tubo.

E a lâmpada série começava a ser abandonada pelos técnicos, alegando-se que “não funcionavam” naqueles televisores.

Realmente, isso parecia ser verdade, principalmente quando se tratava dos “grandões” que consumiam muitos watts.

Entretanto, poucos, como eu, se perguntavam o porquê e tentavam desvendar o mistério.

Em dezembro de 1995 surgia no mercado brasileiro a Revista CTA Eletrônica. A primeira, aqui na terrinha, dedicada à reparação de equipamentos eletrônicos.

O primeiro número trazia o projeto de uma “lâmpada série profissional” e lendo o artigo eu comecei a descobrir o mistério.

Embora o autor, Francisco A. de Paula, não dissesse claramente, o problema de as SMPS não funcionarem com a lâmpada série, ele estava lá, nas entrelinhas. E o “segredo” começa em saber como uma SMPS funciona.

Aliás, não se deve tentar consertar nada sem saber como funciona, a menos que o técnico receba informações do além.

As SMPS, diferentemente das lineares (do passado), precisam de um mínimo de tensão de entrada para começarem a funcionar. Simples assim!

Em outras palavras, a potência da lâmpada série precisa ser compatível com o consumo do equipamento, no caso, o televisor.

No meu blog você vai encontrar dois artigos em que eu detalho mais sobre isso.
São eles:
1) Lâmpada Série no século XXI
2) Esclarecendo dúvidas sobre a lâmpada série na reparação

Melhorando a lâmpada série profissional da CTA

No mencionado artigo da CTA de 1995 tinha todo o procedimento para montar uma “lâmpada série profissional”.

A ideia era boa, pois permitia com apenas cinco lâmpadas conseguir 10 potências diferentes que iam de 25W até 485W.

Além disso, ela incorporava um indicador visual com 10 leds que funcionava “quase” como um wattímetro e permitia ao técnico acompanhar o consumo do aparelho em teste, sem ficar “cego” olhando o brilho das lâmpadas.

Entretanto, o projeto tinha duas coisas que me incomodavam.

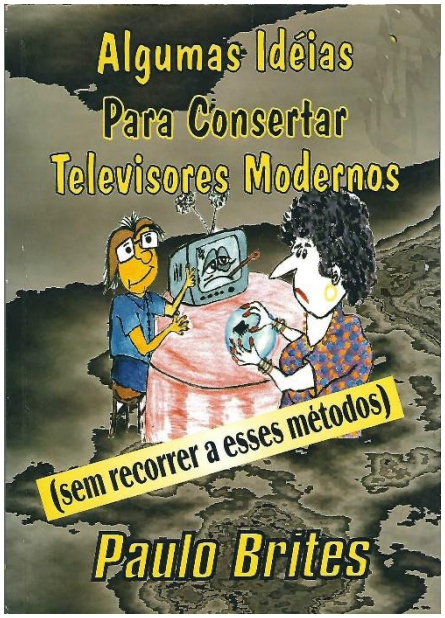
A primeira era usar cinco relés para o chaveamento das lâmpadas.

A segunda, a meu ver, muito ruim, era fazer o chaveamento dos relés por um contador digital que só permitia aumentar a potência. Não dava flexibilidade para escolher a potência que se desejasse e ir fazendo ajustes conforme a necessidade.

Foi aí que me veio a ideia usar 10 chaves em lugar dos cinco relés e desta forma poder-se-ia obter não apenas dez, mais 22 potências diferentes entre 25 e 485W. Mantive o indicador visual com 10 leds e usava o LM3914, que estava “na moda”, como indicador de potência nos amplificadores para automóveis.

Fabriquei 100 unidades destas com a colaboração de dois colegas e passei a incorporar o assunto em todas as minhas aulas presenciais de reparo de televisores e monitores.

Dediquei à lâmpada série o capítulo 10 do meu livro “Algumas Ideias para Consertar Televisores Modernos”, editado em 2005, que está esgotado, mas você pode baixar uma cópia em e-books grátis no meu blog [paulobrites.com.br.](paulobrites.com.br)



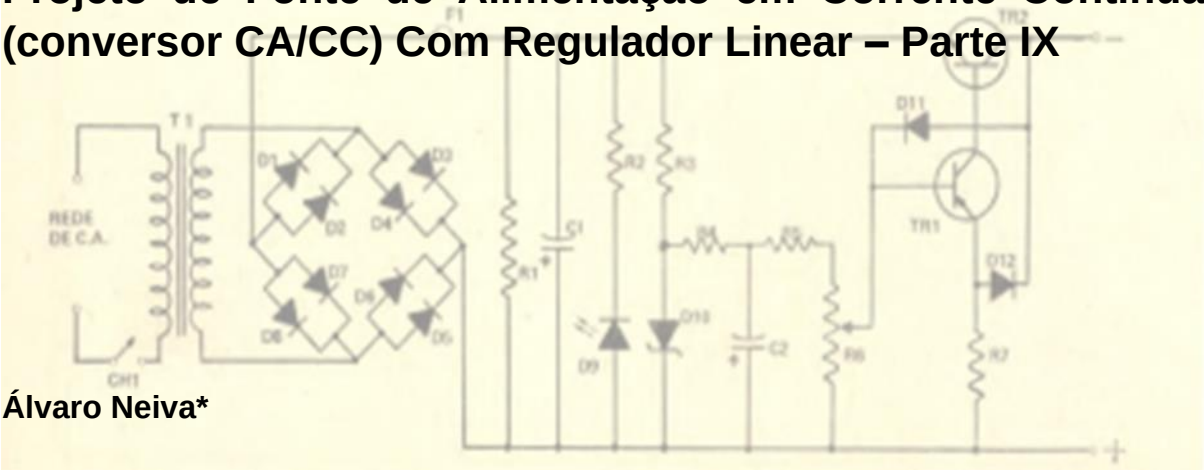
Eu queria, e continuo a querer, divulgar para os técnicos que a lâmpada série, embora não seja a bala de prata, pode ser, em muitos casos, uma grande aliada no reparo.

E assim eu chego ao penúltimo capítulo da série “a gente nunca esquece”. O *Grand Finale* da série será no mês que vem, voltando a 1978 com o meu primeiro artigo na Revista Antenna.

E aí, estão gostando do “seriado”?

Aguardo os comentários.

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



Álvaro Neiva*

Regulação II

Os Reguladores Lineares: Análise e Projeto do Regulador Série

Regulador Linear, Proteção Contra Curto-Circuito e Sobrecarga.

Diagrama atual do projeto (simulação considerando a rede CA 10% acima do normal):

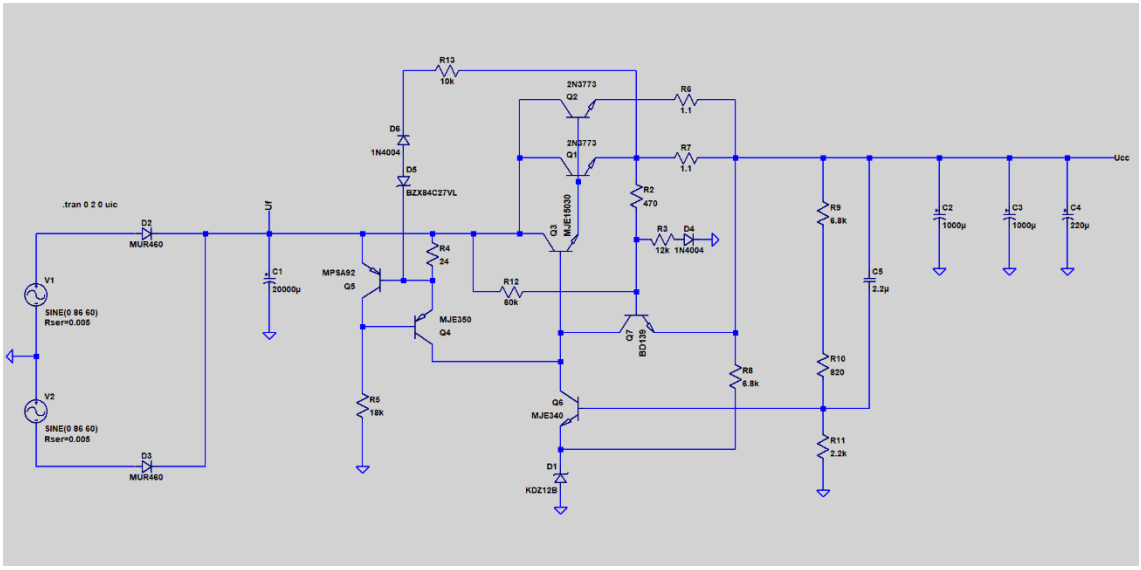


Figura 1

Vamos detalhar agora o dimensionamento dos resistores R12 e R13.

O resistor R12 introduz uma corrente proporcional à V_{ce} do transistor de passagem no circuito de limitação, reduzindo ainda mais a corrente limite e a dissipação para sobrecargas que reduzam a tensão de saída sem chegar a zero, caso isso seja necessário.

***Engenheiro Eletricista**

Isso equivale a ter mais um termo com V_{ce} na expressão da corrente limite:

$$I_{B7} = \frac{V_{CE}}{R12} + \frac{(I_{Lim} \cdot R_E + U_{CC}) - (U_{CC} + 0{,}6)}{R9} - \frac{U_{CC}}{R10} =$$

$$= \frac{V_{CE}}{R12} + \frac{(I_{Lim} \cdot R_E - 0{,}6)}{R9} - \frac{U_{CC}}{R10} = 0$$

Onde usamos a demonstração anterior de que a tensão sobe R12 vai ser igual à tensão de saída.

$$\left(\frac{U_{CC}}{R10} - \frac{V_{CE}}{R12}\right) = \frac{(I_{Lim} \cdot R_E - 0{,}6)}{R9}$$

$$\left(\frac{R9 \cdot U_{CC}}{R10} - \frac{R9 \cdot V_{CE}}{R12}\right) + 0{,}6 = I_{Lim} \cdot R_E$$

$$\left(\frac{R9 \cdot U_{CC}}{R10 \cdot R_E} - \frac{R9 \cdot V_{CE}}{R12 \cdot R_E}\right) + \frac{0{,}6}{R_E} = I_{Lim}$$

$$\left[\frac{R9 \cdot U_{CC}}{R10 \cdot R_E} - \frac{R9 \cdot (U_f - U_{CC})}{R12 \cdot R_E}\right] + \frac{0{,}6}{R_E} = I_{Lim}$$

$$\left[\frac{U_{CC} \cdot R9}{R_E}\left(\frac{1}{R10} + \frac{1}{R12}\right) - \frac{R9 \cdot U_f}{R12 \cdot R_E}\right] + \frac{0{,}6}{R_E} = I_{Lim}$$

$$I_{Lim} = \frac{R9}{R_E} \cdot \left[U_{CC} \cdot \left(\frac{1}{R10} + \frac{1}{R12}\right) - \frac{U_f}{R12}\right] + \frac{0{,}6}{R_E}$$

$$I_{Lim} = \frac{R9}{R_E} \cdot \left[U_{CC} \cdot \left(\frac{R10 + R12}{R10 \cdot R12}\right) - \frac{U_f}{R12}\right] + \frac{0{,}6}{R_E}$$

R13 vai introduzir uma limitação bastante abrupta a partir de uma V_{ce} estimada pelas condições normais de operação.

Quando D5 e D6 entram em condução, a corrente de coletor de Q5 aumenta, reduzindo a corrente de coletor de Q6 e limitando a corrente de saída.

Nesse ponto, convém lembrar que a maioria das cargas alimentadas pela fonte não serão resistivas. A consequência disso é que sempre haverá um componente CA superposto à componente CC da corrente consumida pela carga. A forma de onda da corrente vai ter uma ondulação superposta e pode se tornar pulsante, com um alto valor de pico e instantes de valor nulo, ou muito baixo, como nos amplificadores classe B ou AB.

Como o valor de I_{lim} determinado anteriormente vale para CC, um valor constante, é preciso introduzir uma dependência com o tempo ou frequência no seu valor, para evitar a limitação prematura com correntes pulsantes, que tem um valor de pico muito maior que seu valor médio (CC).

Para isso, vamos introduzir o resistor o capacitor C6, formando um filtro RC em paralelo com a junção base-emissor do transistor Q7.

Como a corrente será pulsante, não podemos usar, por exemplo, o valor da impedância para o sinal de menor frequência presente na corrente, para prever o comportamento da limitação. Teríamos que usar uma Transformada como a de Laplace.

Essa vai ser uma boa hora para usar os programas de simulação de circuitos disponíveis, opção rápida e prática de usar.

E pensar em termos de tempo e não frequência...

O capacitor C6 vai acumular carga durante o tempo de duração dos pulsos de corrente e agir como um capacitor de filtro, para um sinal de corrente formado por pulsos retificados, como os presentes nos estágios de saída classe B ou AB.

Para simular esse comportamento, usamos o LTSpice:

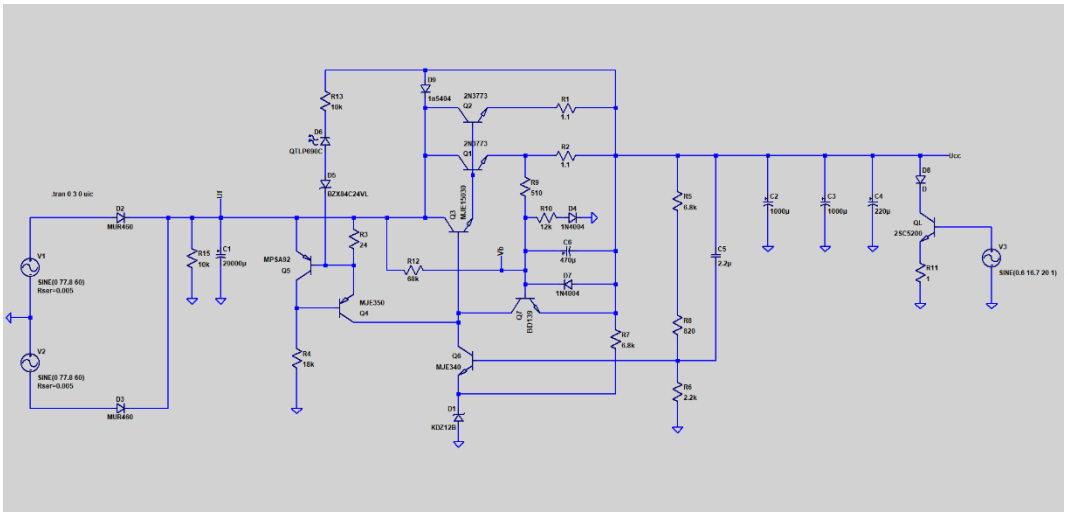


Figura 2

O transistor QL simula o lado NPN ou positivo de um estágio de saída complementar.

O valor de pico da corrente de saída simulado é de 15A total ou 7,5A por transistor de passagem e o valor médio correspondente vai ser 15/π ou 4,77A total, 2,38A por transistor de passagem. Menores que os nominais em CC.

Resultado:

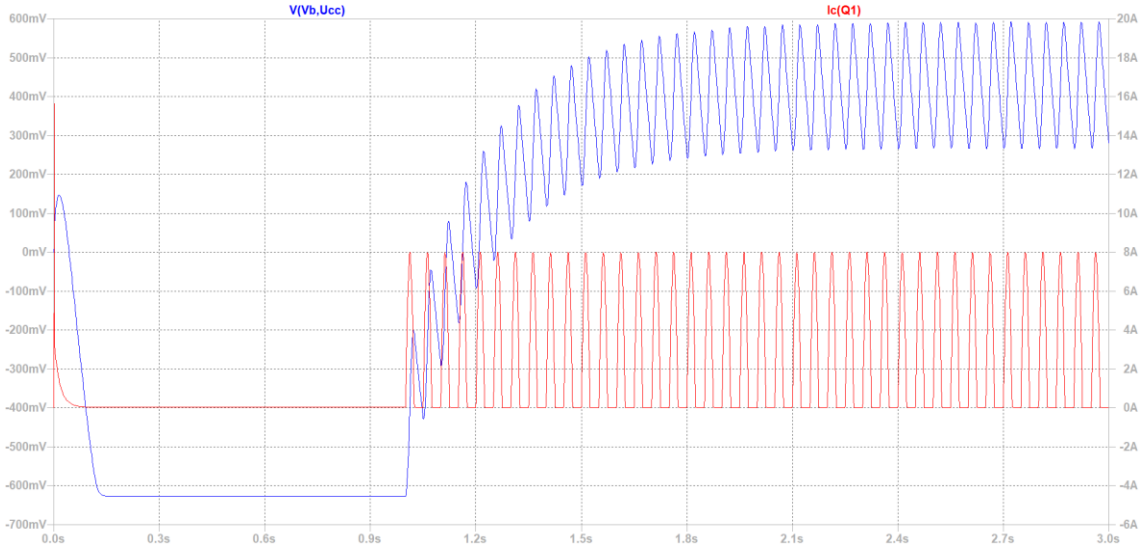


Figura 3

Sem o capacitor C6:

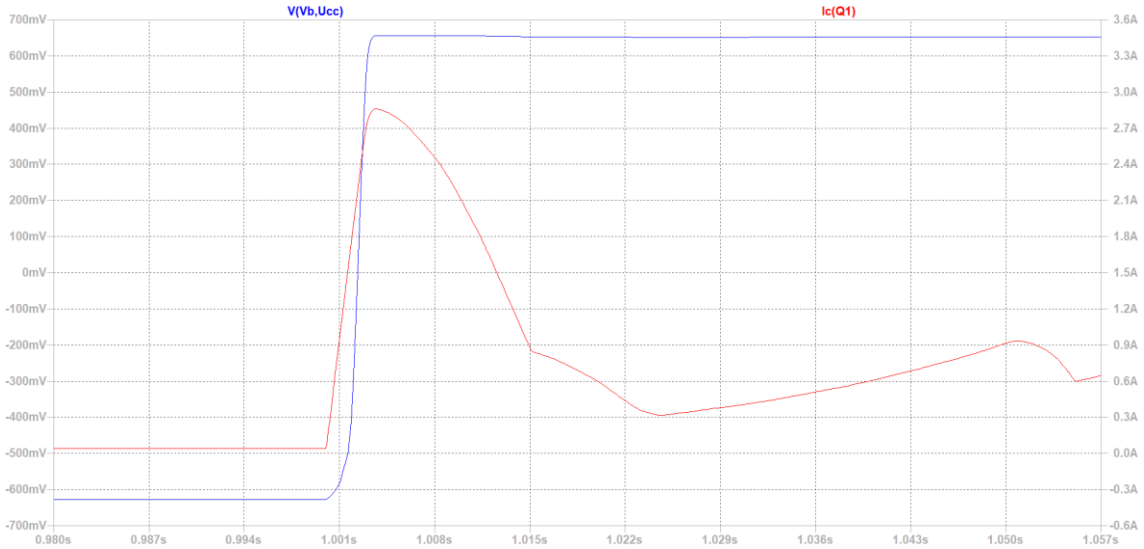


Figura 4

Fica clara a limitação prematura para um consumo de corrente pulsante sem o capacitor C6.

Foi necessário um pequeno ajuste no valor determinado para o resistor R9 considerando apenas o valor CC da corrente de saída da fonte.

Para determinar o valor do capacitor C6, vamos observar o comportamento mostrado na figura 3.

A cada pulso de corrente, a tensão sobre o capacitor aumenta com uma rampa de mesma amplitude, depois se reduz durante o tempo em que o pulso tem valor zero e o capacitor se descarrega, enquanto o valor médio vai subindo de forma exponencial.

Isso vai indicar um caminho para determinar um valor adequado para C6. A constante de tempo formada por R9 e C6 deve ser bem maior que a duração do pulso de corrente, para que seja obtido um valor médio para a tensão de atuação do transistor limitador a partir da corrente pulsante.

Para sinais de áudio, a menor frequência será 20Hz e os pulsos terão a duração de meio período:

$$\frac{T}{2} = \frac{1}{2 \cdot f} = \frac{1}{40} = 0{,}025s = 25ms$$

Então:

$$R9 \cdot C6 = 10 \cdot 0{,}025 = 0{,}25s$$

$$C6 = \frac{0{,}25}{R9} = \frac{0{,}25s}{510\Omega} = 490\mu F \approx 470\mu F$$

Será um valor adequado para evitar a limitação prematura em toda a faixa de áudio.

Mas a extensão dessa faixa (20Hz a 20kHz), numa razão de 1:1000, faz com que, no seu extremo superior, onde a duração dos pulsos pode ser de 25µs, haja necessidade de reduzir o tempo de atuação do limitador para reduzir a potência média e instantânea dissipadas.

Isso foi feito pela introdução do capacitor C7, em paralelo com R9.

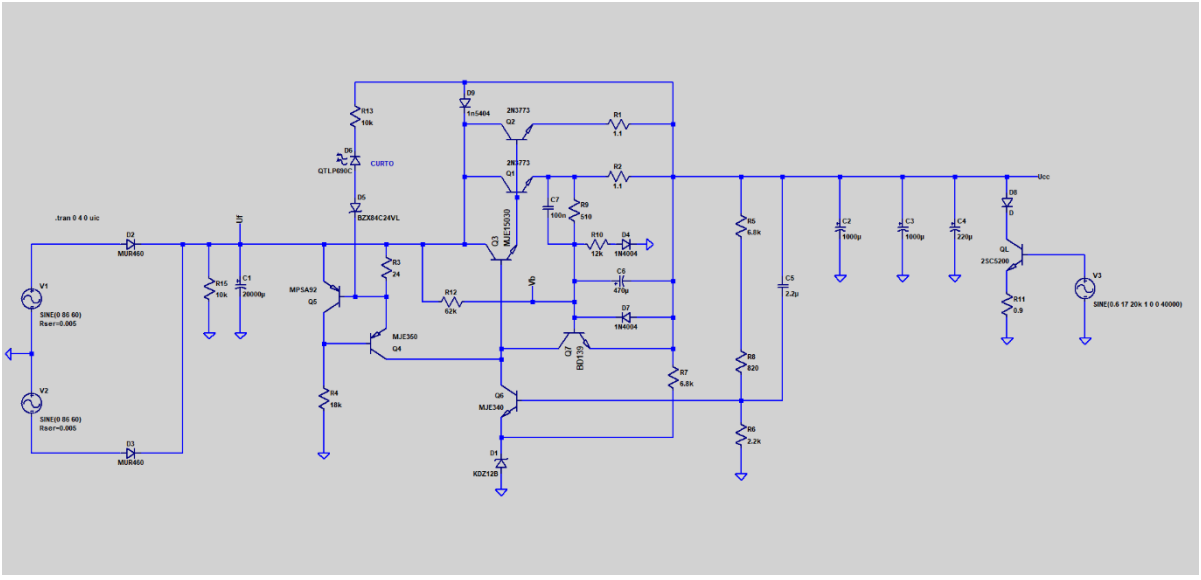


Figura 5

Resultados:

Em vermelho a corrente de coletor de um transistor de passagem;

Em magenta a tensão CC de saída;

Em azul a tensão base-emissor do transistor limitador de corrente;

Em marrom, a potência instantânea dissipada no transistor de passagem.

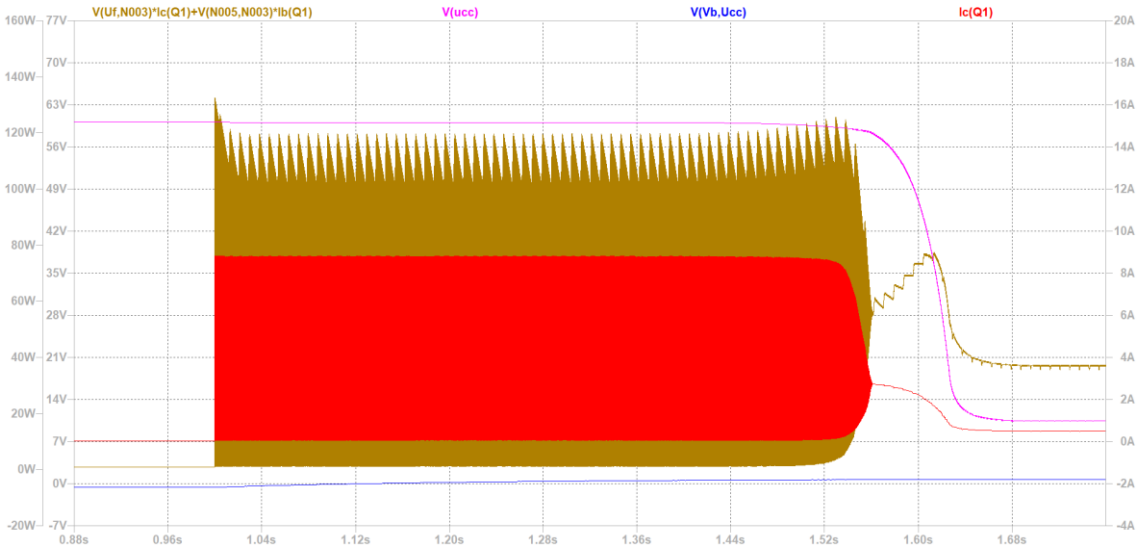


Figura 6

Aqui, uma sobrecarga de 14% acima dos 15A nominais de saída corta a alimentação quase completamente após 500ms.

A dissipação média fica em torno de 40W por transistor.

Para limitar a corrente de pico ao ligar a fonte, vamos colocar um diodo Zener que vai definir um valor de pico para a corrente através do resistor de emissor, além do qual o Zener vai levar rapidamente à condução o transistor Q7, limitando a corrente de saída abruptamente.

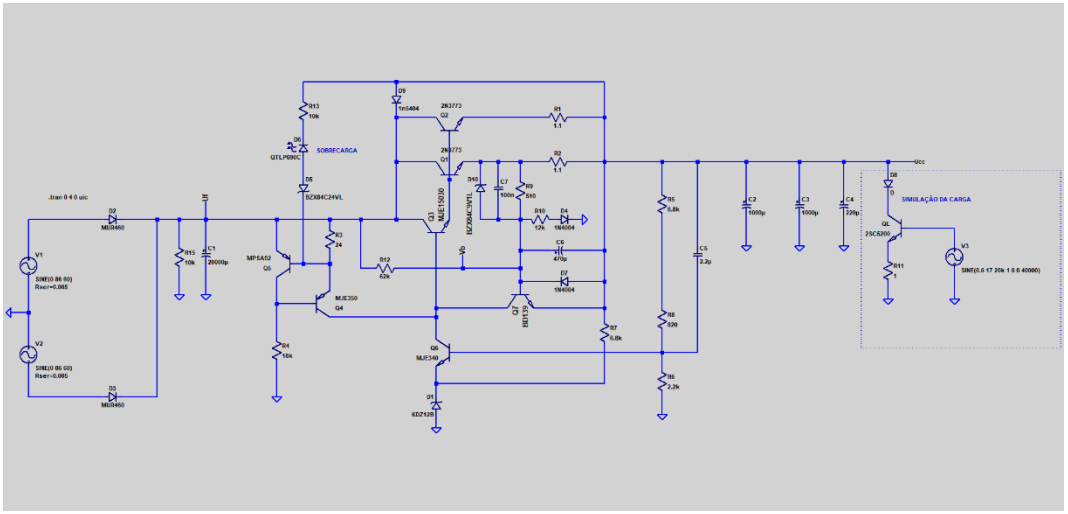


Figura 7

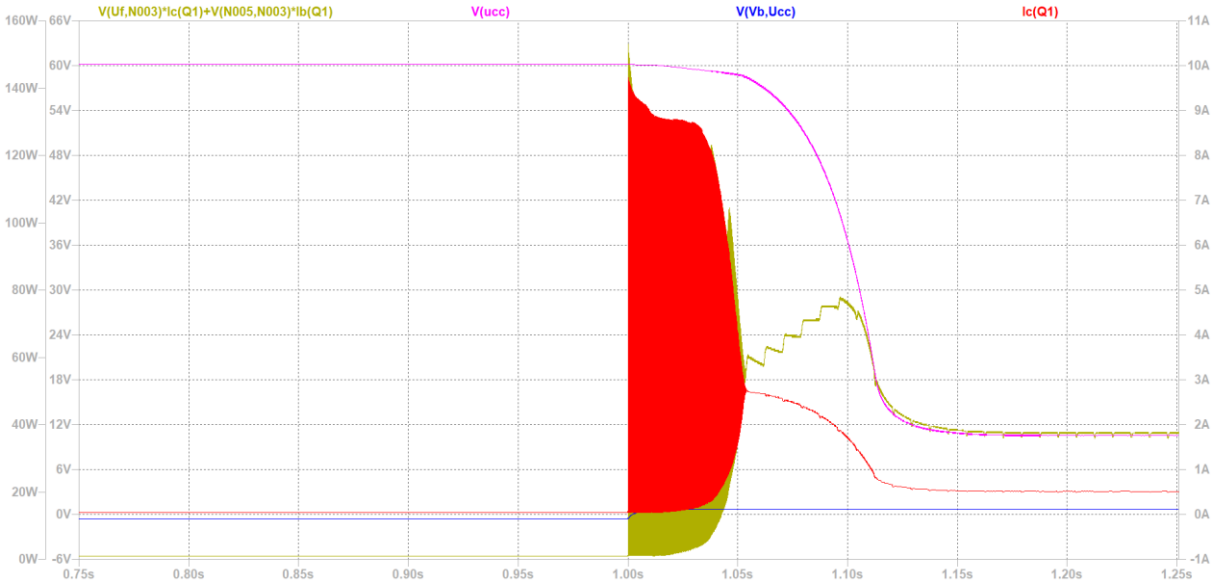


Figura 8

Aqui, na figura 8, o limitador praticamente desliga a fonte 50ms após a sobrecarga de 25% acima do valor de pico limite. A dissipação de pico não passou de 150W e o valor médio durante os 50ms não passou de 51W.

A dissipação após a interrupção do sinal foi de 38W, devido à uma componente CC resultante da interação entre a alta impedância de saída da fonte em limitação com os capacitores de saída.

E agora temos uma fonte capaz de atender cargas com comportamento dinâmico, com valores de pico na corrente bem maiores que o valor médio.

Ao mesmo tempo, a carga também será protegida e a tensão de saída permanecerá firme e isenta de ruídos em toda a faixa de demanda prevista, sofrendo redução reversível em conjunto com a corrente, para sobrecargas acima de 10% (14%), do limite projetado.

E agora vamos ver como especificar o dissipador corretamente.

Dimensionando o Dissipador:

Como a tensão de saída é constante em funcionamento normal, a dissipação máxima vai ocorrer com a máxima tensão de entrada Uf e máxima corrente de saída prevista sem sobrecarga.

Como a corrente varia com o tempo por ser pulsante, a potência dissipada também vai variar, embora tenha um valor médio.

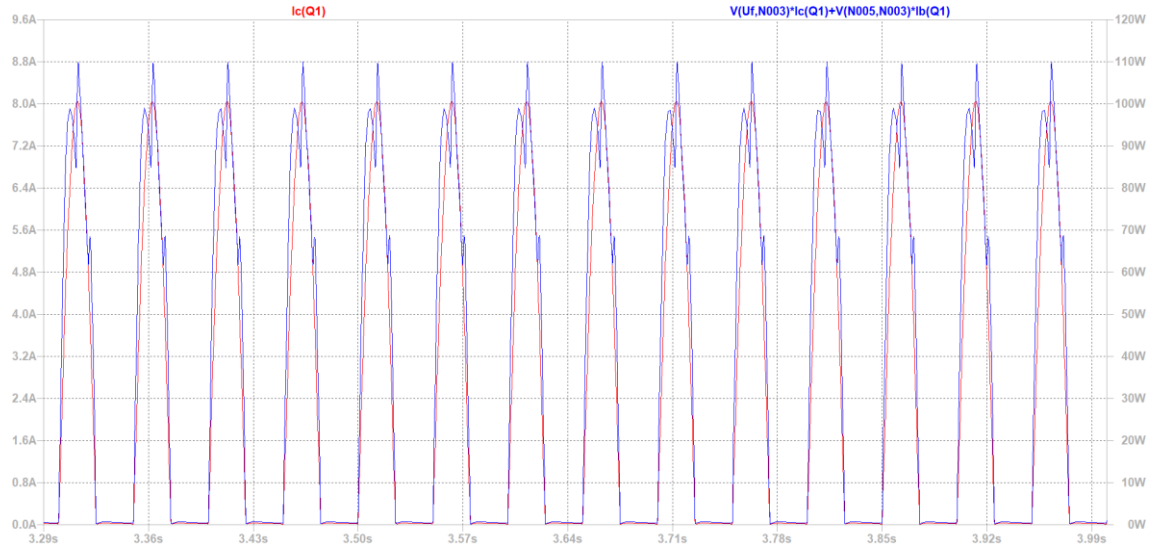


Figura 9

O valor médio da potência dissipada vai ser aproximadamente 1/3 do valor de pico, se a corrente tiver a forma de onda mostrada, o que pode acontecer durante um teste do amplificador com sinal senoidal, mas dificilmente com sinais de áudio do mundo real.

De qualquer forma, o amplificador vai ser testado com senoides e a fonte deve suportar esse regime.

Usando a ferramenta de cálculo de dissipação do software, determinamos uma dissipação média de 36,5W por transistor ou 73W total para os dois transistores. Essa vai ser a potência que iremos usar no dimensionamento do dissipador, mais confortável que a potência dissipada em CC.

O dissipador deve ser especificado por sua resistência térmica:

$$R_{thda} = \frac{(T_{diss} - T_{amb})}{P_{Dtotal}} = \frac{(70 - 40)}{73} = \frac{30}{73} = 0{,}4℃/W$$

Onde

$R_{thda} = resistência\ térmica\ entre\ o\ dissipador\ e\ ambiente\ (\frac{℃}{W})$;

$T_{diss} = temperatura\ máxima\ do\ dissipador\ (℃)$;

$T_{amb} = temperatura\ ambiente\ máxima\ (℃)$;

$P_D = potência\ média\ dissipada\ nos\ trasistores\ de\ passagem.$

Valores menores que 1°C/W indicam necessidade de ventilação forçada e teremos dissipadores volumosos e de grandes aletas. Uma boa ideia será usar um ventilador acionado por interruptor térmico.

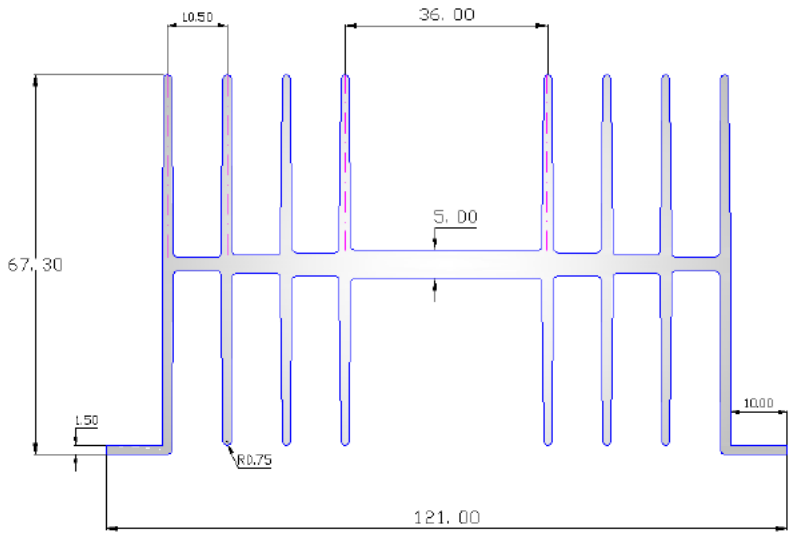


Figura 10

Dados Técnicos:
Material: *Alumínio*
Liga e Têmpera: *6060-T5*
Área: *1.299,69 (mm²)*
Perímetro: *1.226,56 (mm)*
Peso: *3,55 (kg/m)*
Resistência Térmica: *1,25°C/W/4" (75°C)*
Tolerância: *ABNT 8116*
Obs:

Altura do dissipador 100mm. Seria importante anodizar em preto para baixar essa resistência térmica.

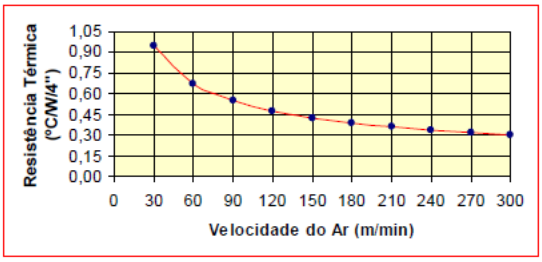


Figura 11

Pela figura 11, verificamos que seria necessário um ventilador capaz de garantir um fluxo de ar com velocidade de 2,5m/s.

A resistência térmica entre a pastilha do transistor e o dissipador, considerando um isolador de 0,5°C/W será de 1,67°C/W e a temperatura média da pastilha será de:

$$T_j = T_{diss} + P_{D1TR} \cdot R_{thjd} = 70°C + \left(36{,}5W \cdot 1{,}67° \frac{C}{W}\right) = 70°C + 61°C = 131°C$$

Dentro de um limite bem seguro para um transistor TO-3.

Lembrando sempre que o dimensionamento foi feito para uma carga com corrente pulsante. Para uma carga resistiva ou amplificador classe A, o cálculo do dissipador e da quantidade dos transistores deve ser revisto.

Por hoje vamos parar por aqui.

No próximo artigo, veremos o caso de um amplificador em classe A.

Também vamos ver em seguida como ampliar as capacidades de tensão, corrente e potência de reguladores lineares integrados.

Até a próxima!

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 I

Alfredo Manhães*

O cinema é um meio audiovisual que surgiu no século XIX como um experimento sem grandes pretensões por parte de seus criadores. Apesar disso, outras pessoas que tiveram contato com o invento perceberam nele um grande potencial. Assim, ele foi sendo utilizado e aperfeiçoado gradualmente, desenvolvendo uma linguagem própria que, após certo período, o elevou à categoria de arte, ao lado do teatro, da dança e de outras vertentes artísticas.

Ao longo de sua história o cinema tornou-se uma forma de comunicação de massa que passou por grandes transformações, adotando inúmeras tecnologias para mesclar as imagens e os sons de forma mais natural e mais próxima da realidade. É importante observar que o desenvolvimento da eletrônica contribuiu fortemente para o crescimento da indústria cinematográfica.

Neste artigo são apresentados alguns elementos fundamentais para a evolução do som no cinema, desde sua criação com o cinematógrafo mudo até os modernos sistemas de áudio multicanal que conhecemos.

A invenção do cinema

O cinema é uma forma de entretenimento que surgiu no final do século XIX, a partir da união e a aperfeiçoamento de diversas invenções anteriores, como a fotografia, a lanterna mágica, o praxinoscópio e o cinetoscópio, este último criado em 1891 por William Dickson, engenheiro da Edison Laboratories.

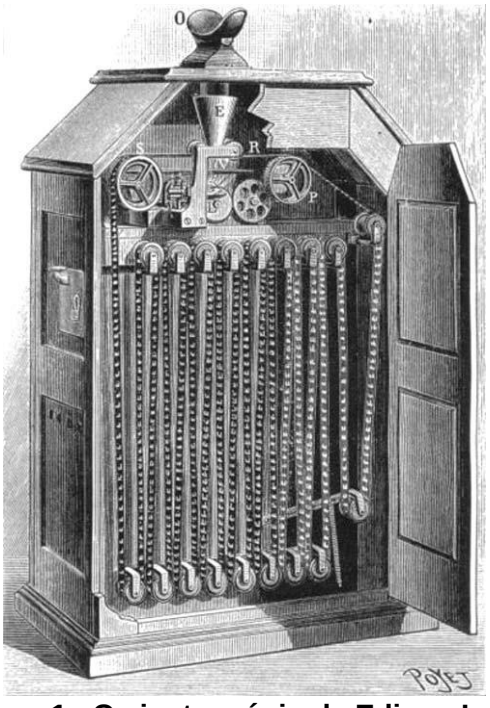


Figura 1 - O cinetoscópio da Edison Labs.

***Mestre em Engenharia da Computação**

No entanto, o grande sucesso no desenvolvimento de um dispositivo que permitisse gravar e projetar imagens em movimento sairia da mente do inventor francês Léon Bouly, que em 1892 desenvolveu o cinematógrafo, um dispositivo similar a uma câmera fotográfica. A lente (objetiva) permite que a luz incida sobre uma película de celuloide (filme) que é movimentada manualmente por uma manivela, e registra uma sequência de fotos. Para assistir ao filme é colocada uma lâmpada por detrás da película e as fotografias são projetadas numa tela.



Figura 2- O cinematógrafo de Bouly.

Embora tenha registrado a patente do invento, Bouly deixou de pagar uma das parcelas do registro e a patente do nome “cinematógrafo” ficou livre. Logo depois os irmãos franceses Auguste e Louis Lumière a adquiriram e o nome da invenção passou a ser creditado a eles.

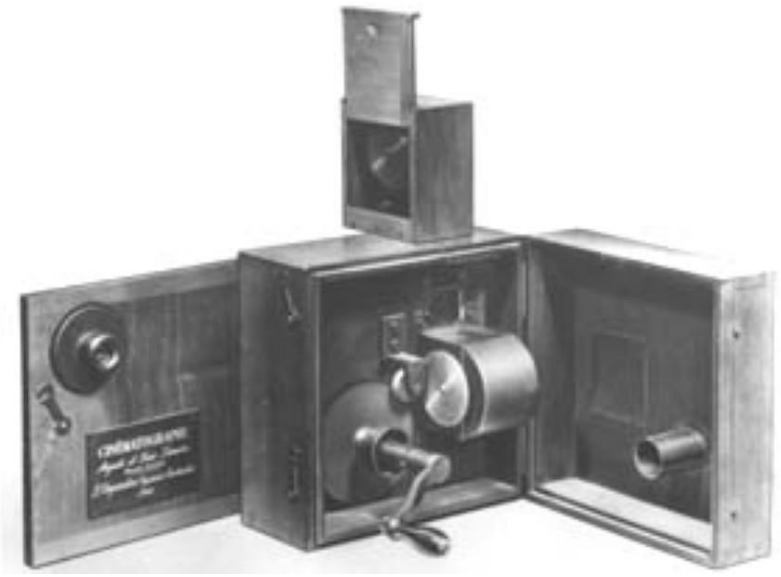


Figura 3 – O cinematógrafo dos Irmãos Lumière.

Em 28 de dezembro de 1895, os irmãos Lumière realizaram a primeira projeção cinematográfica da história, numa sala escura do Grand Café de Paris. O filme exibido não tinha som e mostrava a chegada de um trem à estação de La Ciotat. Segundo alguns historiadores a projeção causou tanto espanto entre os espectadores que vários fugiram da sala, por acharem que era um trem verdadeiro e estava invadindo o local.



Figura 4- A primeira sessão de cinema em Paris, 1895.

Embora o cinematógrafo tenha sido uma invenção importante, os irmãos Lumière não seguiram carreira no ramo, achando que aquilo era algo passageiro, e preferiram se dedicar à ciência. Desta forma, o cinematógrafo teve por algum tempo a função de mero registro documental de cenas, até que duas pessoas o utilizaram para contar estórias e se tornaram cineastas pioneiros: Alice Guy-Blaché e Georges Méliès, homenageado no filme “A Invenção de Hugo Cabret” de 2012.

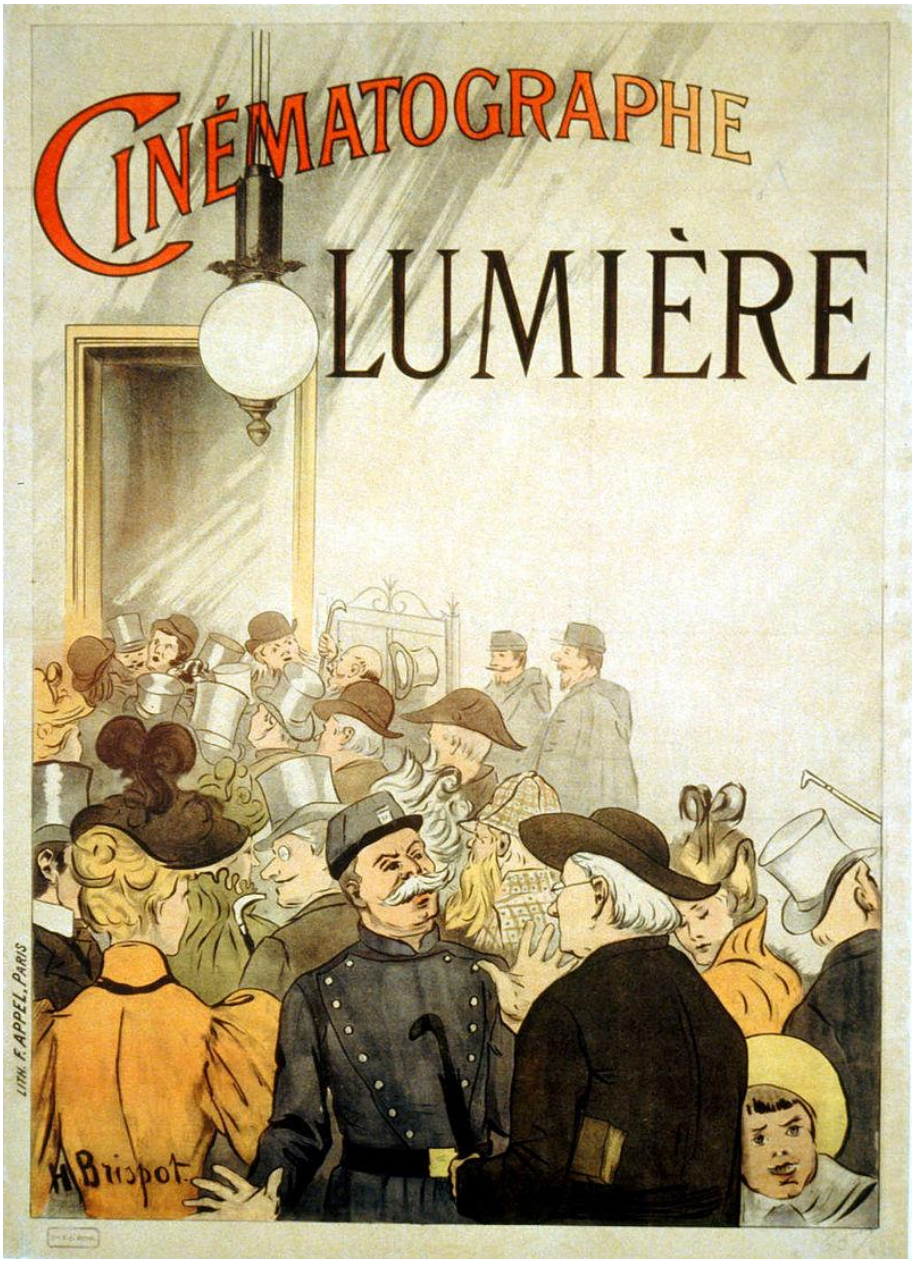


Figura 5 – Cartaz de divulgação das exibições do cinematógrafo na França, 1895.

Os irmãos Lumière não comercializaram o cinematógrafo, mas logo surgiram réplicas do dispositivo, não somente na França mas também na Inglaterra, Estados Unidos e em outros países. A partir daí outros cineastas foram surgindo e começaram a explorar a invenção, que passaria por transformações substanciais até chegar aos nossos dias.

O desafio da sincronização entre imagem e som

Boa parte do público que acompanha a história do cinema acredita que o primeiro filme a utilizar efeitos sonoros foi “O Cantor de Jazz”, produção realizada em 1927 pela empresa cinematográfica Warner Brothers. No entanto, sabe-se hoje que desde a invenção do cinematógrafo vários experimentos foram realizados na tentativa de

associar som e imagem. A sincronização entre estes elementos era algo desafiador: como garantir uma velocidade constante tanto no gravador quanto no reprodutor?

Thomas Edison imaginava que, assim como era possível para o ouvido humano perceber o som gravado em seu fonógrafo, deveria haver algum dispositivo que estimulasse a visão, de modo que som e imagem estariam associados, podendo ser gravados e reproduzidos em sincronismo.



Figura 6- O fonógrafo de Edison, um dos primeiros dispositivos construído para a gravação de voz.

Essa ideia tornou-se real em 1896 quando o francês Auguste Baron e seu assistente Félix Mesguich, produziram um filme com cenas de danças e músicas líricas, cujo movimento estava sincronizado com o som de um fonógrafo. O engenhoso arranjo experimental era formado por um dispositivo elétrico instalado na câmera motorizada que ajustava o registrador do cilindro, mantendo a sincronização.

O sistema recebeu o nome de “Graphophonoscope” e permitia gravar uma cena durante 4 minutos, utilizando quatro microfones de carbono para captação e controle da agulha de corte eletromagnética que atuava no cilindro. Baron apresentou sua invenção na Academia de Ciência em 1899, com um filme de Miss Duval, do Lyric Gaiety

Theatre, cantando uma canção popular, e um espetáculo de sombras do mágico Félicien Trewey (amigo dos Lumières).

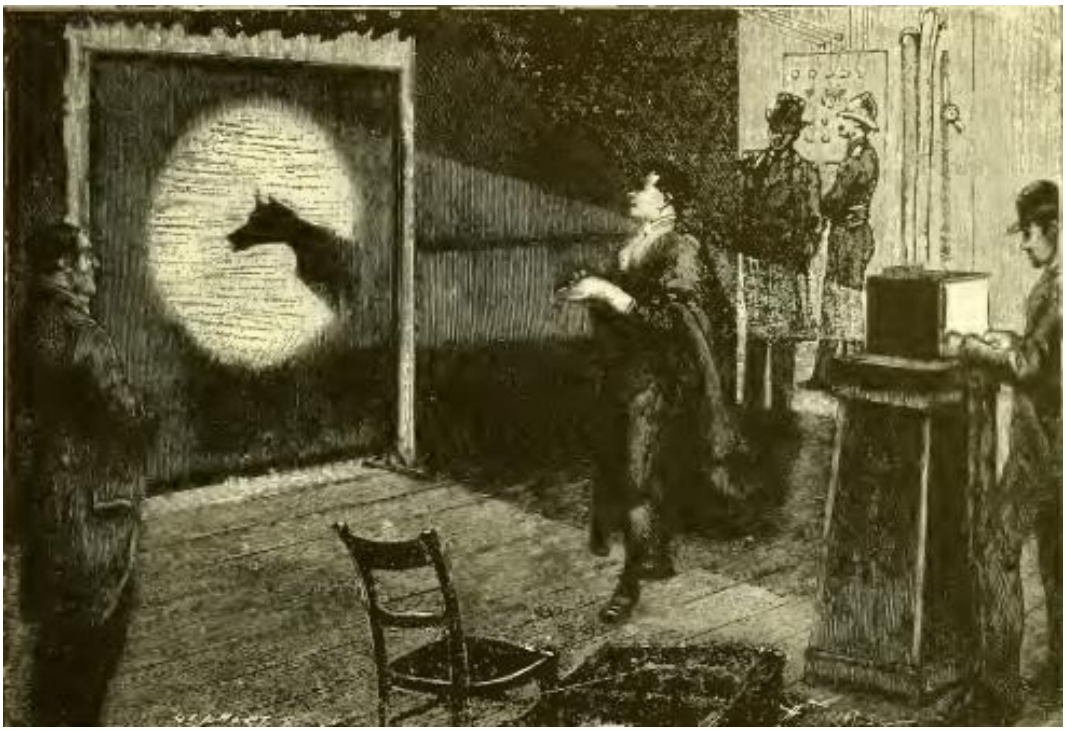


Figura 7 – Espetáculo de sombras do mágico Félicien Trewey (1899).

A partir daí uma série de experimentos para sincronizar imagem e voz foi realizada nas primeiras décadas do século XX em diversos países, com a contribuição de engenheiros e pesquisadores como Eugene Lauste, Lee De Forest, Eric Tigerstedt, Arnold Poulsen, Axel Petersen, dentre outros. Um deles foi o “Chronophone”, aparelho patenteado por Léon Gaumont em 1902, e que sincronizava o cinematógrafo com um disco de fonógrafo.



Figura 8 – O Chronophone de Léon Gaumont (1902). Foto de Kenneth Lu

A tecnologia “Sound-on-film” e o sistema Phonofilm

Posteriormente foram surgindo ideias engenhosas em várias partes do mundo. Uma delas, criada em 1923 na Dinamarca, utilizava um modulador de luz por oscilografia, técnica que permite o registro de oscilações de grandezas elétricas como tensão e corrente, e um sistema reprodutor com células de selênio.

Os esforços de diversos pesquisadores na tentativa de se registrar o som na própria película de filme para garantir o sincronismo caracterizaram a tecnologia denominada “Sound-on-film”, onde o sinal sonoro estava presente na mesma mídia das imagens do filme e era captado por estímulo luminoso (ótico).

O físico norte americano Lee De Forest desenvolveu um dispositivo com essa tecnologia, onde uma descarga luminosa a gás, acionada por um transmissor de telefone, registrava a trilha sonora sincronizada no filme. Após a gravação, o filme era posicionado entre uma fonte de luz e um dispositivo fotossensível (fotocélula), que convertia as variações de luminosidade em sinal elétrico e era reproduzido em um alto-falante. Esta tecnologia deu origem ao sistema Phonofilm, que após testes foi adotado em 1927 pela Fox Film Corporation, na exibição do Fox Movietone News.

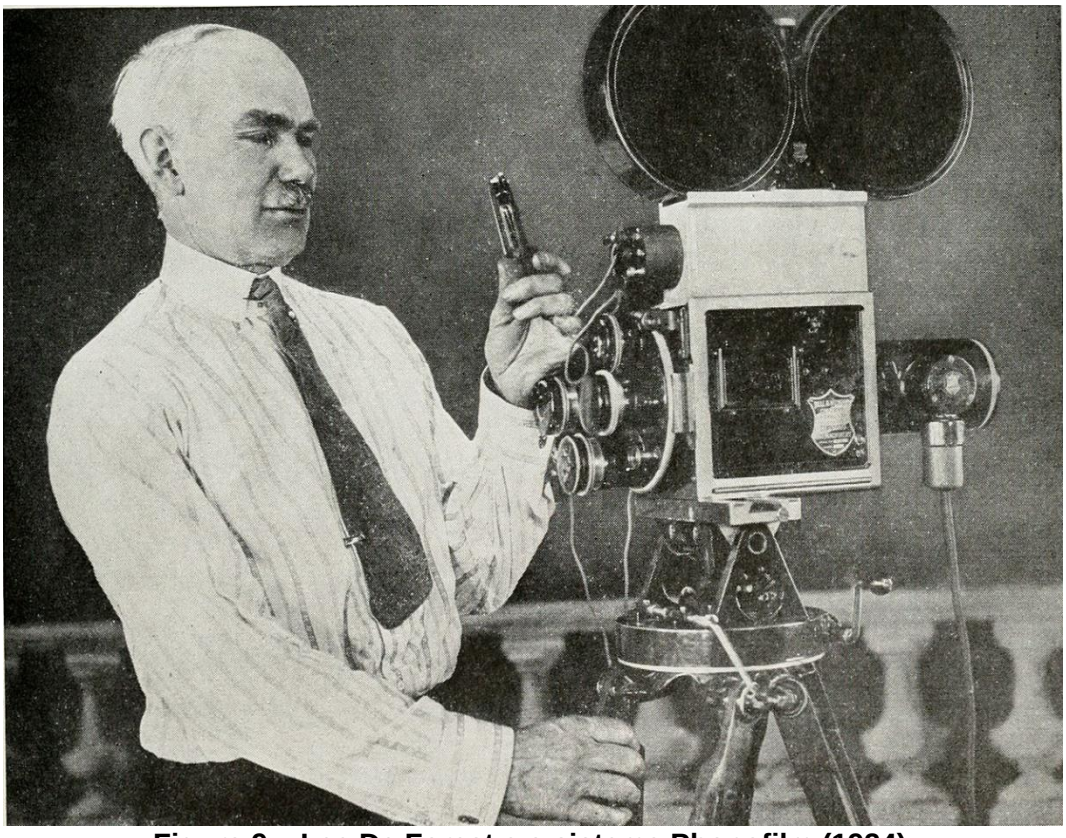
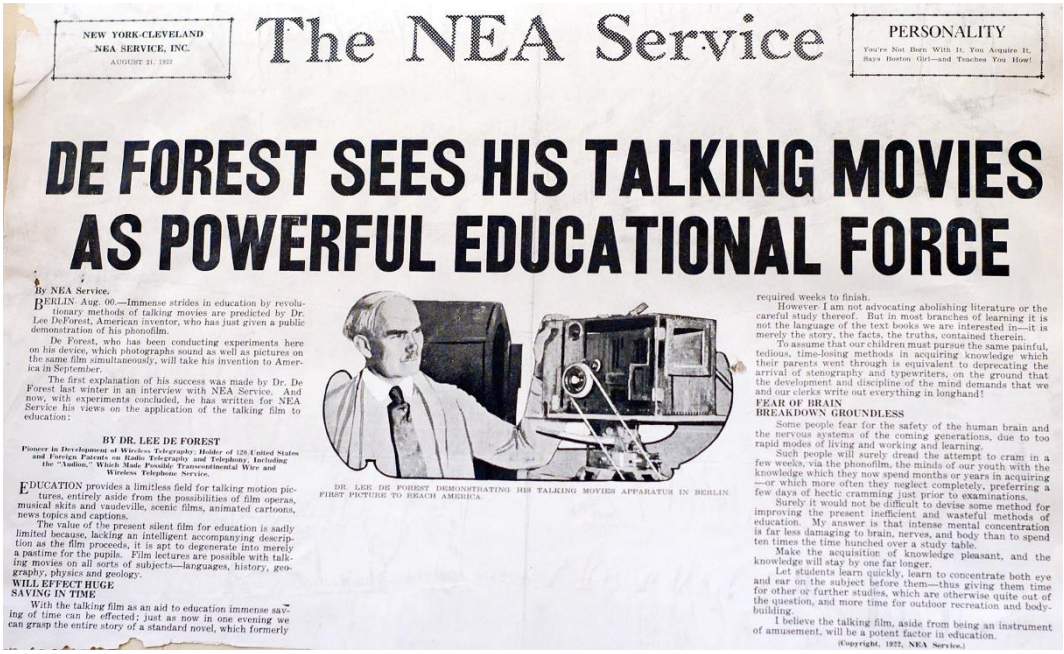


Figura 9 – Lee De Forest e o sistema Phonofilm (1924).

Lee De Forest desenvolveu diversas pesquisas e experimentos em eletrônica e radio transmissão, tendo contribuído de forma significativa para o aperfeiçoamento de tecnologias de gravação e reprodução de sons, eletromedicina, telefonia e tv.



NEW YORK-CLEVELAND
NEA SERVICE, INC.
AUGUST 21, 1922

The NEA Service

PERSONALITY
You're Not Born With It, You Acquire It, Says Boston Girl—and Teaches You How!

DE FOREST SEES HIS TALKING MOVIES AS POWERFUL EDUCATIONAL FORCE

By NEA Service.

BERLIN, Aug. 00.—Immense strides in education by revolutionary methods of talking movies are predicted by Dr. Lee DeForest, American inventor, who has just given a public demonstration of his phonofilm.

De Forest, who has been conducting experiments here on his device, which photographs sound as well as pictures on the same film simultaneously, will take his invention to America in September.

The first explanation of his success was made by Dr. De Forest last winter in an interview with NEA Service. And now, with experiments concluded, he has written for NEA Service his views on the application of the talking film to education:

BY DR. LEE DE FOREST

Pioneer in Development of Wireless Telegraphy; Holder of 120 United States and Foreign Patents on Radio Telegraphy and Telephony, Including the "Audion," Which Made Possible Transcontinental Wire and Wireless Telephone Service.

EDUCATION provides a limitless field for talking motion pictures, entirely aside from the possibilities of film operas, musical skits and vaudeville, scenic films, animated cartoons, news topics and captions.

The value of the present silent film for education is sadly limited because, lacking an intelligent accompanying description as the film proceeds, it is apt to degenerate into merely a pastime for the pupils. Film lectures are possible with talking movies on all sorts of subjects—languages, history, geography, physics and geology.

WILL EFFECT HUGE SAVING IN TIME

With the talking film as an aid to education immense saving of time can be effected; just as now in one evening we can grasp the entire story of a standard novel, which formerly required weeks to finish.

However I am not advocating abolishing literature or the careful study thereof. But in most branches of learning it is not the language of the text books we are interested in—it is merely the story, the facts, the truths, contained therein.

To assume that our children must pursue the same painful, tedious, time-losing methods in acquiring knowledge which their parents went through is equivalent to deprecating the arrival of stenography and typewriters, on the ground that the development and discipline of the mind demands that we and our clerks write out everything in longhand!

FEAR OF BRAIN BREAKDOWN GROUNDLESS

Some people fear for the safety of the human brain and the nervous systems of the coming generations, due to too rapid modes of living and working and learning.

Such people will surely dread the attempt to cram in a few weeks, via the phonofilm, the minds of our youth with the knowledge which they now spend months or years in acquiring —or which more often they neglect completely, preferring a few days of hectic cramming just prior to examinations.

Surely it would not be difficult to devise some method for improving the present inefficient and wasteful methods of education. My answer is that intense mental concentration is far less damaging to brain, nerves, and body than to spend ten times the time hunched over a study table.

Make the acquisition of knowledge pleasant, and the knowledge will stay by one far longer.

Let students learn quickly, learn to concentrate both eye and ear on the subject before them—thus giving them time for other or further studies, which are otherwise quite out of the question, and more time for outdoor recreation and body-building.

I believe the talking film, aside from being an instrument of amusement, will be a potent factor in education.

(Copyright, 1922, NEA Service.)

DR. LEE DE FOREST DEMONSTRATING HIS TALKING MOVIES APPARATUS IN BERLIN. FIRST PICTURE TO REACH AMERICA.

Figura 10 – Matéria publicada em 1922 sobre Lee De Forest e o cinema falado (1922).

A tecnologia “Sound-on-disc” e o sistema Vitaphone

Uma outra contribuição importante para o som no cinema aconteceu em 1925 nos EUA, a partir de uma parceria entre a Warner Brothers e a empresa de engenharia Western Electric Company. Uma das linhas de pesquisa dos laboratórios da Western envolvia estudos sobre a natureza da fala e de outros sons, e sobre as técnicas de gravação e reprodução de tais sons. Em um destes experimentos de gravação utilizou-se um disco fonográfico de 16 polegadas girando a uma rotação de 33 1/3 rpm. Naquele período existiam alto-falantes bem rudimentares que foram aperfeiçoados pela Western, melhorando o resultado da audibilidade dos sons gravados.

A Warner interessou-se pela pesquisa, formou a Vitaphone Corporation para comercializar um sistema completo e, em 1926, apresentou ao público o sistema Vitaphone, para gravação e reprodução de som. Neste sistema um toca-discos reproduz os sons dos filmes em um disco, e no momento da projeção, o som era sincronizado com marcas físicas presentes no filme e no disco. As câmeras e o projetor utilizavam motores síncronos alimentados pela mesma fonte de energia, de forma a garantir todo o sincronismo necessário para o Vitaphone.

O Vitaphone caracterizou a tecnologia denominada ‘Sound-on-disc”, onde o sinal sonoro estava presente em uma mídia (disco) separada das imagens do filme.

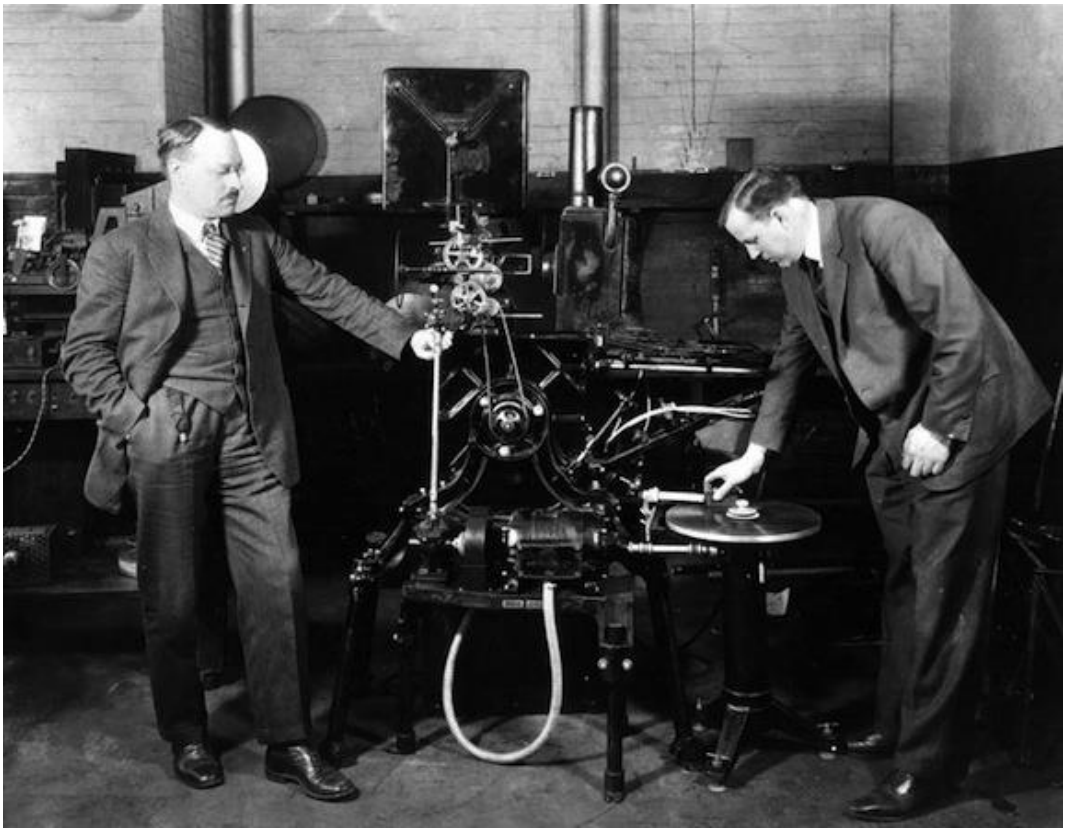


Figura 11- Dispositivo para gravação do disco no sistema Vitaphone (1926).

Depois de várias experiências com o Vitaphone em estúdio, foi realizada uma exibição pública do filme “Dom Juan” em 1926. Nesta produção foram gravados alguns efeitos sonoros e uma banda musical, mas sem a voz de atores. O material foi bem aceito pelo público mas sem grande repercussão.



Figura 12 – Cartaz do filme “Dom Juan” (1926).

A consagração da voz no cinema só viria em 6 de outubro de 1927, quando a Warner exibiu o filme O Cantor de Jazz (The Jazz Singer) nos cinemas norte-americanos. Com o Vitaphone, decretava-se oficialmente o fim dos filmes mudos e começava a era do cinema falado.



Figura 13 – Cartaz do filme O Cantor de Jazz (Warner Bros - 1927).

Embora o Vitaphone tenha sido um sucesso, ele não estava isento de problemas. Por um erro humano ou mau funcionamento de um componente, o sistema poderia apresentar falhas graves, como é mostrado numa das cenas do clássico musical “Cantando na Chuva” (Singin’ In The Rain) de 1952, quando um erro de sincronismo ente voz e imagem provoca um grande imbróglio.

Não há dúvidas que o surgimento do Phonofilm e do Vitaphone causaram grande impacto no mercado de entretenimento. No entanto, os sistemas de áudio da época eram bastante rudimentares e de baixa qualidade, assim como não havia ainda uma padronização de especificações técnicas para os dispositivos de gravação e para sonorização das salas de projeção. Isso viria a mudar nos anos 1930, assunto que será tratado na segunda parte deste artigo.

Até lá!

Nota: todas as imagens deste artigo, quando não especificada a autoria, são oriundas da Wikipedia, com livre reprodução, citada a fonte.

Amplificador para Fones. Ou será mais?

Parte III





Álvaro Neiva*

Circuito final

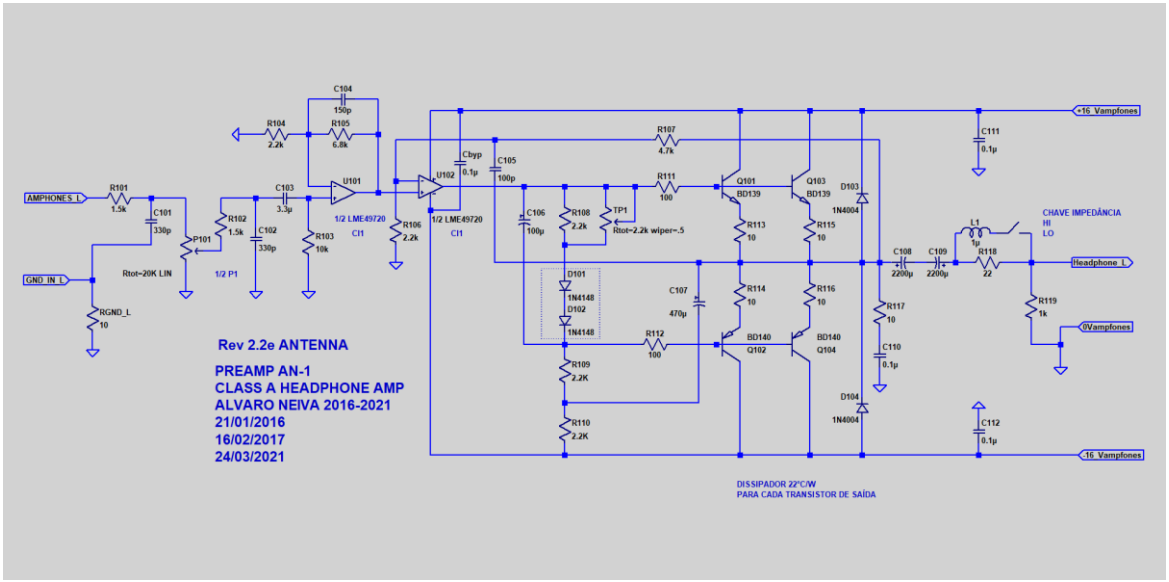


Figura 1 (um canal apenas)

Os componentes até o primeiro amplificador operacional compõem uma etapa de pré-amplificação, colocada para reduzir o ganho necessário na etapa de potência, para reduzir distorção e, possivelmente, a tensão de offset após os transistores BD139/140, antes dos capacitores de bloqueio C108/109.

Os resistores R101, R102 e os capacitores C101 e C102, formam um filtro passa baixas RC para RF com duas etapas e ponto de -3dB em 157,5kHz, apesar de cada uma das seções ter cerca de 0,5µs de constante de tempo, o que iria corresponder a uma frequência de corte de 330kHz em cada etapa, o que mostra a interação entre elas.

C103 e R103 formam um filtro passa-altas de primeira ordem com fc de aproxima-damente 3Hz.

***Engenheiro Eletricista**

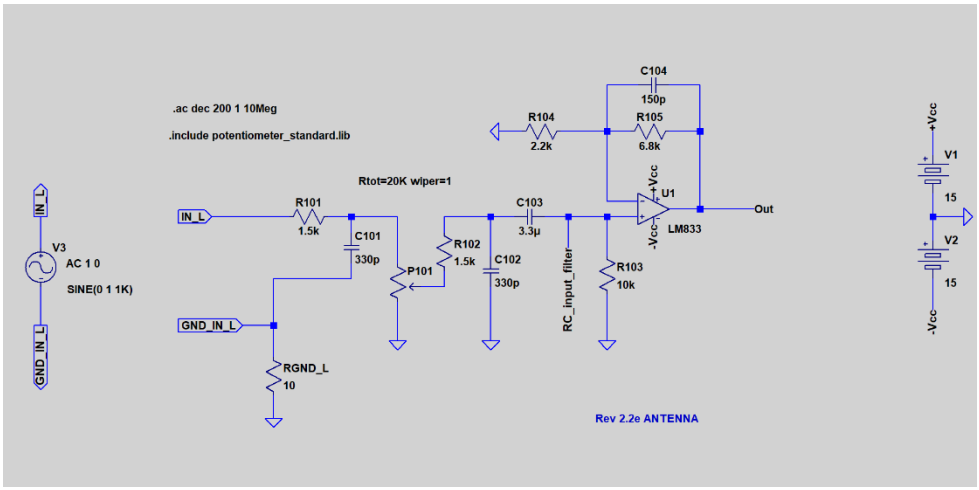


Figura 2

Resposta até a entrada não inversora de U1, com volume máximo:

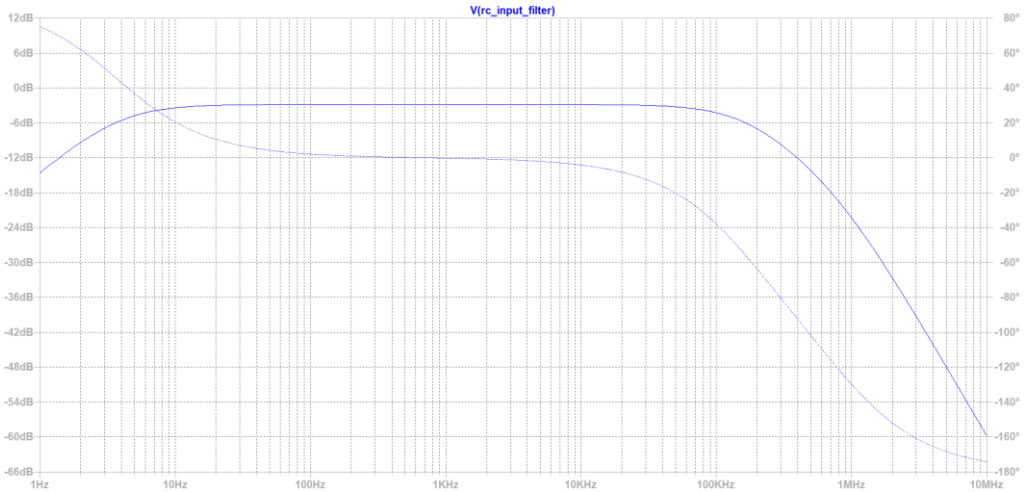


Figura 3

-3dB a 155khz

Resposta até a entrada não inversora de U1, com volume no meio do curso:

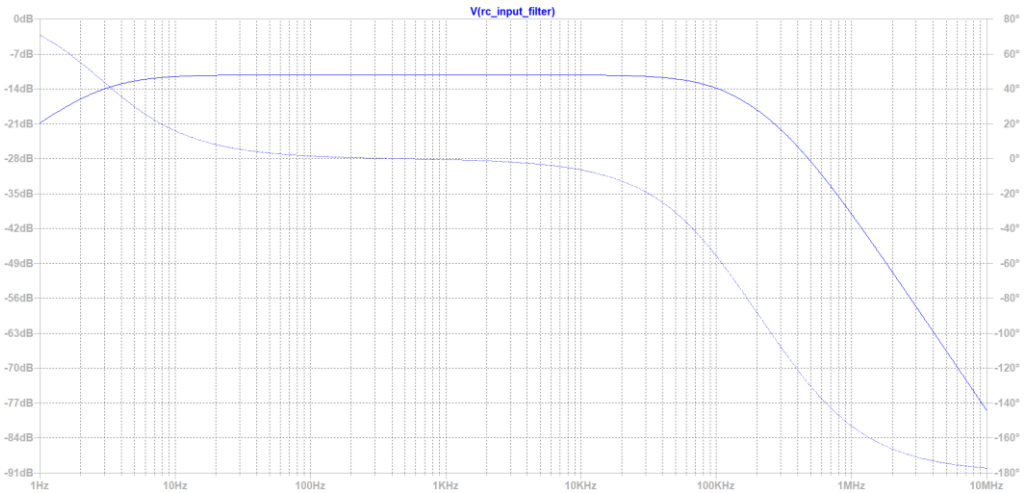


Figura 4

-3dB a 81kHz

Duas oitavas além da faixa audível, mas mostrando o efeito da resistência equivalente do potenciômetro (Thèvenin) na posição de 50%.

Resposta até a saída do estágio, com volume máximo:

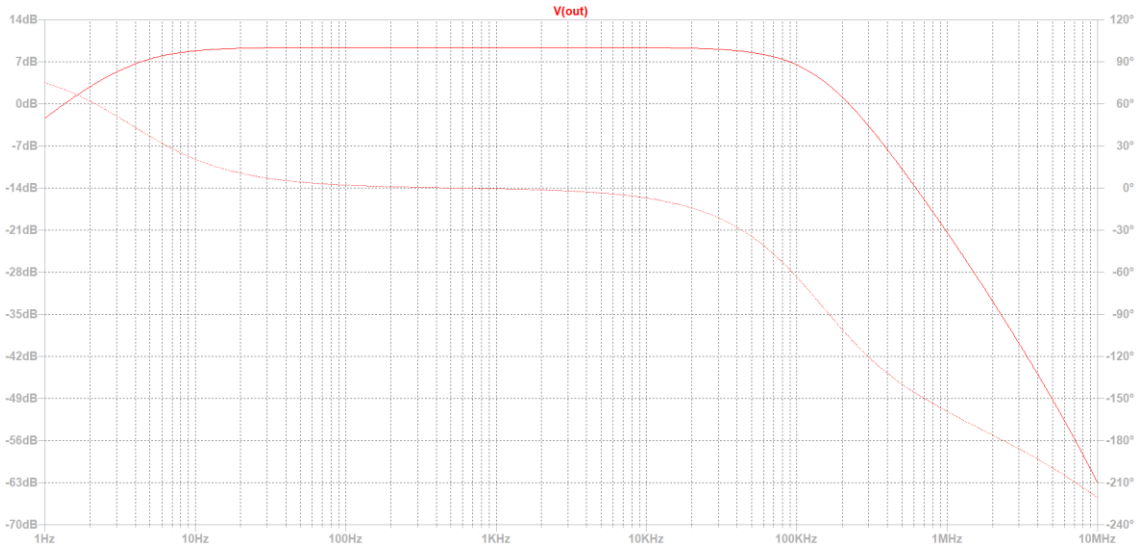


Figura 5

-3dB a 100Khz

Resposta com o controle de volume na posição central (50%)

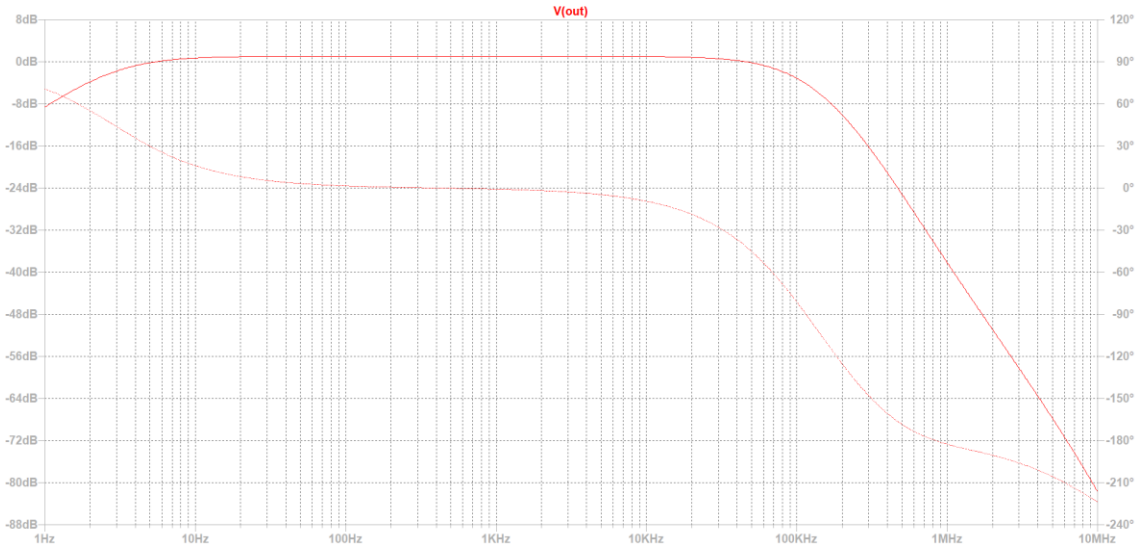


Figura 6

Resposta do amplificador total com carga 600 ohms, volume no máximo. Chave impedância na posição High:

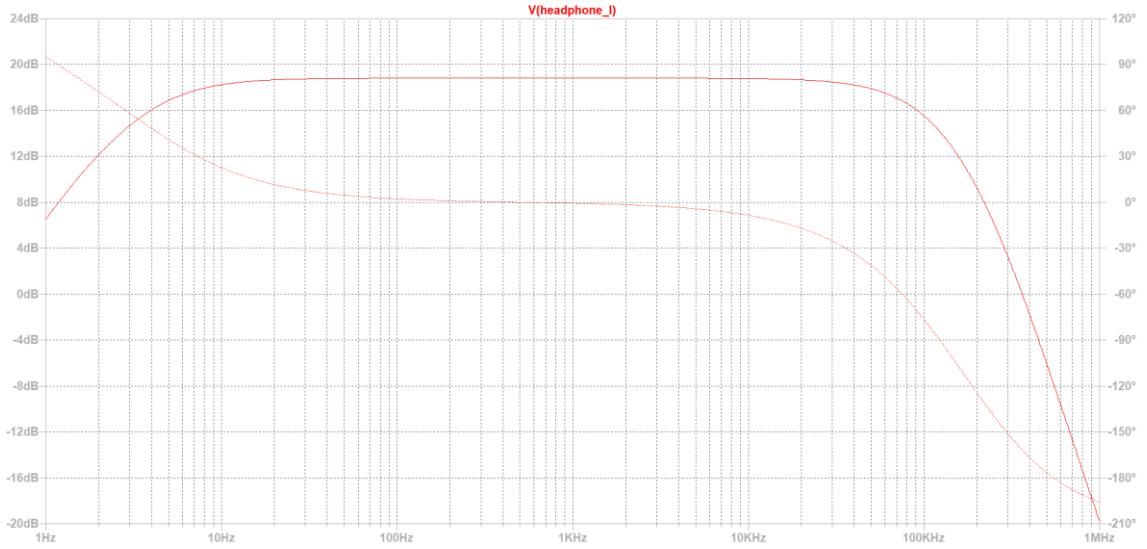


Figura 7

- 3dB a 3,5Hz e 97kHz

Resposta do amplificador total com carga 8 ohms, volume no máximo. Chave impedância na posição Low:

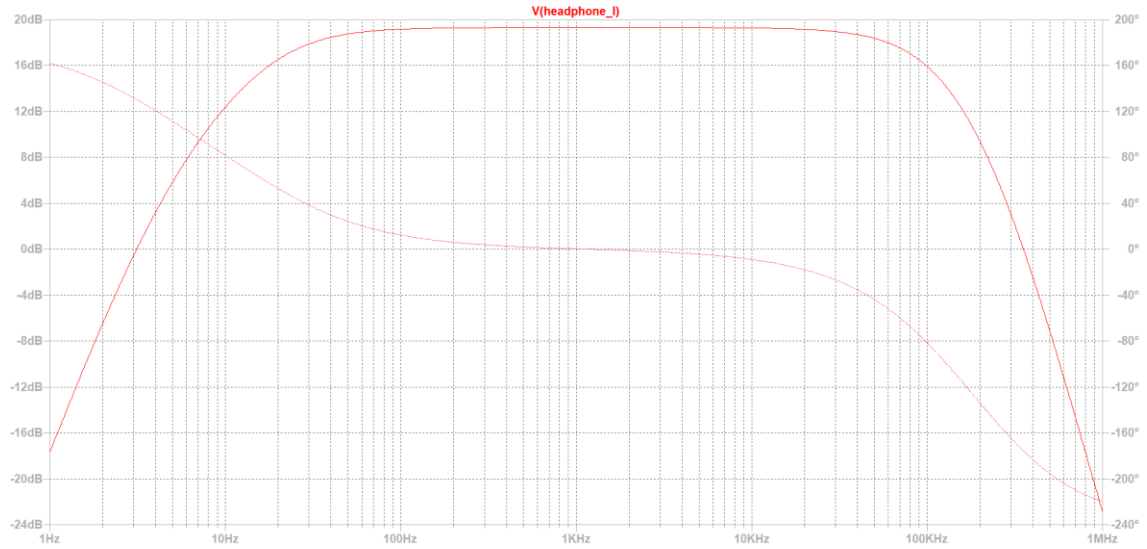


Figura 8

- 3dB a 19Hz e 94kHz para fones ou caixa acústica com impedância de 8 ohms.

É possível baixar para 9Hz o limite inferior usando capacitores de 4700uF na saída. Quem quiser se arriscar também pode eliminá-los pois o offset é bastante baixo, menos que 10mV, com os amplificadores especificados. A frequência de corte inferior baixará para cerca de 4Hz.

Na etapa de potência, R107 e R106 determinam o ganho adicional atribuído à etapa para complementar o obtido no pré-amplificador. C105 em paralelo com R107 define a resposta final de alta frequência, sem o indutor na saída, usado para evitar instabilidade do circuito com cargas reativas, observada com apenas um fone Audio Technica de média impedância, mesmo com o resistor de 22 ohms em série.

O capacitor C106 simetriza a operação do estágio de saída formado por dois pares de transistores BD139/140 ligados como seguidores de emissor complementares.

A rede formada por TP1 e R108 em paralelo e os diodos D101 e D102 em série estabelece e estabiliza a corrente de polarização, ajustada em 75mA por transistor ou 150mA por linha de alimentação, em cada canal.

Isso resulta num consumo de 300mA por linha de alimentação, atendido por reguladores LM317/337.

Amplificador montado (sem indutor de saída):

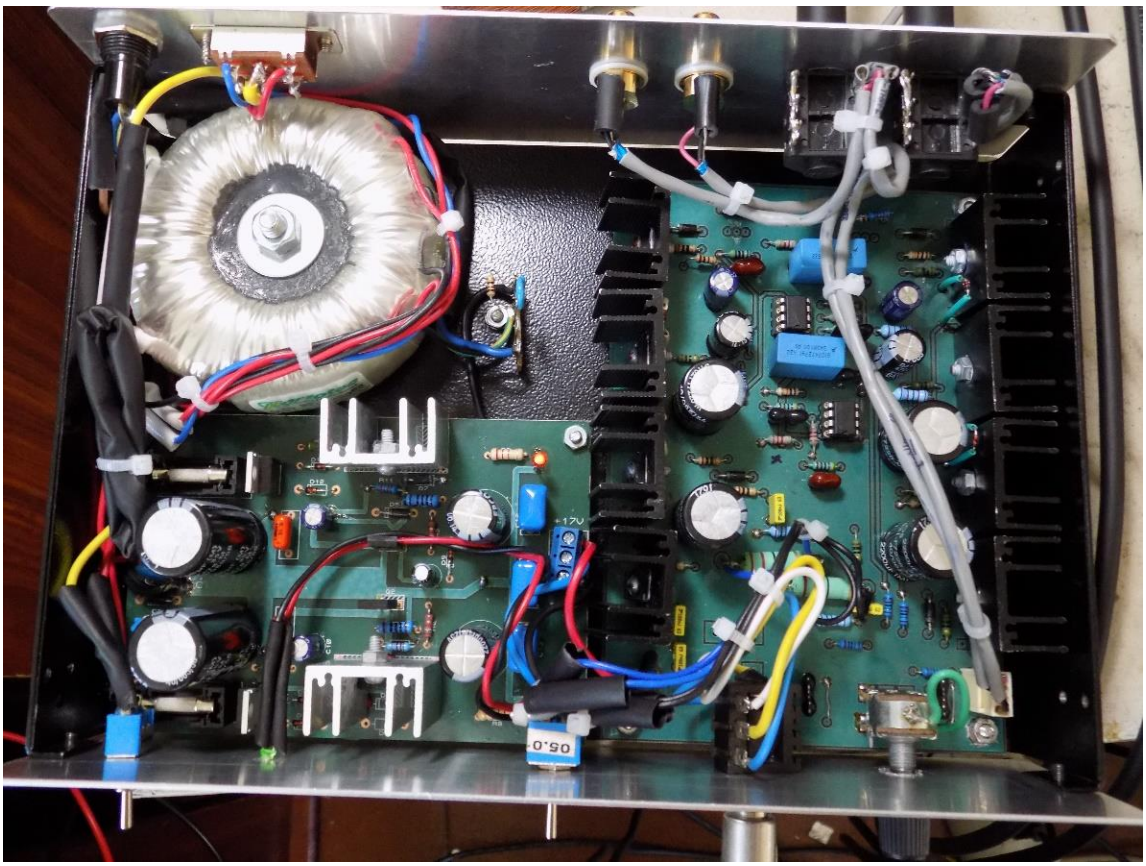


Figura 9

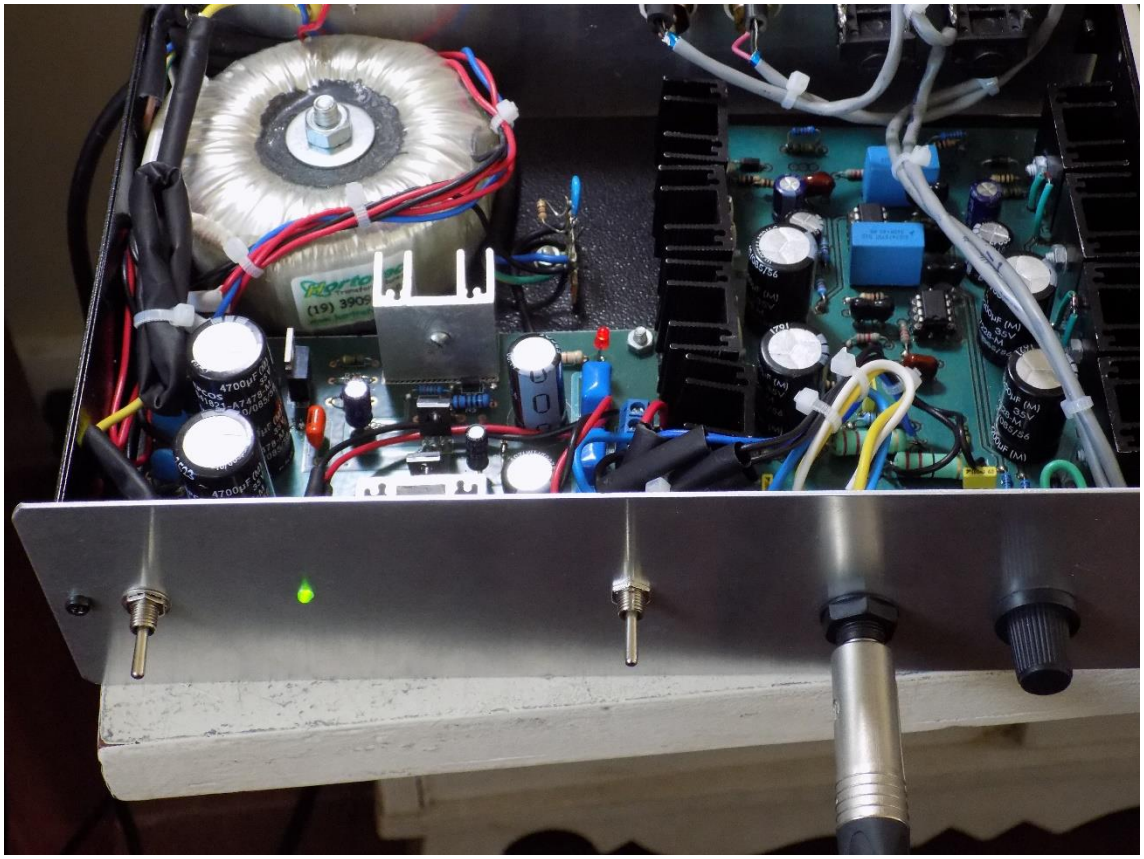


Figura 10

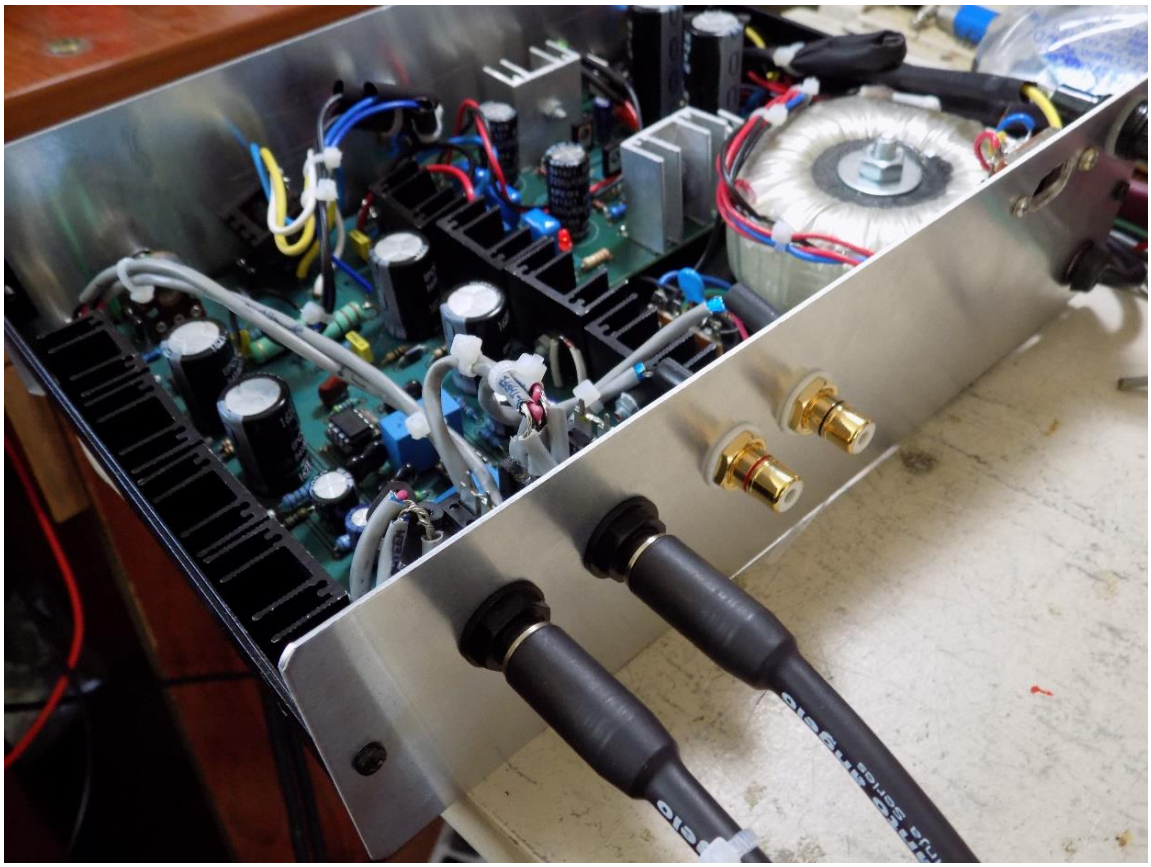


Figura 11

O protótipo mostrado está em funcionamento desde 2017, e desde 2018 sem alterações, a última feita nos dissipadores da fonte, que foram pintados de preto para reduzir a resistência térmica.

Para o próximo número, as medições do protótipo montado, inclusive com a fonte, já com as últimas modificações e instruções sobre o ajuste da polarização (bias) e montagem.

Até a próxima!

Referências:

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

ANÁLISE DO AMPLIFICADOR INTEGRADO CCE SA6060



Marcelo Yared*

Quem não se lembra, nos “bons tempos”, dos dois acrônimos, em tom de brincadeira (ou mesmo não), atribuídos à marca CCE: “Conserta, Conserta, Estraga” e “Comecei Comprando Errado”? Pois é, na minha proposta de adquiri e medir os principais amplificadores de potência comerciais, residenciais, das “décadas de ouro” da indústria de áudio nacional, creio que consegui praticamente todos que julgava interessante, até outro dia destes, me lembrar de que não havia testado nada da CCE.

Fazia até algum sentido, considerando-se que a CCE não fabricou tais equipamentos, ao menos para comercialização. De qualquer forma, penso que não poderia deixar de avaliar algo daquela empresa e aí resolvi adquirir um amplificador integrado, o SA6060, na época um dos integrantes do famoso conjunto Studio 6060 da empresa, lançado para competir comercialmente com os sistemas da Gradiente e da Polyvox, principalmente.

Não se tratava de uma competição em potência, mas em qualidade, pois esse integrado é menos potente que os dos *systems* topo de linha de seus competidores citados, apesar de não ser considerado de baixa potência. O Studio 6060 tinha muito boa fama, não era barato, e neste texto veremos se o amplificador (que não é muito fácil de se achar hoje em dia) valia o que se pedia por ele.

O exemplar que tenho em mãos foi comprado no Mercado Livre, um pouco caro, mas está com a estética muito boa, painel frontal bem conservado, apenas com arranhados na tampa superior e com os terminais de falantes (muito ruins de se conectar fios, por sinal, aqueles de garfinhos de antena) quebrados e colados com cola “Bonder”.

***Engenheiro Eletricista**

Interessante notar neste exemplar duas coisas: Não tem a serigrafia “Studio 6060” no painel frontal, o que indica ter sido vendido avulso e, mais estranho, não tem chave para seleção da tensão da rede. Pode ter sido feito especificamente para algum público regional. Posteriormente, após medições, eu descobri que a tensão do primário dele é de 127Vac (não havia nenhuma indicação na serigrafia sobre isso). Todas as medidas foram realizadas nessa tensão.



Apesar de o vendedor garantir, em seu anúncio, que o aparelho “funcionava perfeitamente”, resolvi abri-lo e me certificar de que estava tudo *ok* antes de ligá-lo.

Só para **não** variar, havia sinais de manutenção inadequada na placa das fontes, componentes desconectados na placa do amplificador de potência e coisas “torradas” nela.

Como fiz um completo “recap” do SA6060, isso não foi muito relevante. Só lamento que alguns compatriotas não entendam que honestidade não deve ser a exceção em uma sociedade civilizada, mas sim a regra. Alguns Reais a mais não compensam uma reputação ruim, emho.

Quanto à manutenção, todos os esquemas que achei na Internet estavam com baixa definição e não eram da mesma versão da placa de amplificação do meu exemplar. Foi possível trabalhar com eles, entretanto.

A montagem interna é muito boa, racional, com espaços adequados e componentes de ótima qualidade, nacionais e importados. Não é uma mera “maquiagem” de um produto importado, mas, claramente, um projeto bom e baseado em tecnologia japonesa, ao menos em seus componentes principais e em sua construção. Para destoar do conjunto, as placas de circuito impresso, de fenolite, nacionais, são de qualidade inferior em relação ao restante do conteúdo do aparelho.



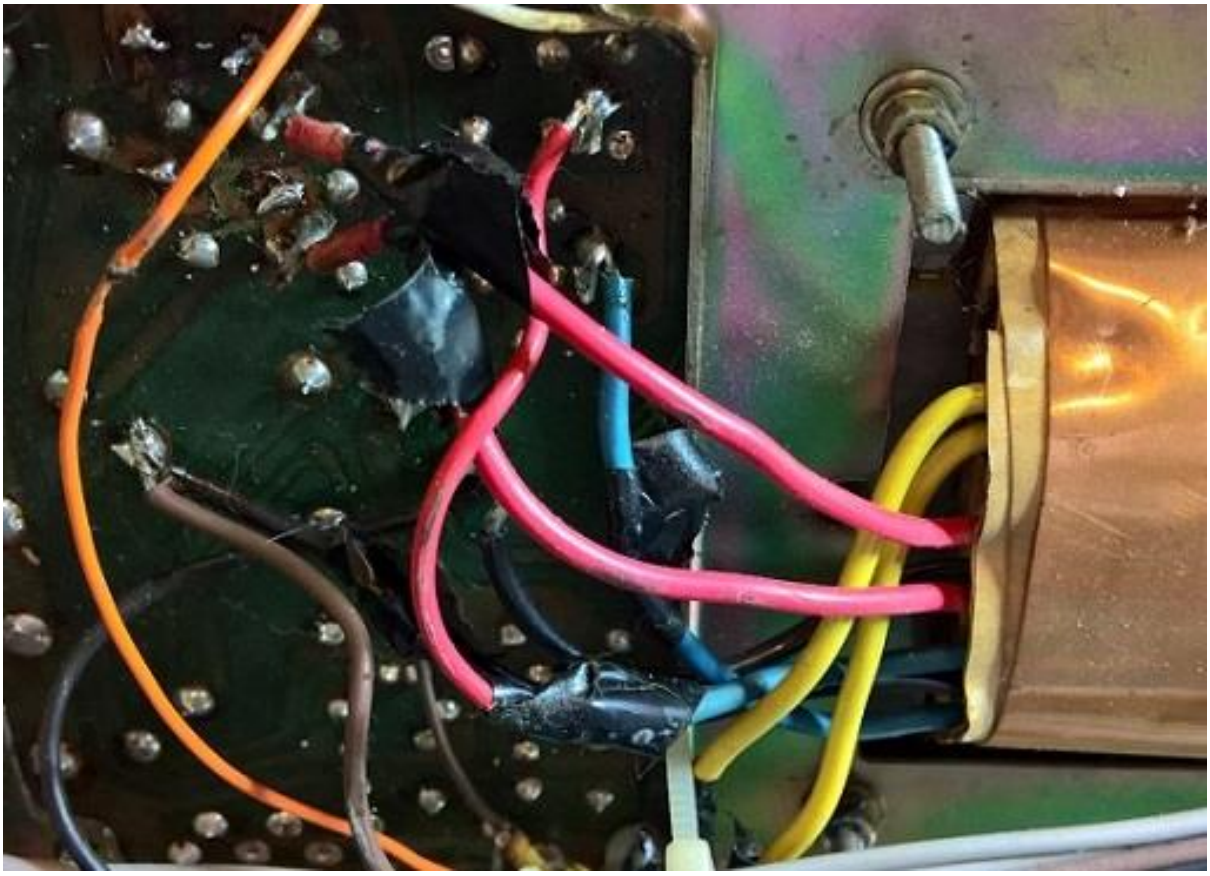
Iniciando com a fonte de alimentação, descobri que o termo “DUAL POWER SUPPLY” no painel frontal do aparelho se refere a duas seções de retificação e filtragem separadas, a partir de dois secundários do transformador de alimentação (adequado para o projeto e muito bem construído, por sinal, com baixas perdas nos testes de carga).

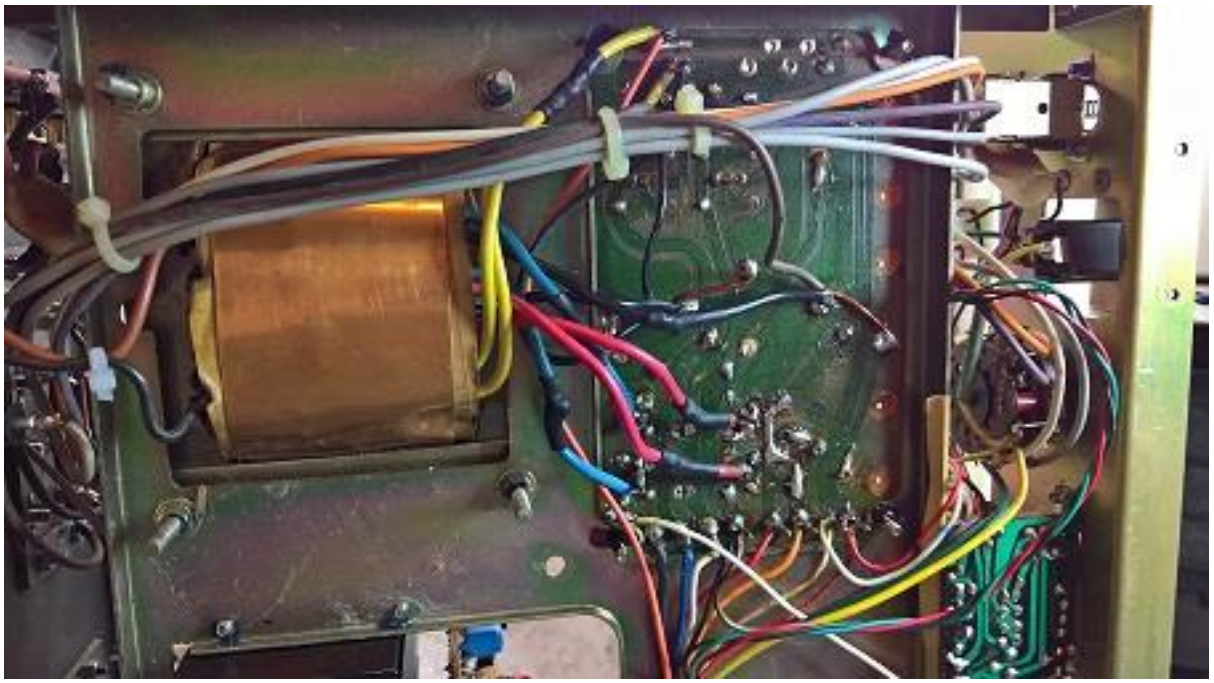
Recurso inteligente e muito interessante, mas, se a utilização de fontes separadas visa diminuir a interação entre os dois canais, melhorando a separação entre canais (*crosstalk*), observei que os estágios diferenciais de entrada do amplificador de potência são alimentados por um circuito da fonte do canal esquerdo, ou seja, devemos esperar, como de fato ocorre, que o *crosstalk* seja afetado, apesar do valor medido não ser ruim.

Vejam nas próximas páginas as gambiarras encontradas e as reparações efetuadas. Dos quatro capacitores de filtro principais, um ainda apresentava boas características e os demais estavam vazando. Todos os diodos das fontes foram trocados por unidades de 2A. Os capacitores originais Siemens de 5000uF/50V foram trocados por Epcos de 6800uF/50V.

Deixando a placa de amplificação para o fim, providenciamos o “recap” das demais placas.









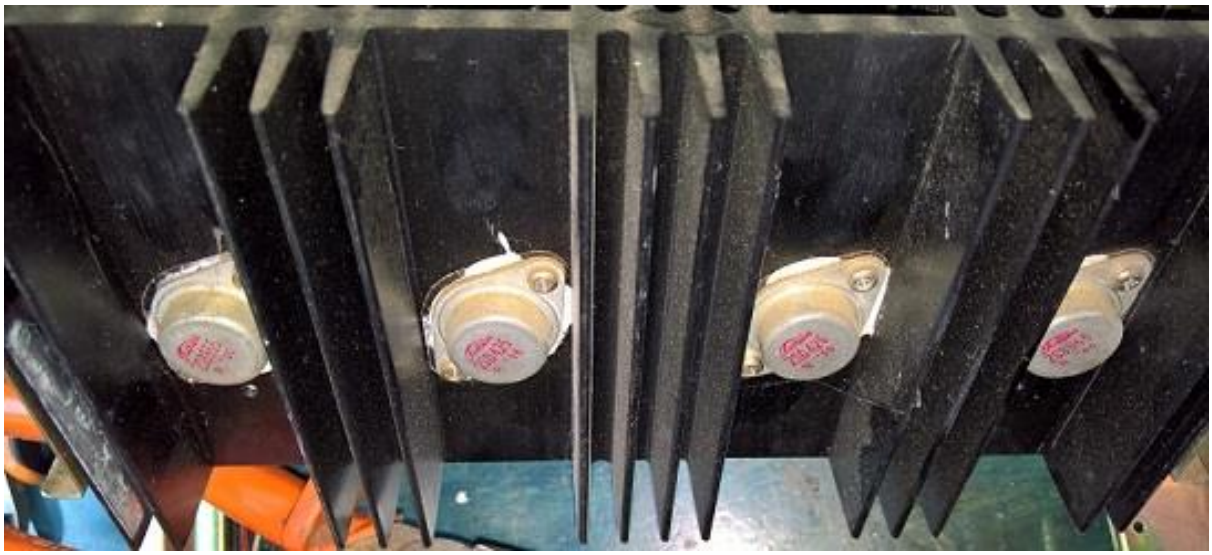




A placa de amplificação estava com algumas gambiarras e com componentes queimados.

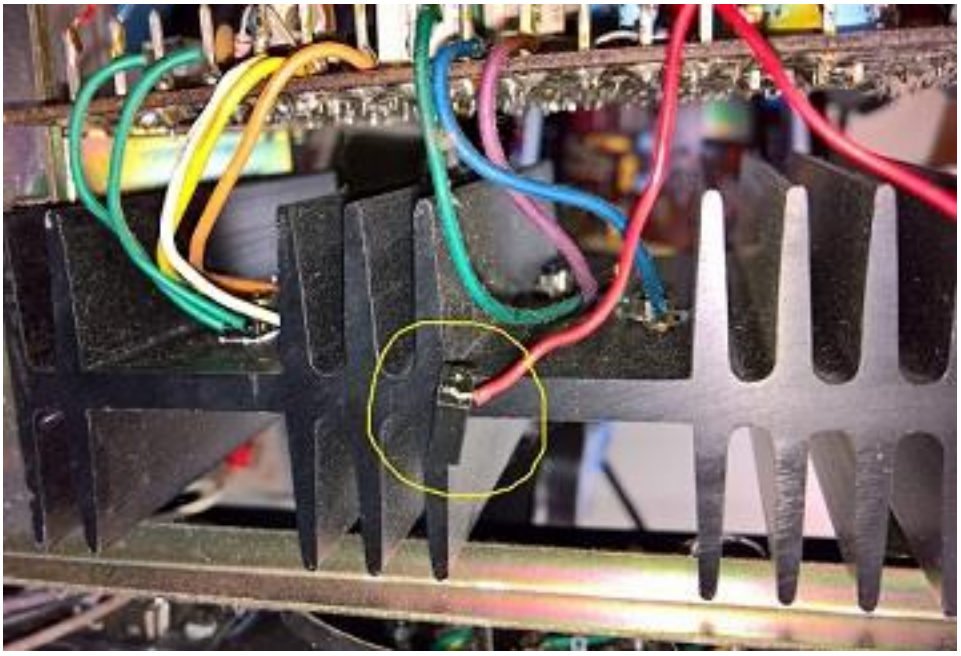
Sua reparação não foi difícil, e, para nossa alegria, os transistores de saída ainda eram os originais Toshiba, de excelente qualidade. Foram mantidos, apenas os parafusos de fixação foram re-atarrachados e trocada a pasta térmica original, um pouco ressecada.

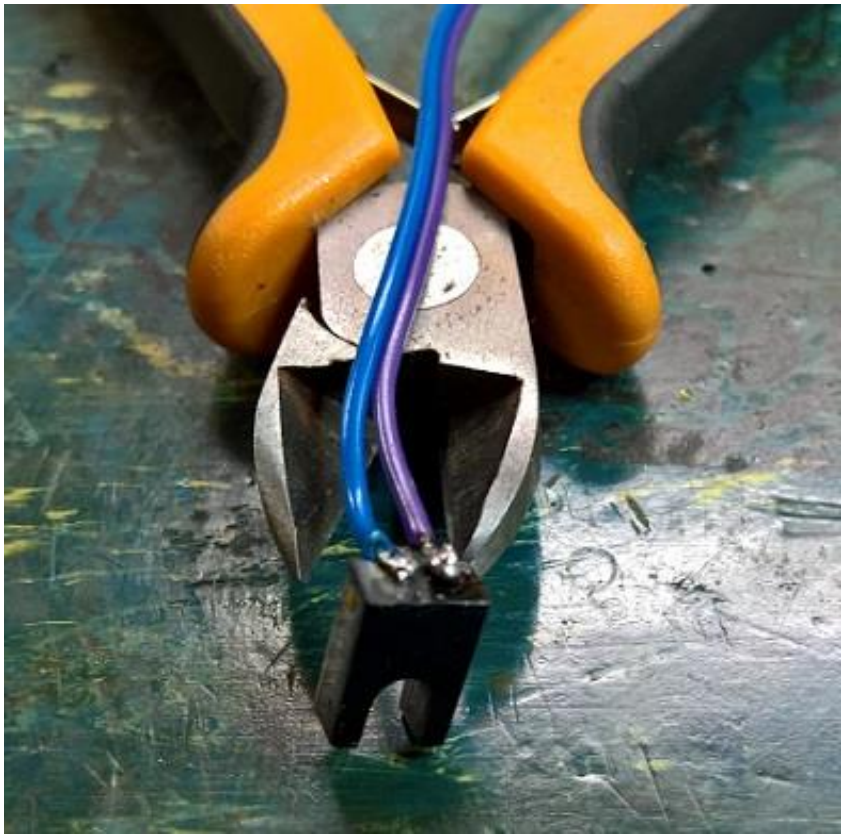
Quem reparou o amplificador anteriormente, acho que por ter perdido uma das buchas isolantes, simplesmente atarraxou o transistor ao dissipador sem ela… foi reposta, pois não dá para confiar na anodização do dissipador como isolante.



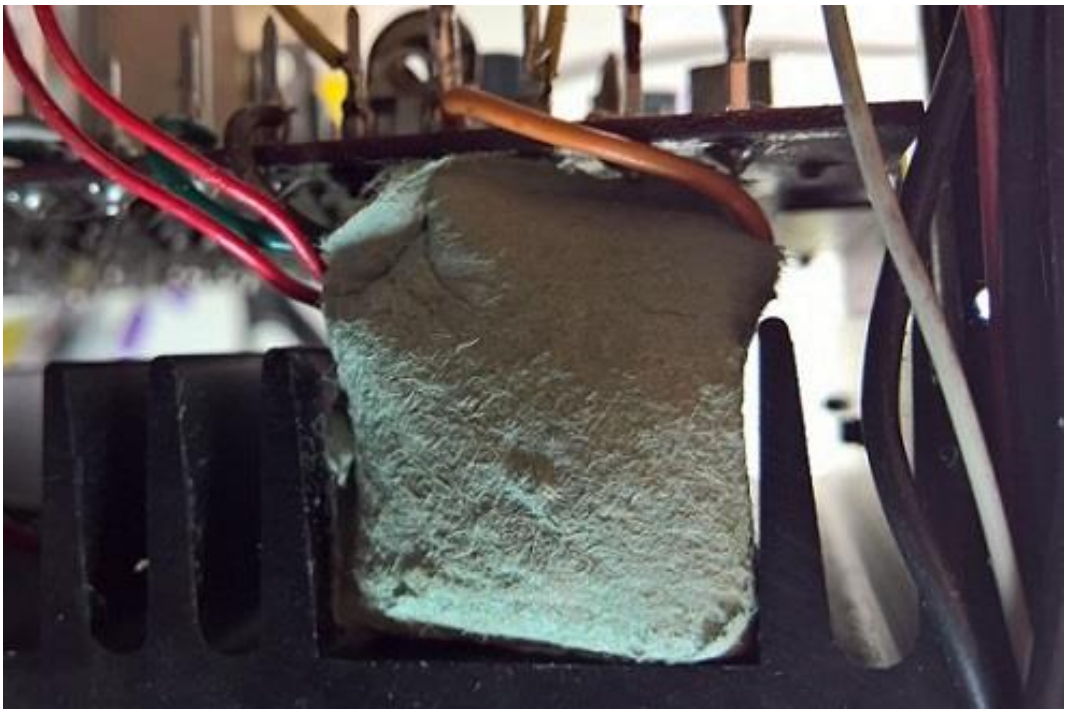
Também o componente que é fixado à placa, um diodo triplo, responsável pela estabilização térmica de um dos canais estava com os dois terminais quebrados e o cidadão fez mais uma gambiarra porca, que obviamente não durou e soltou.

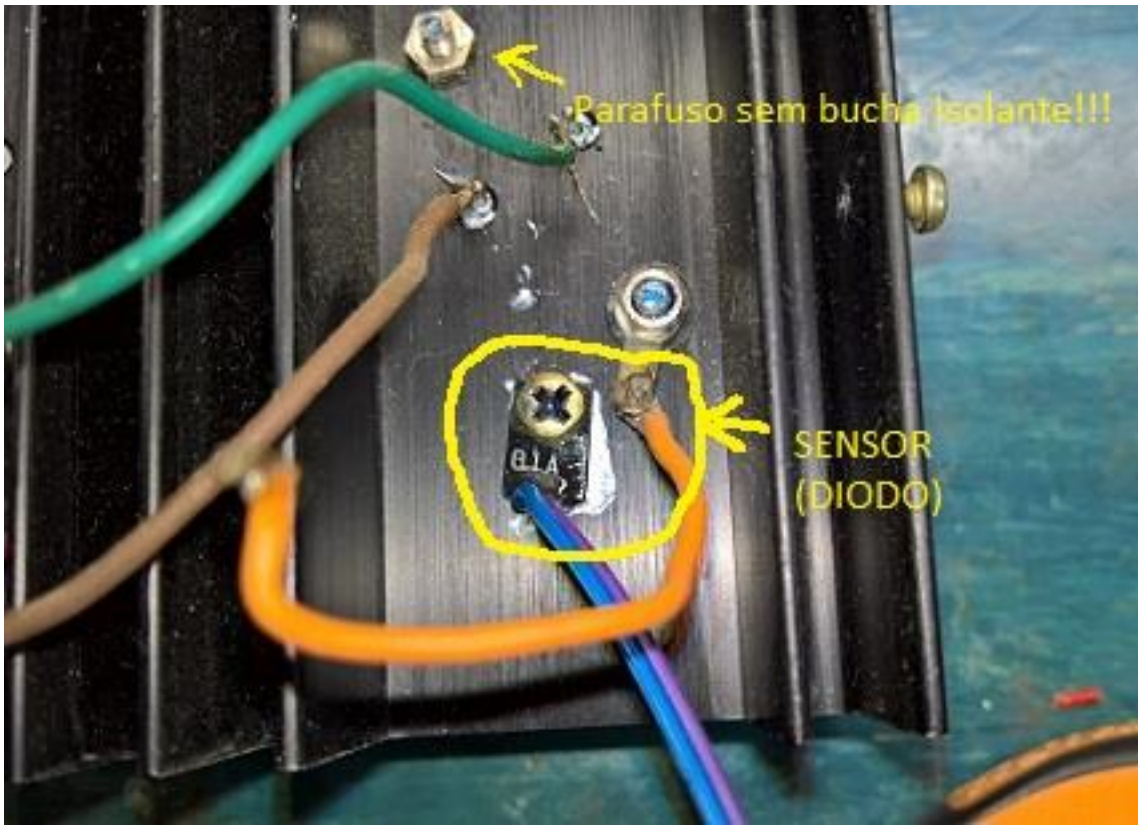
Como a peça não é comum, pacientemente “escavei” o corpo da mesma até conseguir espaço suficiente para soldagem e refiz os contatos. Os fios, flexíveis, foram reforçados no ponto de fixação com Araldite Profissional e devem ficar no lugar por muito tempo, doravante.





Interessante também, e digo de nota, é que o precavido reparador resolveu, por segurança, já se vê, isolar a gambiarra que ele fez (talvez já sabendo que não duraria muito) com um papelão de caixa de ovos no dissipador, entre a caixa metálica e o ponto do dissipador em que o sensor é colocado. Vejam:



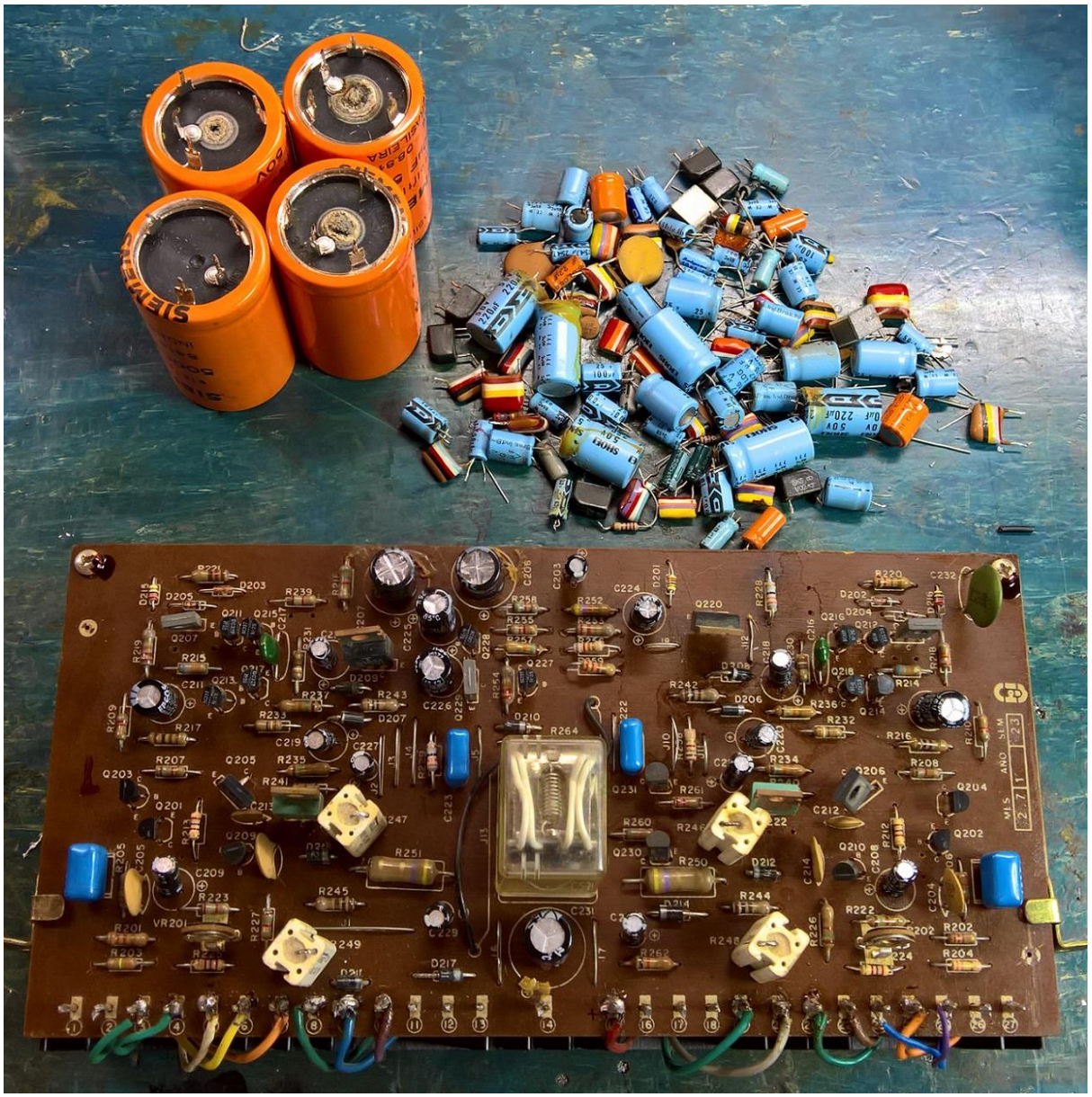


Foram trocados dois resistores “torrados” na placa, feito seu “recap” e, durante a manutenção, observei que o nível DC na saída estava um pouco alto (para o meu gosto), algo em torno de 140mV, em ambos os canais.

Resolvi verificar o ganho dos transistores diferenciais de entrada, BC557A, originais, e estavam baixos e descasados em ganho estático. Troquei pelo mesmo modelo, apenas casando e selecionando unidades com ganho em torno de três vezes maior, nos dois canais. Como resultado, o nível DC baixou para algo em torno de 20mV, o que dei por satisfatório.

Hoje em dia os componentes, mesmo de numeração idêntica aos mais antigos, de boa marca, apresentam menor dispersão em suas características, normalmente.

Feito isso, ajustei as correntes de repouso para o valor teoricamente ótimo para essa topologia de saída e parti para a remontagem.



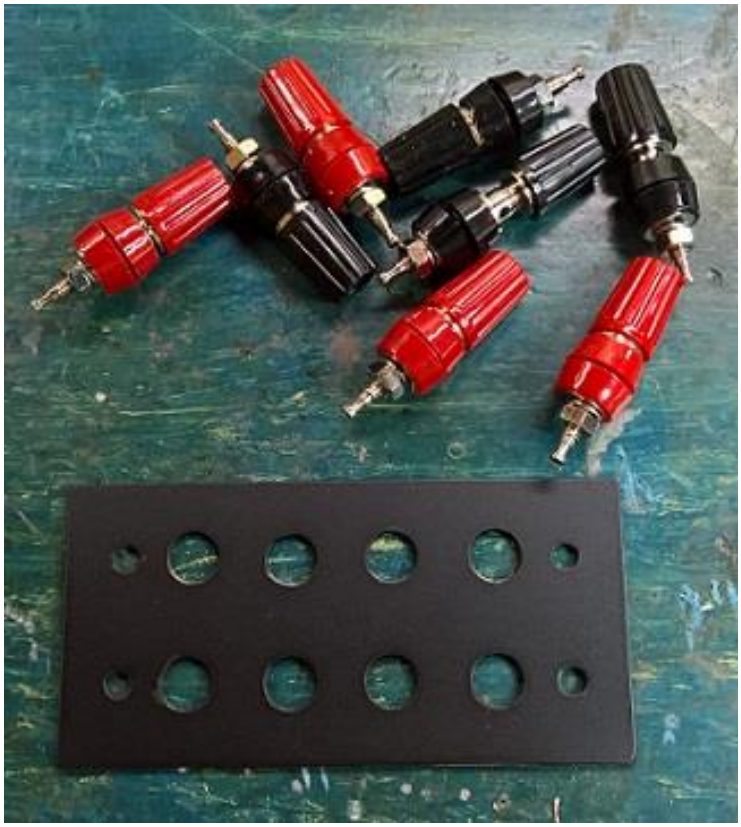
Observem a quantidade de capacitores trocados. Os de poliéster “zebrinhas” estavam quase todos com seus terminais trincados no corpo dos componentes. Foram trocados preventivamente, bem como alguns resistores de montagem vertical que estavam na horizontal (originais de fábrica), apenas para melhorar a estética.

Todas as chaves foram lubrificadas preventivamente com Deoxit (presente de nosso grande amigo Carlos Monteiro). Os potenciômetros estavam todos perfeitos, excelentes Alps, e não mexi neles.

Mantive as lâmpadas dos VU, originais e em bom estado. O fusível de 4A original foi trocado por alguém por um “mais forte”, de 15A, garantindo assim que o amplificador “torrasse” antes de ele atuar… foi devidamente trocado.

Retirei os conectores de falantes originais, que estavam muito ruins e colados com Super Bonder, por outros do tipo banana/rosca, bem melhores emho. Preparei uma pequena placa de fibra, pintei e coloquei no lugar. Não acho mais conjuntos prontos assim. Se alguém souber onde (e se) ainda se vende essa peça, serei grato em saber.









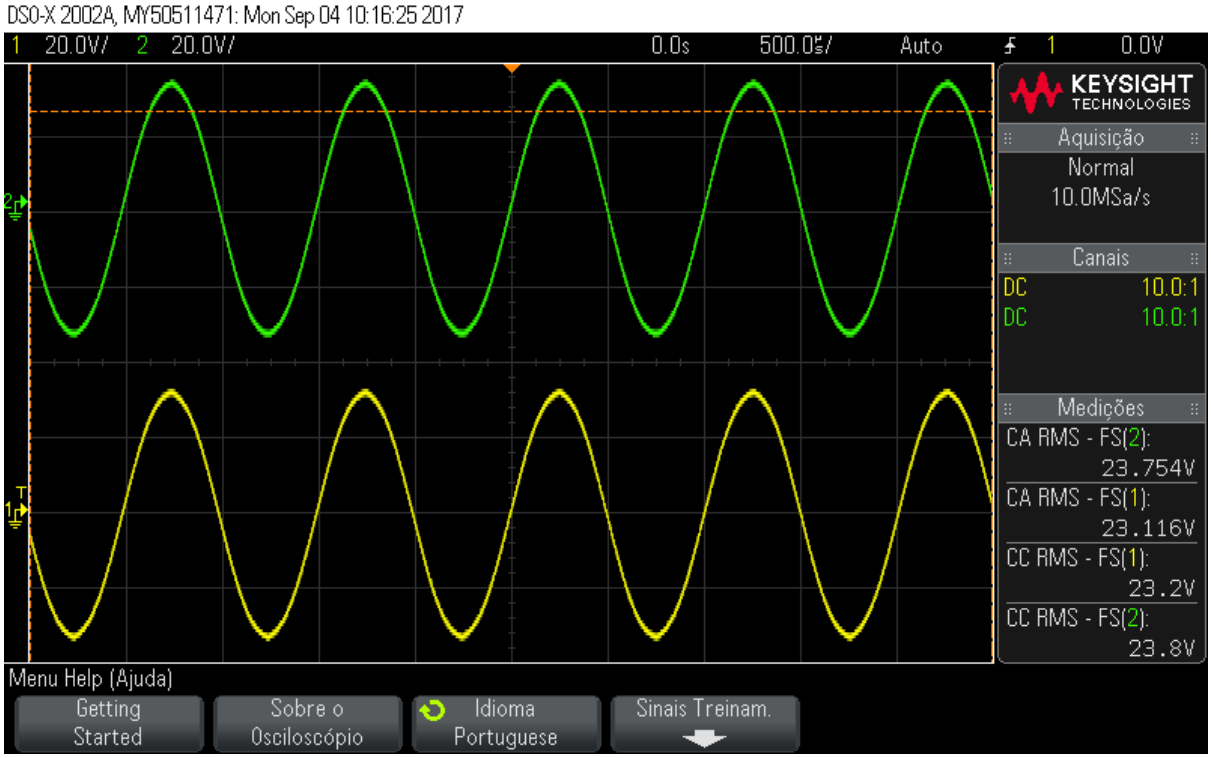
Remontado o aparelho e refeita a tampa superior, cuja pintura estava deteriorada, parti então para as medidas e testes. Foram trocados vários parafusos que não eram originais por outros mais adequados e combinando com o belo conjunto do amplificador.

Ele, em minha opinião, é um dos mais bonitos integrados nacionais da época. Sem excesso de grafismos e de luzes. Alumínio escovado e aço em preto. Futuramente reduzirei um pouco da luminosidade das lâmpadas dos VU, colocando um anteparo entre elas e os medidores. Esteticamente é a única ressalva que eu faço ao conjunto.

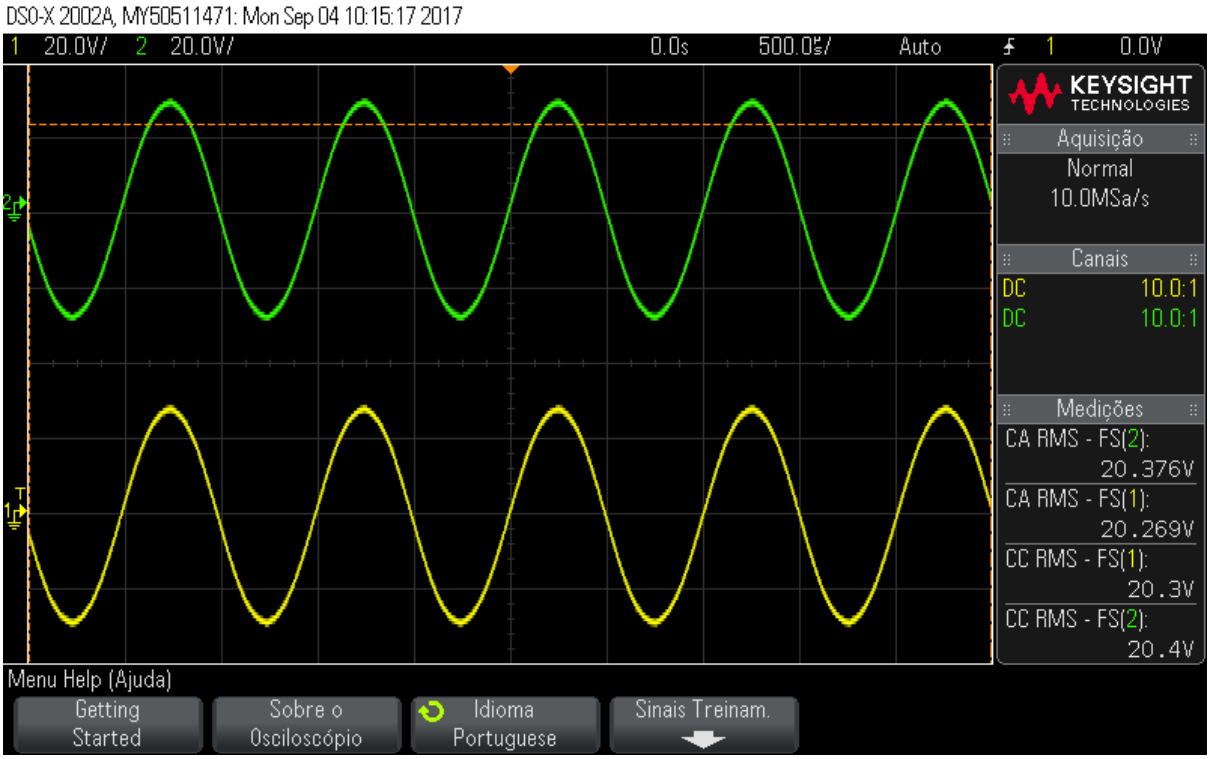
MEDIÇÕES EFETUADAS

As medições foram feitas em 127Vca, 60Hz, temperatura ambiente de 25 graus Celsius, após pré-aquecimento a 1/3 de sua potência máxima nominal em 8Ω por uma hora.

Potência em 8Ω/1kHz – 70,5W



Potência em 4Ω/1kHz – 104W



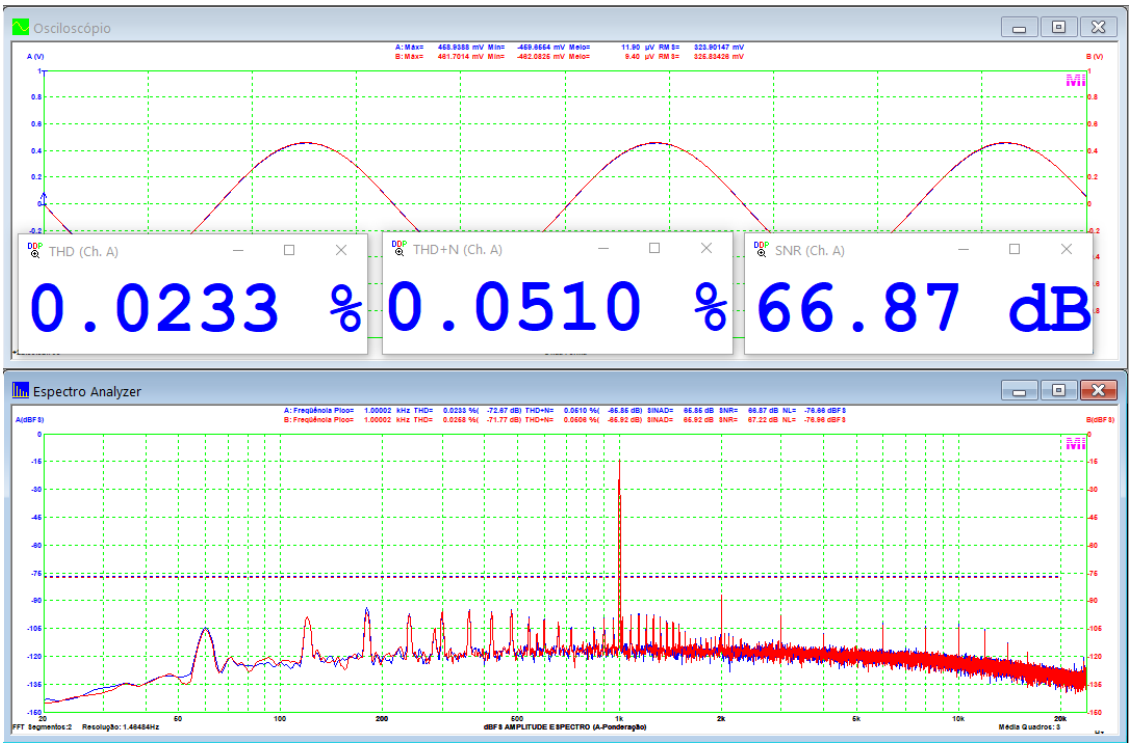
Há um pequeno desequilíbrio entre os canais, mas nada significativo. Importante lembrar que as medidas foram tomadas no conjunto amplificador de potência e pré, assim, há maiores chances de pequenos desequilíbrios ocorrerem por variação de componentes ou ajustes.

Abaixo temos um quadro comparativo das medidas efetuadas e as constantes do sítio Audiorama (www.audiorama.com.br) que, creio, seriam as especificadas pela CCE.

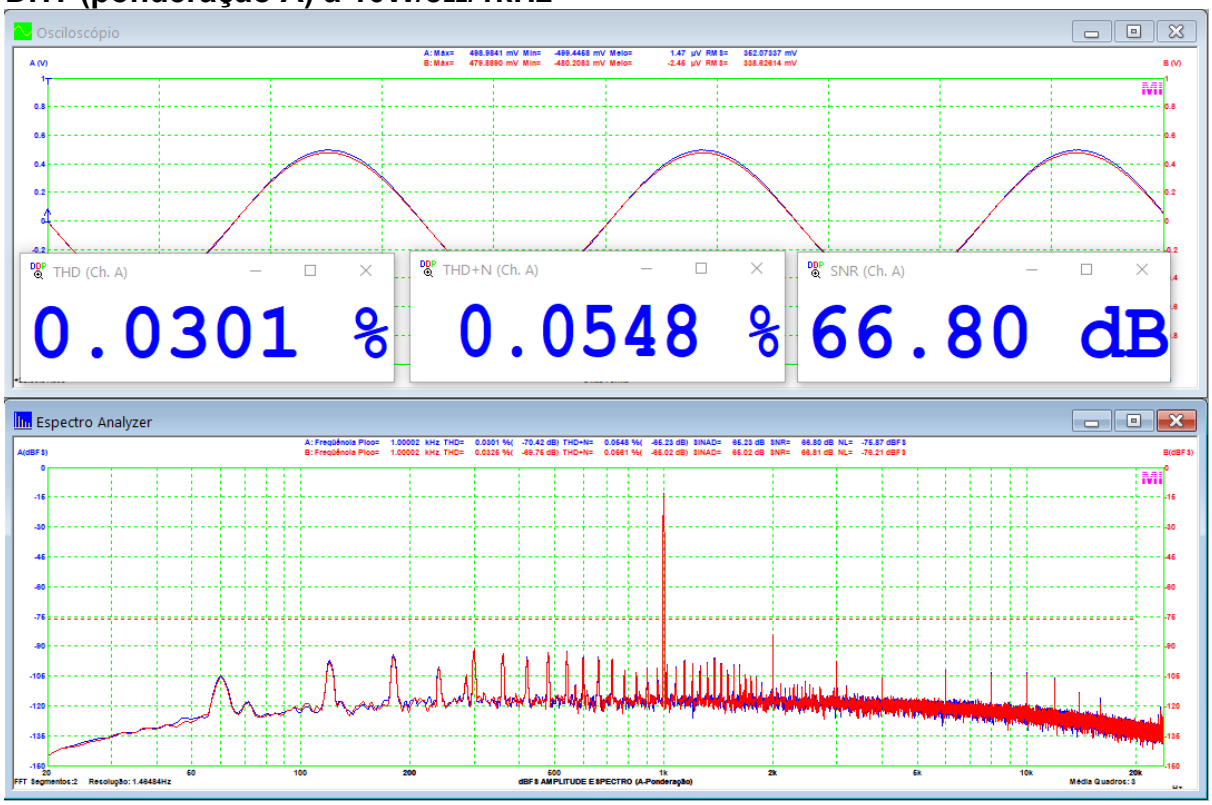
	ESPECIFICADO	MEDIDO	OBSERVAÇÃO
Potência de saída por canal	60W	70,5W	1kHz 8Ω
	98W	104W	1kHz 4Ω
Resposta em frequência	10Hz – 30kHz	20Hz – 80kHz	-3dB a 1W/8Ω
Distorção harmônica total	0,10%	0,10%	Máx Pot 4Ω 1kHz
	0,10%	0,06%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,03%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,02%	1W 8Ω 1kHz
Distorção por intermodulação (SMPTE)	0,40%	0,13%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,09%	10W 4Ω 1kHz
	NA	0,10%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,09%	1W 8Ω 1kHz
Fator de amortecimento	40	143	1W 8Ω 1kHz
Relação Sinal/Ruído	70dB	>70dB	Máx pot 1kHz 8Ω Line
Crosstalk	NA	<52dB	1W 8Ω 1kHz

Digno de nota é que todas as medições excederam as especificações da CCE a 1kHz, com folga. Trata-se de um amplificador bem projetado e honesto em suas especificações. O *crosstalk* não foi declarado. A medição não foi ruim, apesar da limitação já citada acima.

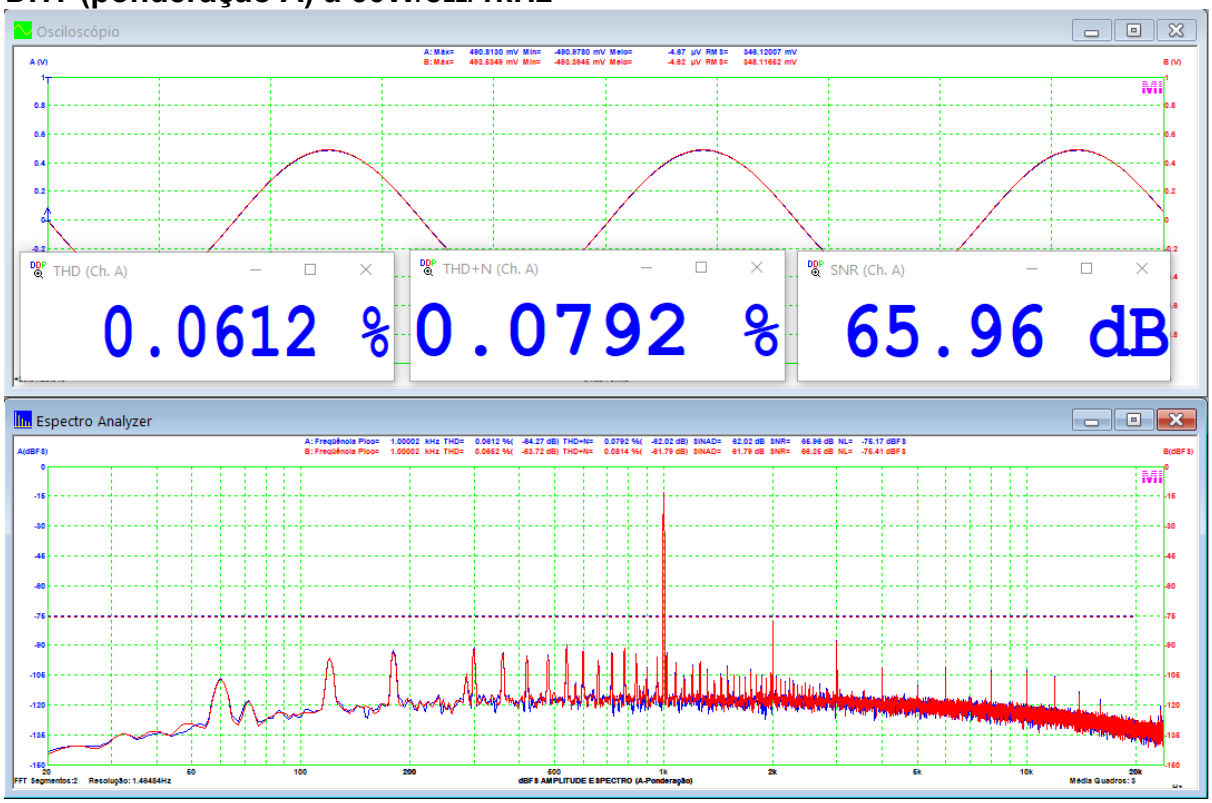
DHT (ponderação A) a 1W/8Ω/1kHz



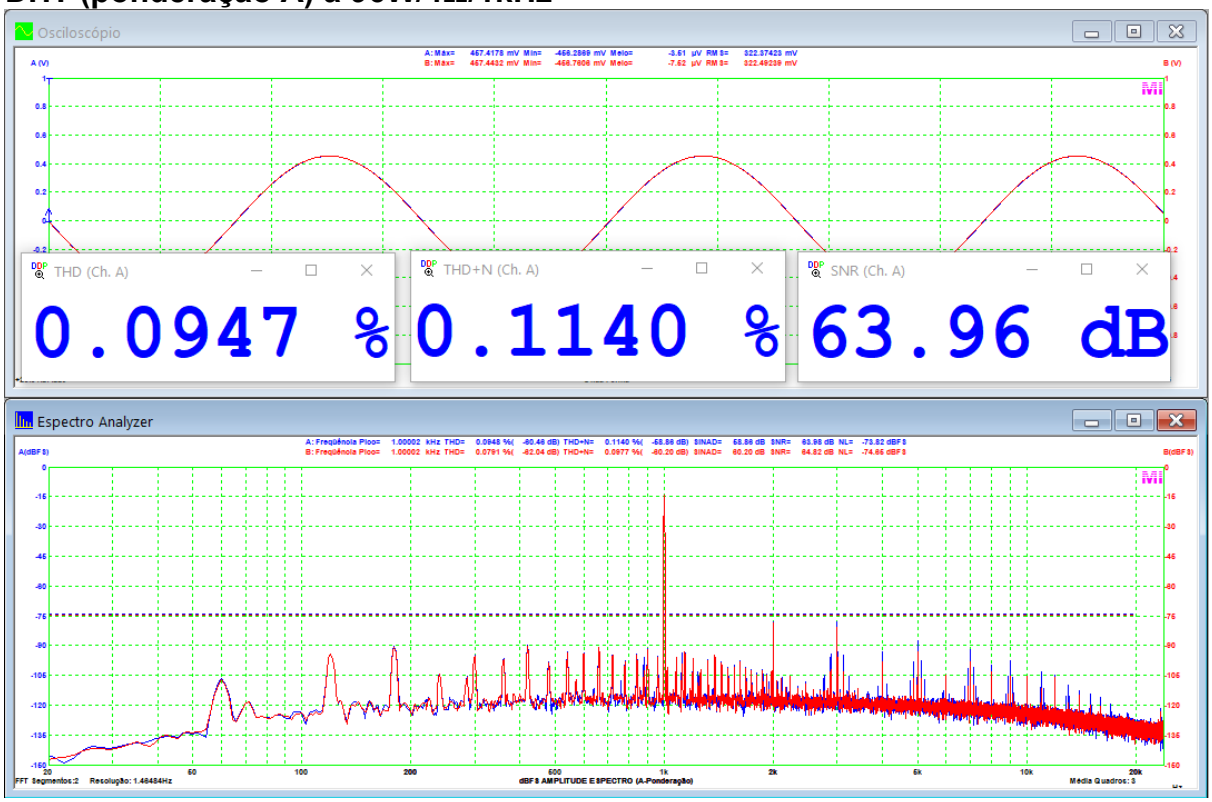
DHT (ponderação A) a 10W/8Ω/1kHz



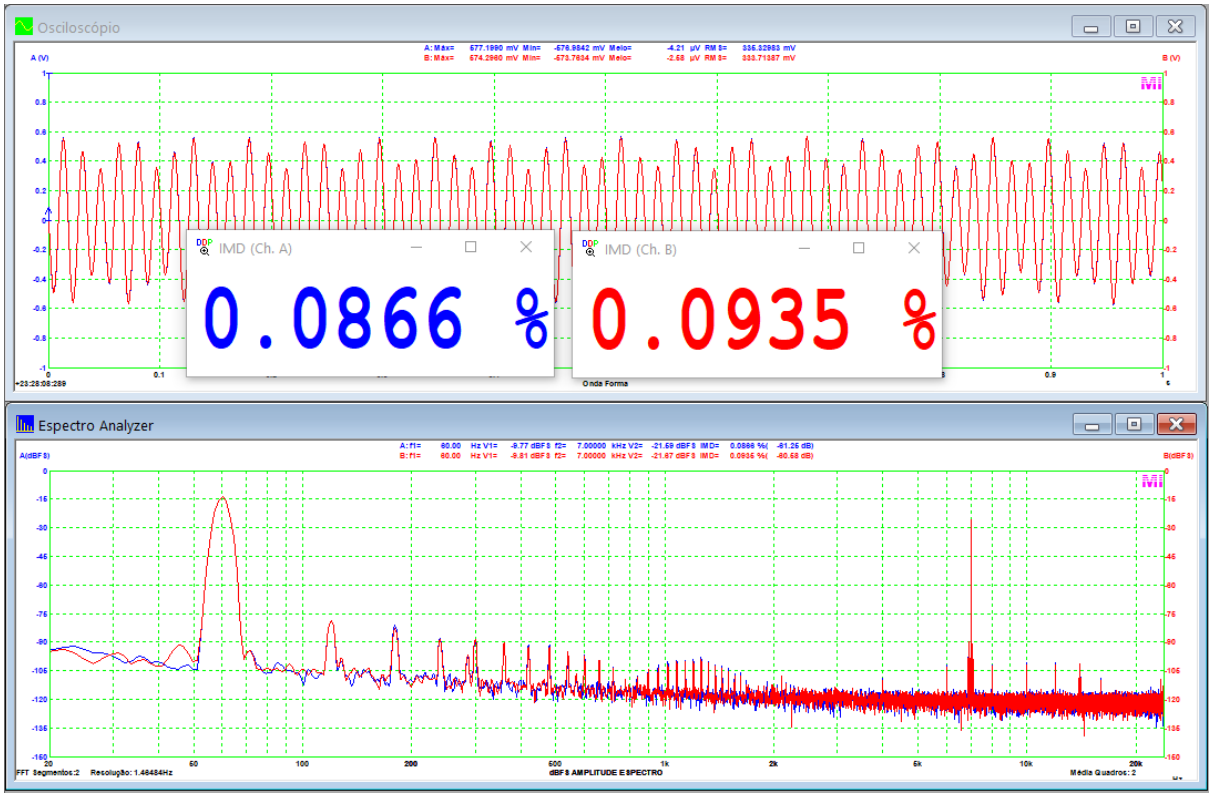
DHT (ponderação A) a 60W/8Ω/1kHz



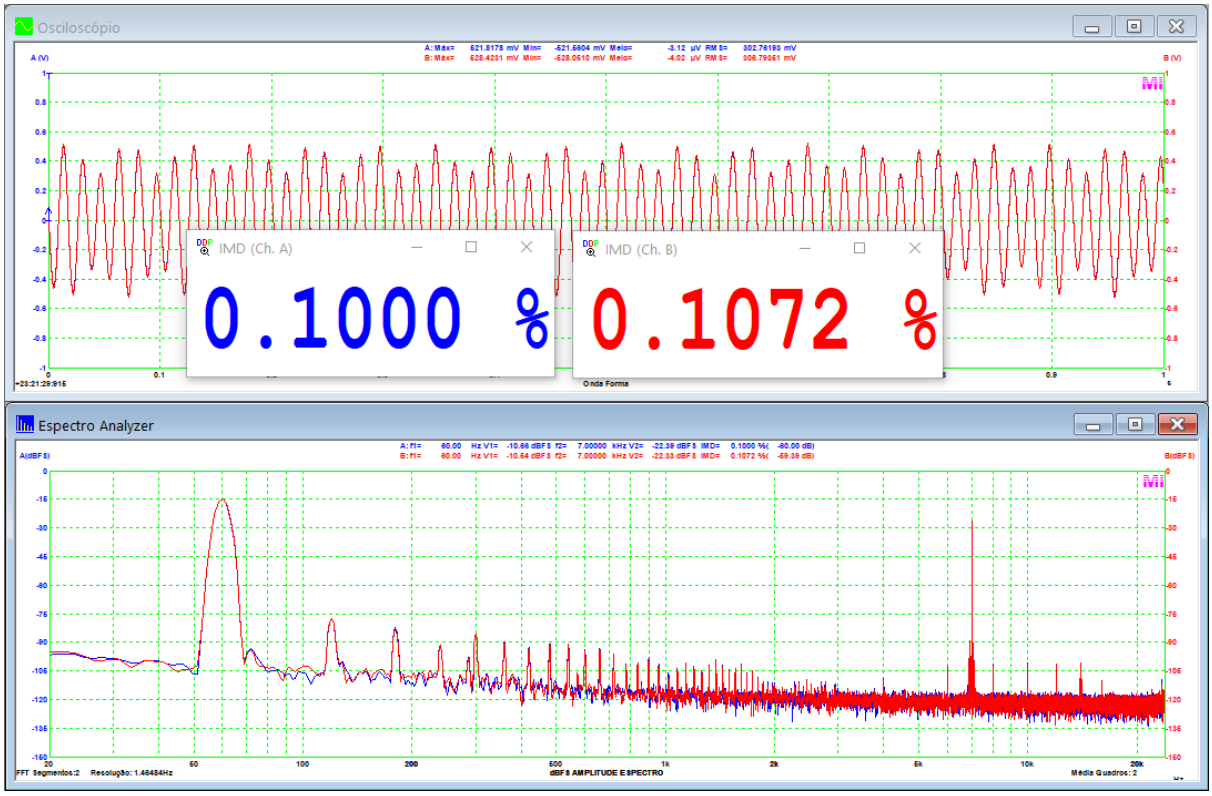
DHT (ponderação A) a 96W/4Ω/1kHz



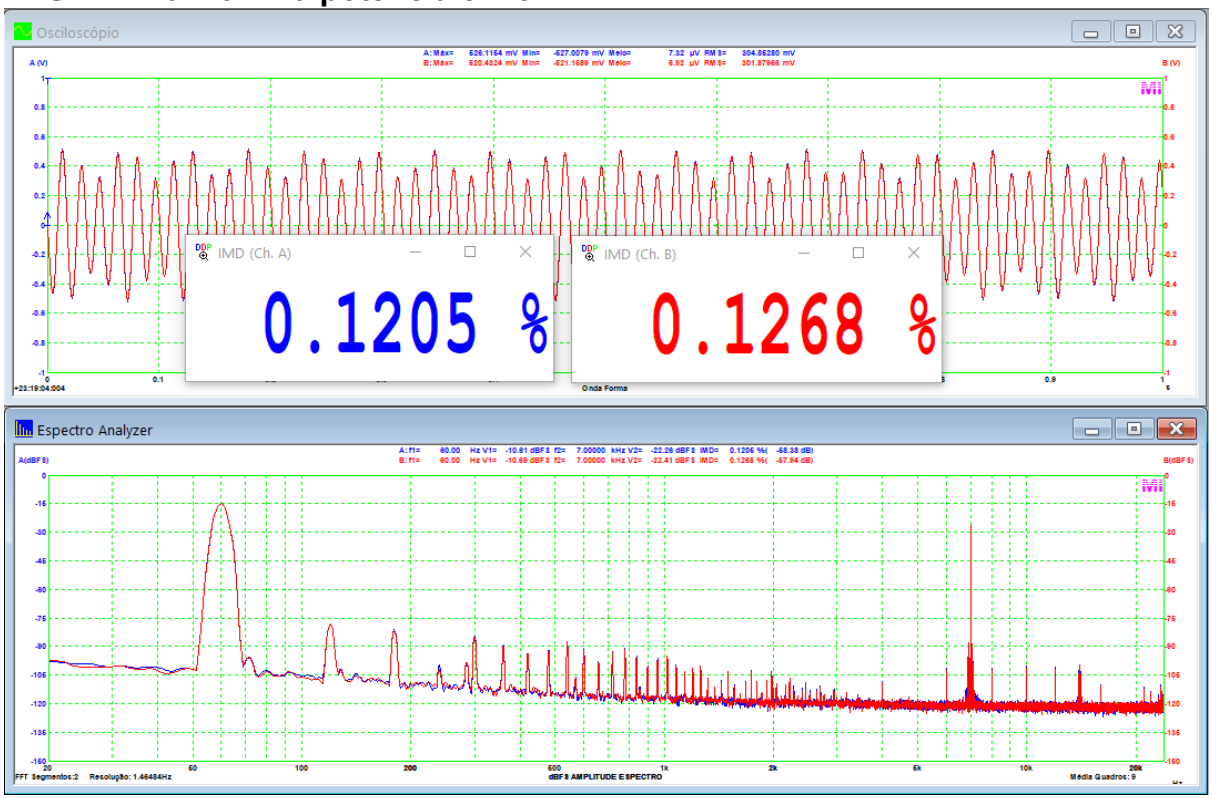
DI SMPTE a 1W/8Ω



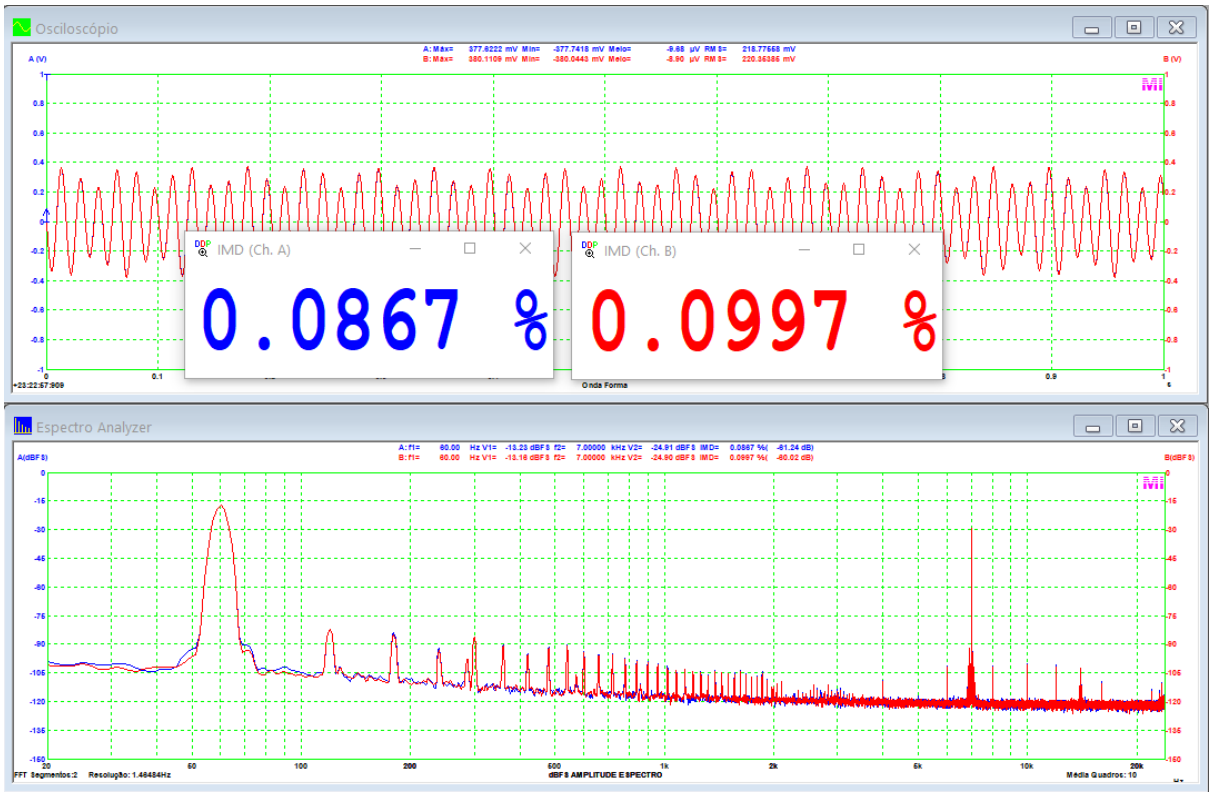
DI SMPTE a 10W/8Ω



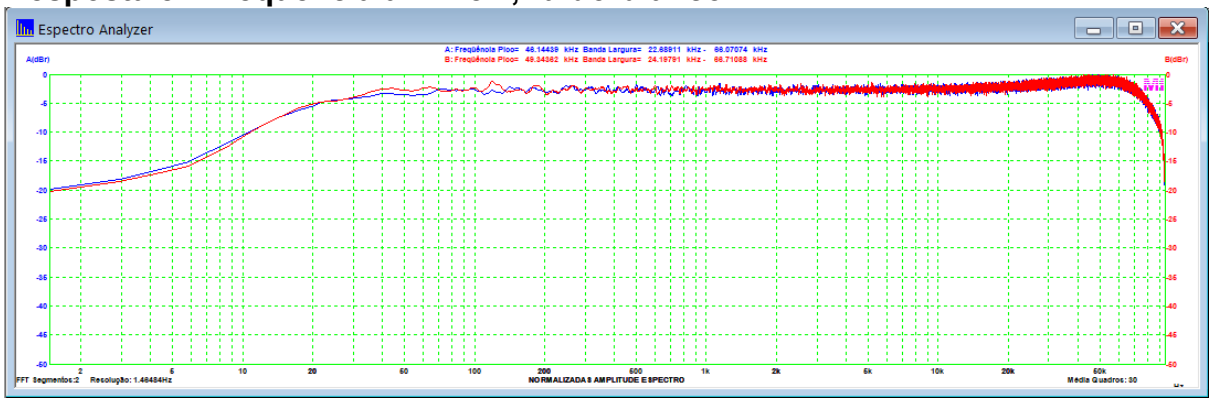
DI SMPTE à máxima potência em 8Ω



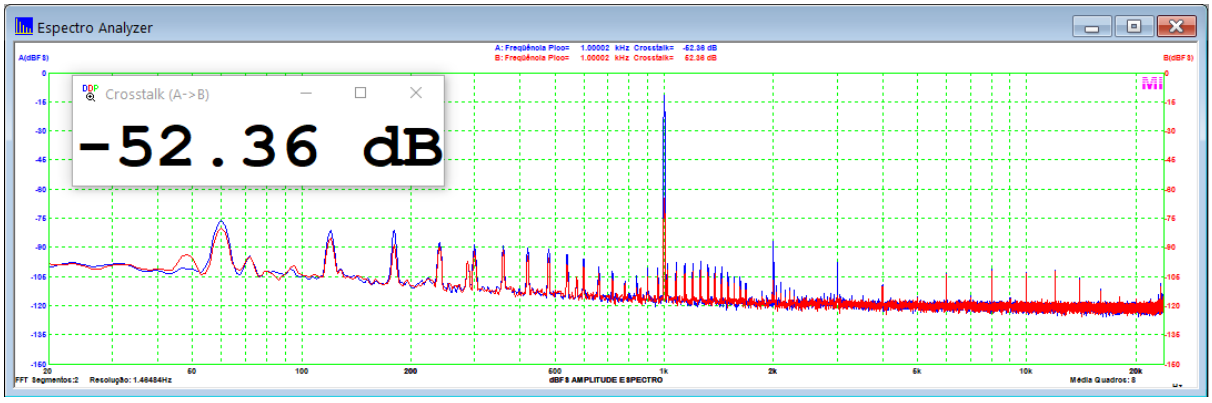
DI SMPTE 10W/4Ω



Resposta em frequência a 1W/8Ω, ruído branco



Crosstalk a 1W/8Ω



Observações:

- A resposta em frequência à potência máxima foi bastante similar à obtida em 1 watt e ambas têm um pico de aproximadamente 3dB acima de 50kHz;
- A relação sinal-ruído foi medida a -6dB em meu equipamento, o melhor ponto de medição, daí é possível inferir-se que é superior a 70dB, em qualquer condição, como especificado pela CCE;
- Usualmente o fator de amortecimento é medido a 10 watts, mas a CCE não especificou a potência. Medi a 1 watt, mas o FA é muito bom, de qualquer forma; 40 (o especificado) seria muito bom também;
- Confirmei todas as especificações do Audiorama que não reproduzi aqui, tais como loudness, filtros, atuação dos controles de graves e agudos etc.

CONCLUSÕES



Após horas escutando música por intermédio do SA6060, e a par de suas características técnicas, posso afirmar com segurança que quem o adquiriu não começou comprando errado e que ele não estragava constantemente, com certeza.

Muito agradável a audição a baixos e médios volumes, sem distorções audíveis e resposta plana e satisfatória em todos os sentidos.

É um excelente aparelho, feito com cuidado e muito honesto em suas ótimas, para a época, especificações.

Além de tudo, é muito bonito.

Não sei quanto custava à época. Dizem que era caro. Não duvido.

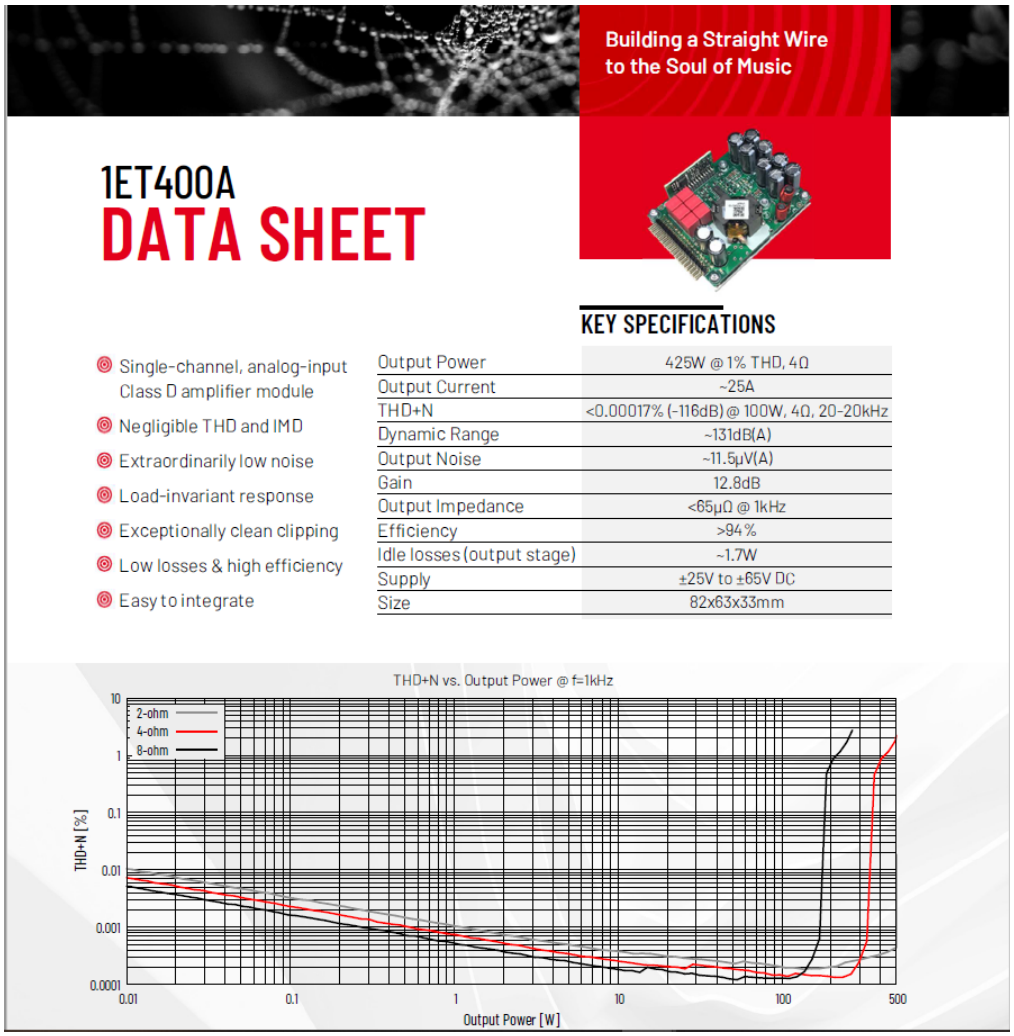
Módulo Amplificador em Classe D IRS2092

Marcelo Yared*

Apesar de já estarem disponíveis comercialmente desde a década de 1960, como o Sinclair, por exemplo, os amplificadores em classe D foram, até a década passada, considerados “novidade” e são associados por alguns a baixa qualidade de áudio.

A realidade, entretanto, já há algum tempo, é outra; existe pelo menos um amplificador dessa classe que apresenta excelentes características objetivas, que até superam produtos em classes A e B de alta qualidade, pelo menos no que divulgado pelo seu fabricante, cujo projetista-chefe é muito respeitado no mundo do áudio. Se quiser saber mais sobre esse produto, acesse https://purifi-audio.com/eigentakt/.

Suas características técnicas resumidas estão mostradas na figura abaixo:



São especificações excelentes, em um módulo que pesa algumas centenas de gramas e tem 8,2cm por 6,3cm de tamanho.

***Engenheiro Eletricista**

Mas, por enquanto, não são muito amplificadores em classe D que apresentam esse desempenho. De fato, a alta eficiência, as dimensões reduzidas e o baixo custo, comparados com seus congêneres de outras categorias, de características técnicas similares, ou mesmo um pouco superiores, tornaram esses circuitos populares entre os fabricantes e hoje dominam o mercado.

Televisores, Home-Theaters compactos, equipamentos de som automotivos, entre outros produtos, são dominados por essa tecnologia que, conforme avance, fatalmente irá dominar outras áreas também. Questão de custo, basicamente.

O IRS2092

Entre as várias opções de componentes disponíveis para projetos em classe D, existe o IRS2092, da Infineon, que adquiriu a IR, criadora desse circuito integrado.

É um amplificador em classe D praticamente completo, bastante flexível e apto a trabalhar com tensões elevadas, e faz muito sucesso desde seu lançamento.

Diversos fabricantes de módulos, de países do continente asiático, notadamente a China, os fabricam e vendem a preços acessíveis.

Normalmente, tais módulos utilizam, com poucas alterações, a configuração das notas de aplicação da Infineon. Na grande maioria, em versões de um ou de dois canais, a nota de aplicação, onde o leitor poderá compreender o funcionamento do amplificador é a IRAUDAMP7S.

Nela, vemos que as aplicações para o integrado podem ser sumarizadas na tabela abaixo, na versão de dois canais:

Table 1 IRAUDAMP7S Specification Table Series

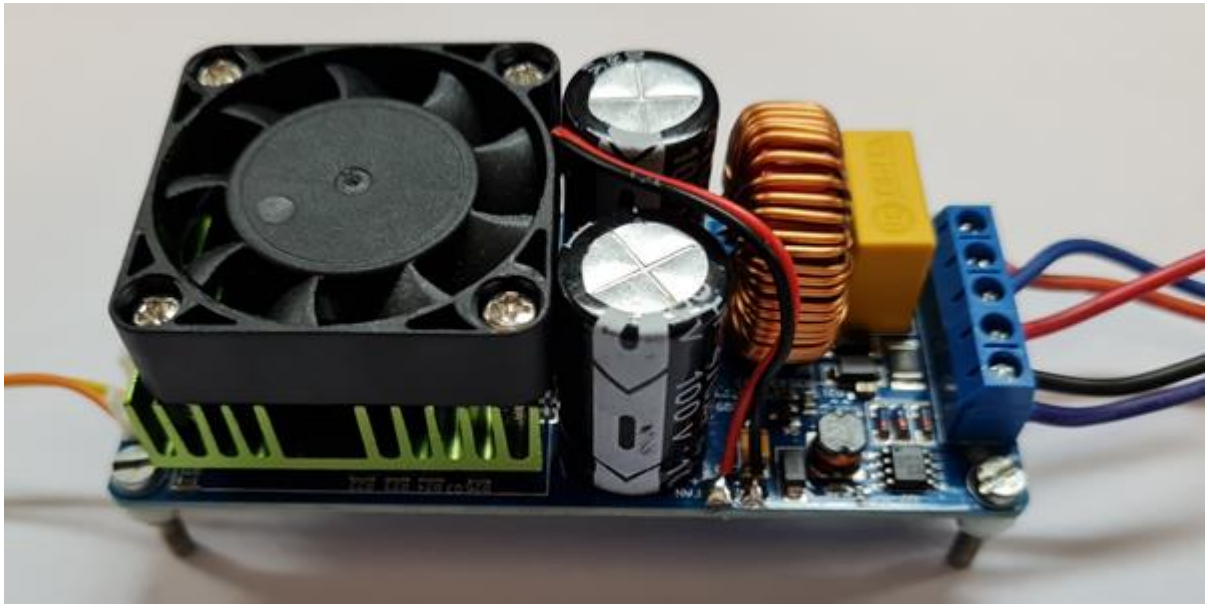
Item		Model Name			
		AMP7S-55	**AMP7S-100**	**AMP7S-150**	**AMP7S-200**
IR Power MOSFET	FET1A, FET1B	IRFI4024H-117P	IRFI4212H-117P	IRFI4019H-117P	IRFI4020H-117P
Half Bridge	8 Ω	25W x 2	60W x 2	125W x 2	250W x 2
	4 Ω	50W x 2	120W x 2	250W x 2	Not Supported
Full Bridge	8 Ω	100W x 1	240W x 1	500W x 1	Not Supported
Nominal Supply Voltage	+B, -B	±25V	±35V	±50V	±70V
Min/Max Supply Voltage	+B, -B	±20V ~ ±28V	±28V ~ ±45V	±45V ~ ±60V	±60V ~ ±80V
Voltage Gain	Gv	20	30	36	40

Notes:

- **All the power ratings are at clipping power (THD+N = 1 %). To estimate power ratings at THD+N=10%, multiply them by 1.33**
- **See Table 5 on page 36 for the complete listing of components table.**

Vemos na tabela que o componente pode ser usado em diversos níveis de potência de saída, bastando ajustar-se as tensões de alimentação e escolher-se o mosfet adequado para o que se deseja.

Uma rápida pesquisa no Mercado Livre, Ali Express, eBay, Amazon etc vai mostrar diversos módulos e com preços mais ou menos próximos. Um muito comum é este:



Com aproximadamente 10cm por 5cm, é extremamente compacto e leve, e, se tiver boa qualidade, é uma excelente escolha para projetos de som residencial, algumas restaurações de equipamentos antigos ou mesmo para uso comercial; cabe em qualquer cantinho de um chassis. Normalmente a fonte que o alimenta é bem maior que o próprio.

Nas redes sociais e nos grupos de discussão, aqui no Brasil e mesmo além-mar, há inúmeros questionamentos acerca da capacidade anunciada desses módulos, tida por muitos como exagerada.

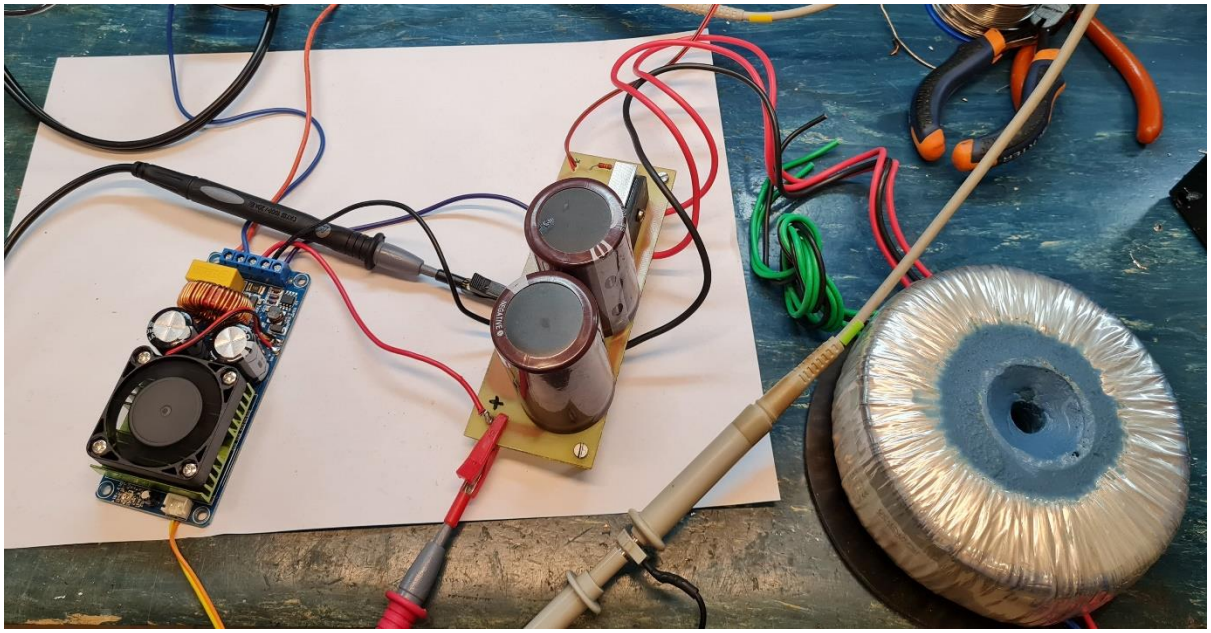
Este, em particular, é anunciado como podendo fornecer 250 watts contínuos em 8Ω, por toda a faixa audível, com menos de 1% de distorção harmônica (0,1% típica abaixo do ceifamento). Em 4Ω os vendedores informam 500 watts, nas mesmas condições.

É bastante potência, com eficiência anunciada superior a 90%.

Como precisei aumentar a potência de saída de um equipamento antigo, cuja saída de áudio não permite modificações nesse sentido, resolvi utilizar, pela segunda vez, esse módulo, pois minha primeira experiência com ele, projetando um subwoofer residencial amplificado, para HT, foi satisfatória.

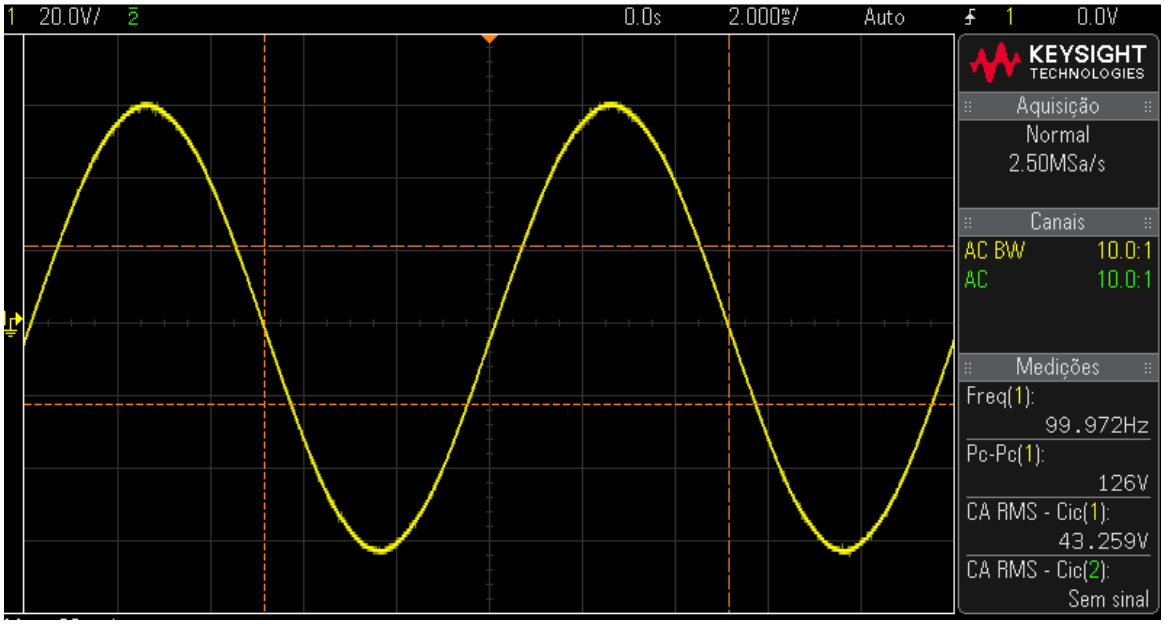
O circuito demonstrou alta eficiência, como apregoado pelo fabricante. O pequeno ventilador acoplado ao dissipador dos mosfets cumpre bem sua função. Já o indutor de filtro de saída fica extremamente quente, chegando a queimar os dedos ao toque (verifiquei na prática, infelizmente...), mas funciona corretamente.

Para ajudar a matar aquelas dúvidas, resolvi, desta vez, fazer algumas medições no amplificador. Neste caso, o amplificador irá trabalhar em 8Ω, com uma fonte não estabilizada de 65 volts simétricos.



Montamos o amplificador fora do gabinete, com a fonte, na bancada e procedemos às medições tradicionais, sempre levando em conta as limitações da ausência de blindagem etc. Vamos aos resultados, portanto.

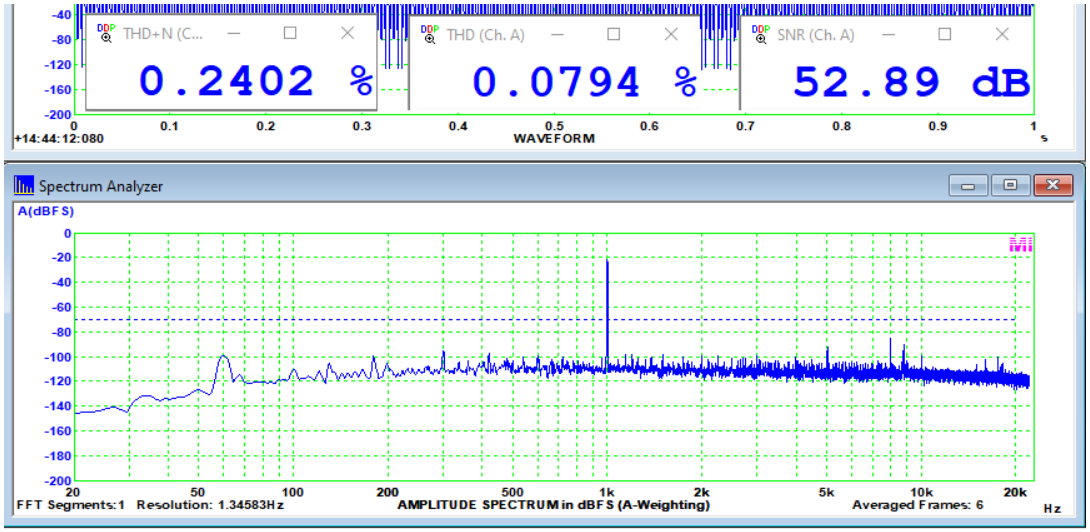
Potência Máxima no Limite do Ceifamento



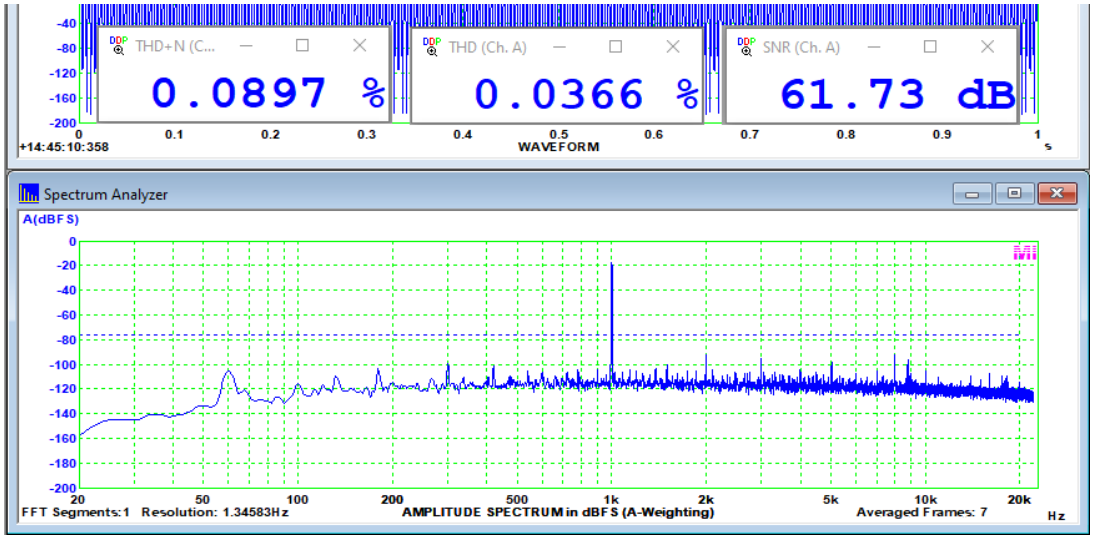
Obtivemos aproximadamente **240W** em 100Hz, com 8Ω de carga, ajustando a fonte com um variac em 65V simétricos. O filtro passa baixas colocado no osciloscópio, necessário para a medição devido à portadora de alta-frequência, tem uma atenuação de 1%, o que foi considerado no cálculo da potência. Se considerarmos que a tensão de pico entregue à carga, neste caso, é de aproximadamente o valor da tensão da fonte, veremos a alta eficiência típica dos amplificadores em classe D.

Distorção Harmônica Total

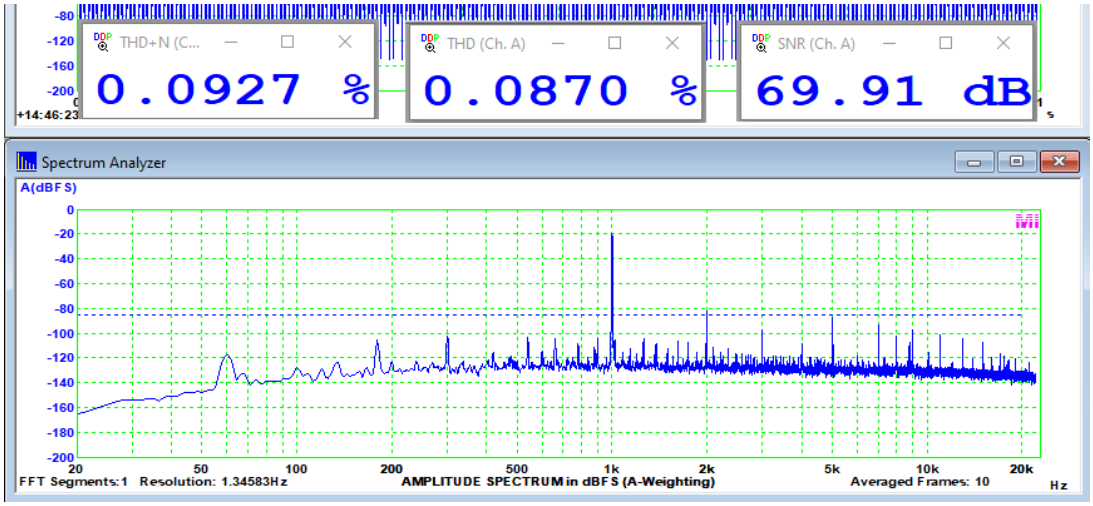
A 1W/8Ω/1kHz



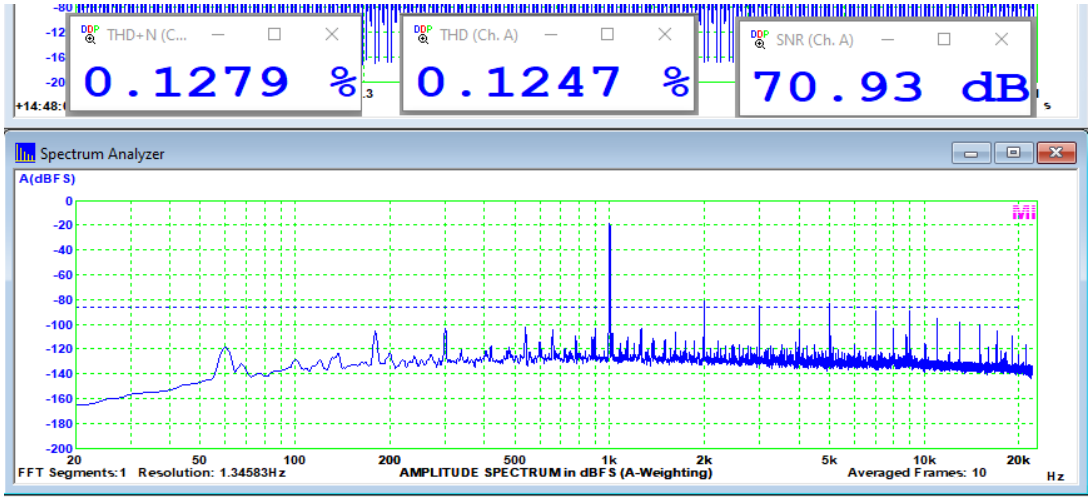
A 10W/8Ω/1kHz



A 100W/8Ω/1kHz



No limite do ceifamento em 8Ω/1kHz



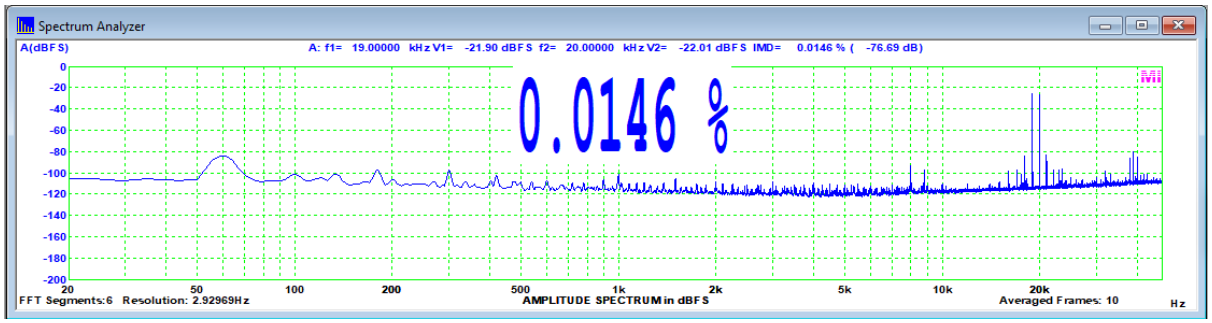
Nestas medições, inclusive quanto à de potência máxima no osciloscópio, temos que ter algum cuidado, pois a frequência portadora pode atrapalhar, particularmente quanto aos valores médios e figuras de ruído.

De qualquer forma, vemos que os valores são consistentes com os anunciados, e nos mostram um bom amplificador.

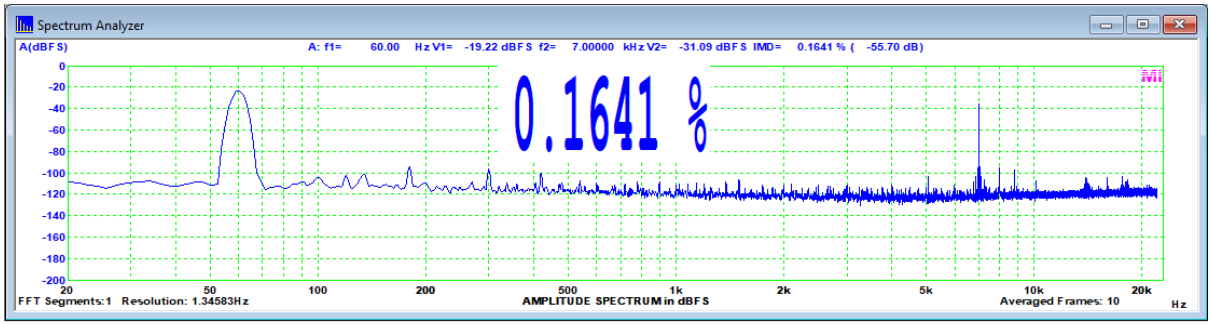
Vejamos agora as medições de distorção por intermodulação e a resposta em frequência.

Quanto às primeiras, fizemos as medições em dois padrões, CCIF (1:1 em 19kHz e 20kHz) e SMPTE (4:1 60Hz e 7kHz), e a primeira foi boa, sendo que a última foi razoável, considerando-se o ambiente de medição.

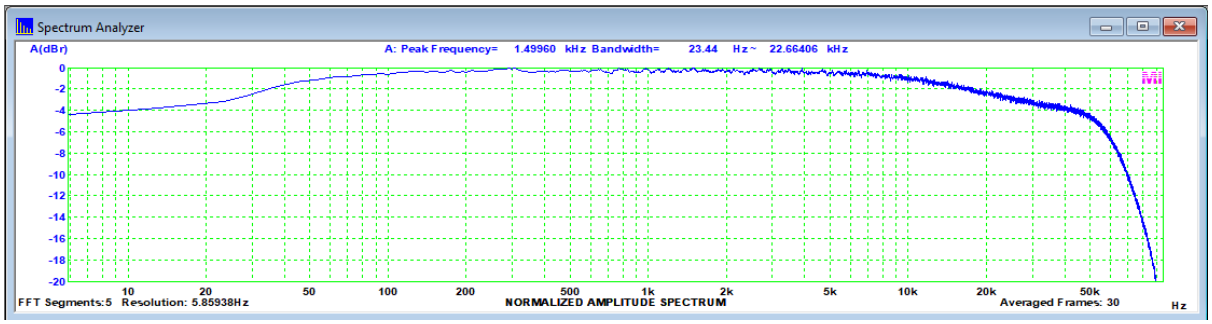
Distorção por Intermodulação CCIF a 10W/8Ω



Distorção por Intermodulação SMPTE a 10W/8Ω



Resposta em Frequência a 10W/8Ω



A resposta em frequência está de acordo com o divulgado para a faixa audível, e é bem plana, com quedas de 3dB em 20Hz e de 2dB em 20kHz.

Dos resultados acima, podemos concluir que se trata de um módulo muito interessante e versátil, com boas características objetivas e realmente capaz de entregar bastante potência, coerente com o anunciado.

Infelizmente, com o valor do dólar atual, esses módulos tiveram um aumento significativo de preço, mas ainda apresentam boa relação custo-benefício. E, como todo produto do tipo, cuidados têm que ser tomados em relação ao fabricante, pois o controle de qualidade não é o mesmo para todos os que estão no mercado.

Até a próxima.