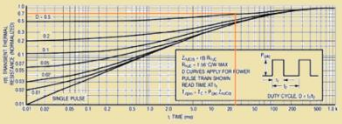
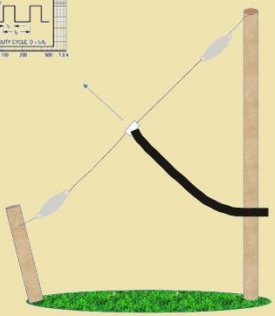
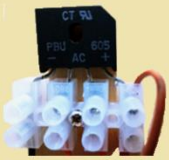
ANTENNA

TVKX ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 5/22 (1229) maio de 2022







Neste Número:

Não Jogue No Lixo

O Pequeno Notável

CQ-Radioamadores

O Greynolds LR3000

A História de Antenna

Amplificador "Hi-End"?

Amplificador Para Fones

Testador de Transistores

Montando o Pré RIAA PP3

O "Caixotão" Para Bancada

Sistemas Estéreo ou Multicanal?

Manual de Antenas para o PY/PX

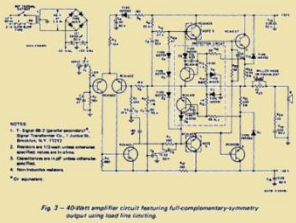


Fig. 3 – 40-Watt amplifier circuit featuring full-complementary-symmetry output using load line limiting.

ANTENNA

Número 5/22 – maio/2022 – Ref. 1229

NOTAS DA EDIÇÃO – Maio é o mês das cor **amarela**, mês com campanha de conscientização sobre os acidentes de trânsito. Clicando aqui, você acessa o sítio do Governo Federal que esclarece a campanha.

As edições impressas de Antenna, a partir de janeiro de 2021, podem ser adquiridas na livraria virtual UICLAP (www.uiclap.com.br), sendo bastante fazer uma busca por Antenna no sítio da livraria.

Lembramos, novamente, que o sucesso das montagens aqui descritas depende muito da capacidade do montador, e que estas 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

2 - **ANTENNA** – Uma História – Capítulo XVII.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
4 - **CQ-RADIOAMADORES** – Instalando ou Registrando Arquivos OCX.....
Ademir – PT9HP
8 - Sistemas Estéreo ou Multicanal?.....
João Yazbek
11 - **Não Jogue no Lixo** – Baterias e Controles Remotos.....
Paulo Brites
14 - Amplificador para Fones. Ou será mais? Parte VIII.....
Álvaro Neiva
20 - **TVKX** – Nova Vida Nova.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
24 - Análise do Ampliceptor Greynolds LR3000.....
Marcelo Yared
34 - Experimentos com Python Para Técnicos em Eletrônica – Parte VI.....
João Alexandre Silveira
43 - Monte um Testador de Transistores Bipolares de Potência - Parte II.....
Marcelo Yared
55 - Manual de Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos - Parte I.....
Ademir – PT9HP
61 - Transformador de Isolamento, Variac e Fonte DC Ajustável – O “Caixotão” - Parte II.....
Paulo Brites
67 - O Pequeno Notável - Parte II.....
Álvaro Neiva e Miguel Nabuco
73 - O Amplificador “Hi-End”.....
Marcelo Yared
82 - Montando o Pré RIAA PP3 – Parte II.....
Álvaro Neiva e Miguel Nabuco

ANTENNA – Uma História - Capítulo XVII

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*

O número de setembro de 1928 nos apresenta algumas curiosidades: Na primeira página temos o anúncio de um conjunto moto-gerador de 1000V – 300 W e 12 V – 150W, destinado a alimentação de placa e filamento de estações de radioamadores.

Na época, era a única maneira de se obter a alta tensão em corrente contínua, uma vez que os sistemas de retificação domésticos não eram capazes de alimentar um transmissor. Tal sistema consistia em um motor universal ligado à rede elétrica de 127 V, tendo acoplado ao seu eixo um gerador para a alta tensão e mais os12 V. O funcionamento de tal conjunto originava uma série de centelhas nos coletores, tornando um tanto fantasmagórica a operação de um simples transmissor de rádio.

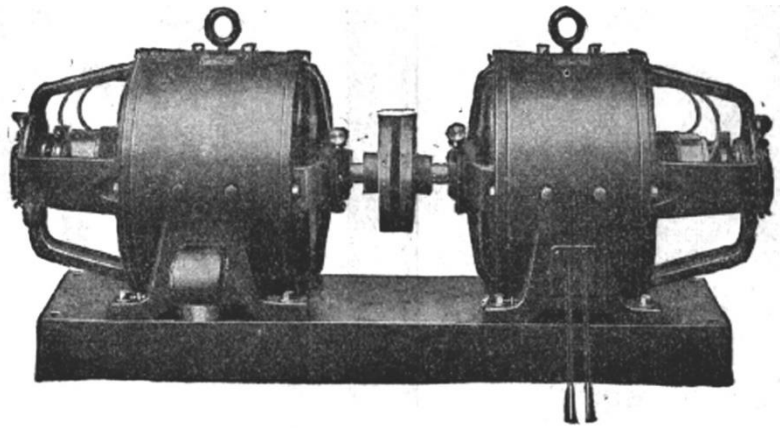


Figura 1 – Conjunto moto-gerador

A segunda novidade vem através do lançamento de um Suplemento, que, segundo a redação, “atendia à solicitação dos consulentes”. A razão de tal pedido estava relacionada com a seção “Diga-me Por que”, a qual estava sobrecarregada de pedidos dos leitores. Lembremo-nos que, naquela ocasião, em que os meios de comunicação eram precários, os técnicos muitas vezes dependiam de uma orientação prestada através de uma troca de correspondências, a qual poderia demorar de um a três meses.

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

Figura 2 – O "Diga-me por que"

O Suplemento de Antenna possibilitou uma edição quinzenal da revista, sendo o mesmo vendido pela metade do preço da revista, com a consequente redução do número de páginas.

Embora, de início, resolvesse o problema criado pelo acúmulo de material a ser respondido, tal Suplemento era muitas vezes confundido com a própria revista nas bancas de jornal.

Tal fato levou a Direção da revista, em 1929, a criar um novo tipo de capa, diferenciando-a daquela da revista, que continuava a ser impressa em papel "Couché".

Devido a problemas de tiragem e de impressão, naquele mesmo ano, o Suplemento acabou por ser incorporado à revista, trazendo como consequência um aumento do número de páginas e de preço, que passou para 1mil e 500 réis.

Em outubro do mesmo ano, em uma tentativa de solucionar o entrave de correspondências encaminhadas para a seção "Diga-me Por que", a Redação resolve criar um "serviço de consultas urgentes", em que o interessado receberia através dos Correios uma carta com a possível solução para seu problema, pagando por isto o valor de 3 mil réis, em forma de selos dos Correios.

O número de perguntas seria limitado a três.

Em uma época em que temos à nossa disposição "Telegram", "Tweeter", "WhatsApp" e "e-mail", custa-nos acreditar que a simples orientação para a troca de determinado capacitor pudesse demorar até três meses, porém esta era a realidade...

***A cargo de Ademir, PT9HP**

Instalando ou Registrando Arquivos OCX

Se você está instalando algum programinha para decodificar sinais de telemetria de satélites radio-amadorísticos, provavelmente, ao baixar e tentar executar tais programas, você verá uma mensagem tipo “o arquivo xxx.OCX não foi instalado corretamente” ou falta alguma dependência.

Existem vários tutoriais na Internet, mas parece que o pessoal se esquece que pequenos detalhes que eles pensam que todos sabem e acabam não entregando o verdadeiro ouro para quem está desesperado com essa situação.

Foi o meu caso…. Fiquei até às 2h da madrugada até entender como chamar o prompt de comando ou terminal como administrador.

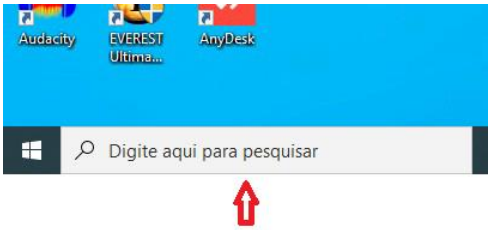
O segredo é abrir esse prompt como “administrador” e no Windows10 isso fica um tanto confuso, o que não ocorre no Windows7.

Segue um resumo geral para você ter uma visão completa. Daí entramos em detalhes para que você aprenda a fazer, fazendo!

1 - Baixar pela Internet o programa com sufixo OCX e descompactá-lo, ou copiá-lo para a subpasta System32 dentro da pasta do Windows. Se seu sistema operacional for de 64 bits, será System64.

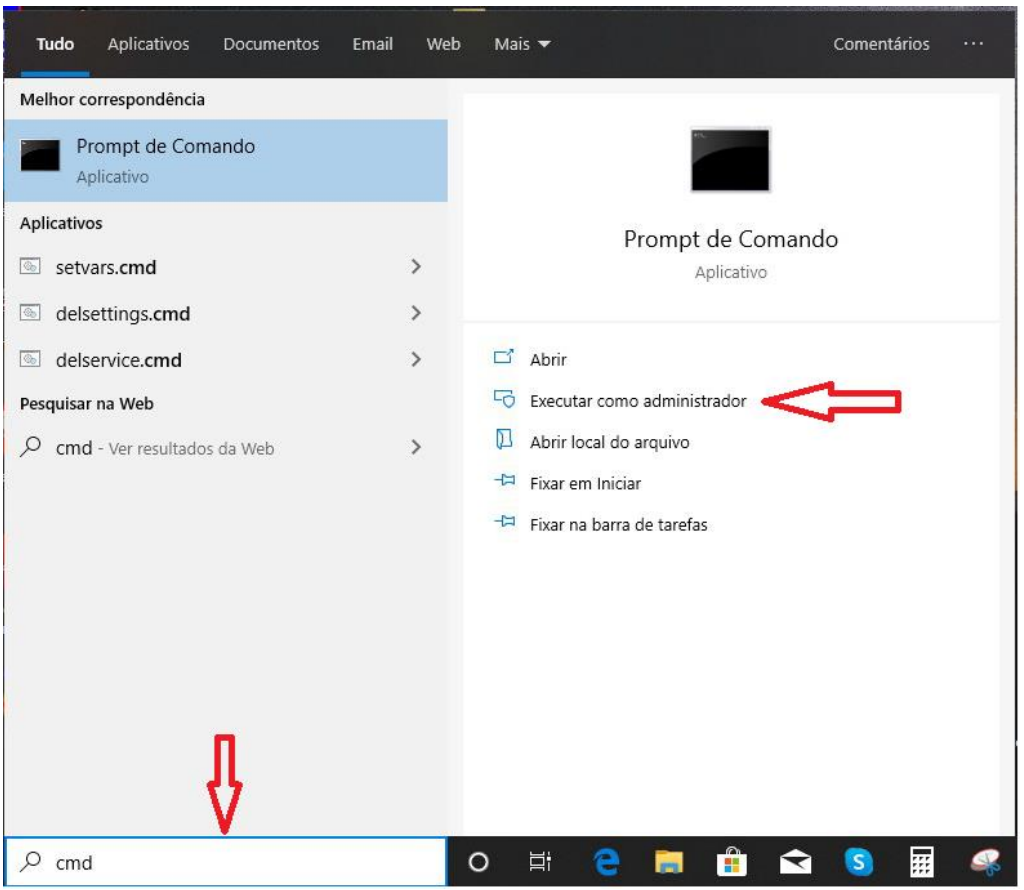
Dica 1 para facilitar sua vida: eu baixo sempre deste site: http://br.dllyes.com/ ou deste aqui: https://www.ocxme.com/. Pelo Google você acha os dois, facilmente.

2 - Clique na lupinha ou insira diretamente nesse quadrinho que aparece debaixo da tela de seu computador as letras CMD. Vai aparecer esta tela baixo. Clique abrir como administrador. Isso é FUN-DA-MEN-TAL para o negócio funcionar e muitos queimam os preciosos neurônios por não seguir essa informação.

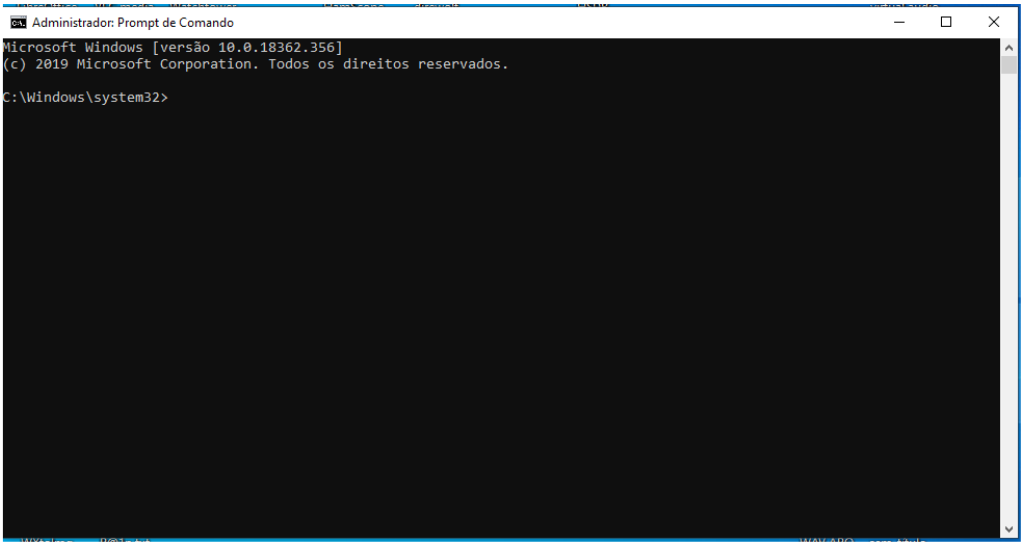


Digite aqui CMD

3 - Vai aparecer esta tela agora, como resultado de sua pesquisa por CMD (quer dizer *command*). Veja lá a opção “executar como administrador”. Clique nessa mensagem.



4 - Na próxima página, vai aparecer a telinha preta com a letra C:\Windows\system32 (ou system64 de acordo com seu sistema operacional). Se não ficar assim, alguma coisa deu errado por aí. Muito provavelmente você não entrou como administrador.

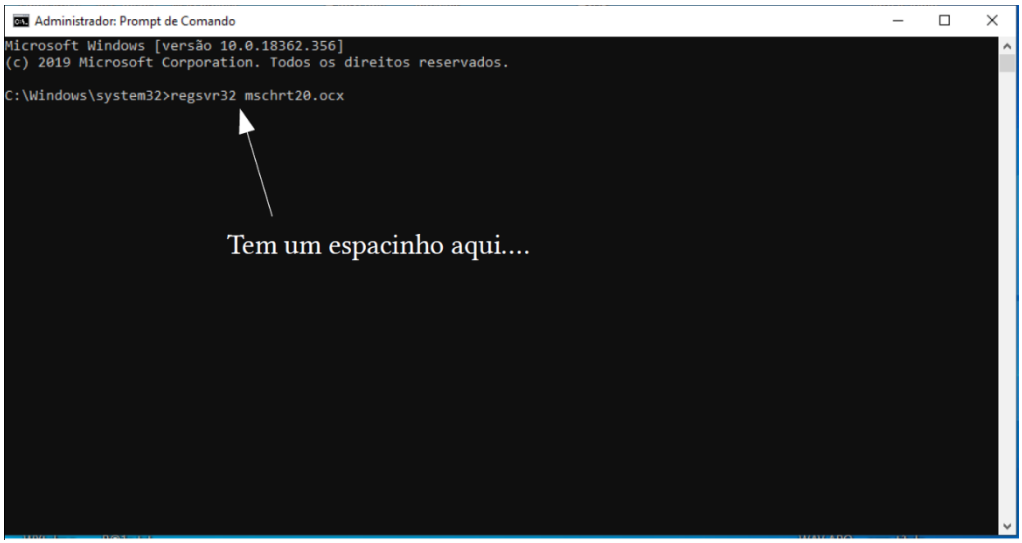


Este é o quadro – bem pequeno por sinal – que você terá que ver na sua tela do Windows.

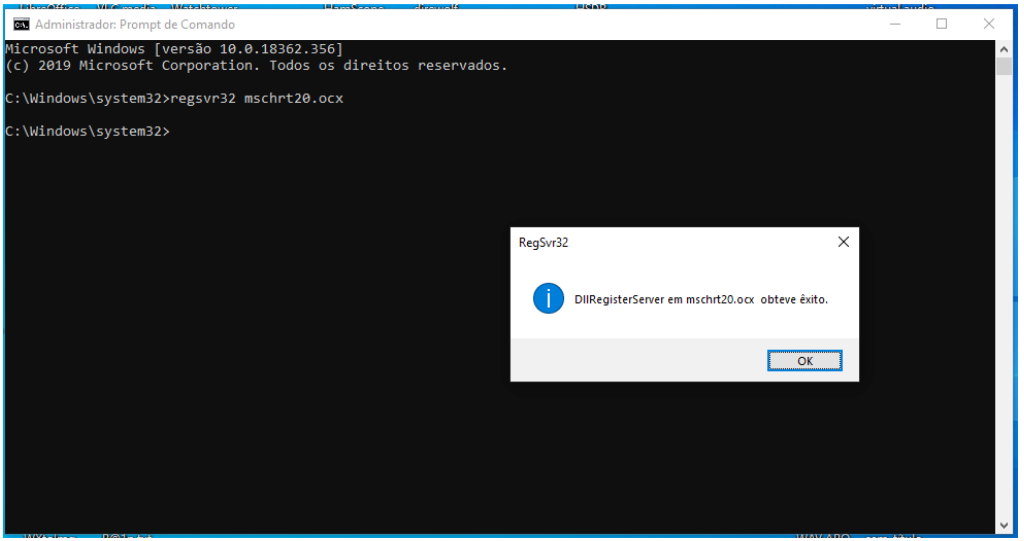
5 - O passo seguinte é chamar um comando, o tal de “regsvr32”. Você irá digitar nesta tela a palavra regsvr32.

6 - Logo em seguida, digite o nome do arquivo que você precisa registrar, pois lembre-se de que você já o colocou dentro da pasta System32 ou System64.

No exemplo abaixo, precisava registrar um arquivo chamado mschrt20.ocx



7 – Após digitar o nome do arquivo com a extensão OCX (ou outro, como um arquivo com extensão DLL) você simplesmente aperta a tecla “enter”. O resultado final é esse quadrinho em branco, dizendo que se obteve êxito.



Nos outros sistemas operacionais, como Windows7, o procedimento é o mesmo: abrir a tela de prompt como administrador, digitar o tal de regsvr32> e, na frente, o arquivo que você precisa desesperadamente e já colocou na pasta System32, que fica na pasta Windows, que você acha no gerenciador de arquivos clicando em Disco Local C.

Algo pode dar errado?

Sim, pode. Se acontecer, poderão aparecer as mais diversas mensagens, indicando, inclusive, algum arquivo importante faltante no seu computador, necessário para executar os procedimentos acima.

Se você estiver usando o Windows 10 de 64 bits, você poderá encontrar esta subpasta dentro do Windows, além da pasta System64: SysWOW64. Copie para dentro dela o arquivo OCX que você precisa.

Pode ser que seu sistema operacional necessite ser reinicializado para fazer a coisa toda funcionar, mas, nos casos que testei por aqui, isso não foi necessário.

Até a próxima!

Sistemas Estéreo ou Multicanal?

João Yazbek*

Sistemas estéreo e sistemas de home-theater têm funções aparentemente diferentes na reprodução sonora e os consumidores entendem que eles são destinados, respectivamente, para a audição de música e para filmes.

Será esse paradigma verdadeiro? Quando o leitor deve utilizar uma configuração estéreo ou uma configuração multicanal com canais surround?

Talvez o fator mais importante a ser levado em conta na decisão é qual o formato predominante na mídia que o leitor possui. Se uma pequena parte de seus arquivos é multicanal, talvez não se faça necessária a aquisição de um sistema multicanal.

Por outro lado, se seus arquivos são em sua maioria multicanal ou se você gosta muito de filmes, seria interessante migrar diretamente para um sistema multicanal.

Mas, se você gosta de ambos, música e filmes, o correto seria ficar no meio do caminho: construir um sistema que sirva para os dois propósitos.

Temos aqui a seguinte situação: sistemas multicanal que reproduzem música com qualidade serão caros, pois os dois canais frontais do sistema têm de ser de boa qualidade e os demais canais que têm de acompanhar essa performance em um nível similar.

Hoje, temos no mínimo 6 canais (em sistemas 5.1), chegando a 10 canais (em sistemas 9.1, mais recentes). Nesse caso, temos de levar em consideração o custo elevado e os retornos decrescentes de um sistema multicanal de alta performance. E ainda hoje, as gravações são em sua grande maioria feitas em estéreo (ou 2.0 canais). Existem, já desenvolvidos, sistemas multicanal de 10.2 canais e até de 22.2 canais.

Em resumo, devemos esperar para o futuro sistemas cada vez mais complexos. Com a crescente complexidade, é natural que o custo suba ou a qualidade baixe.

Os dois equipamentos que são necessários para um sistema multicanal são o sistema de caixas acústicas e o receiver, partindo do pressuposto que já existam em seu sistema a parte de vídeo, que é composta, basicamente, pelo DVD ou Blu-ray player, um “box” ou computador para *streaming* e pelo display de tela plana, que pode ser “Smart”.

Um receiver A/V de qualidade é a porta de entrada para se obter um sistema a meio caminho entre o home-theater e o sistema de áudio.

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

Mas devemos levar em conta que um bom receiver tem custo elevado e, como possui muita tecnologia digital, ele fica obsoleto tão rapidamente como um computador. Ou seja, ele estará desatualizado em um prazo muito curto, entre dois e cinco anos.

Os receivers sofrem revisões constantes de padrões HDMI, USB, formatos de surround, capacidade de conexão à Internet e uma série de outros desenvolvimentos que com certeza desvalorizarão seu investimento num prazo muito curto.

Por causa disso, e de algumas outras considerações que foram vistas nesta série de artigos, uma solução bastante comum é usar um receiver ou um processador digital para a decodificação e condicionamento dos sinais e amplificar alguns ou todos os canais em um amplificador de potência separado.

Um amplificador de potência separado de alta performance para os canais frontais ou para todos os canais apresenta várias vantagens. Podemos citar algumas delas: maior potência e dinâmica, aliada a melhora significativa da performance geral do sistema, tornando-o mais adequado para a audição de música, e também torna o investimento em amplificadores menos susceptível à obsolescência. Amplificadores evoluem mais lentamente que o processamento digital de sinais dos receivers e processadores.

Caso seu orçamento permita, vá direto para uma solução que considera um processador multicanal separado de qualidade. Existem excelentes amplificadores disponíveis no mercado para a tarefa de amplificação, com 2, 3, 4 ou 5 canais em um único gabinete.

Continuando com nossa discussão, os sistemas de caixas acústicas para home-theater são vendidos, em sua maioria, para o formato 5.1 canais, com falantes que devem ser colocados na parte frontal da sala de audição em 3 posições (esquerda, centro e direita) e mais duas caixas surround na parte traseira.

Um subwoofer complementa o sistema, geralmente colocado à frente do ouvinte.

Sistemas mais completos, com 7.1 e 9.1 canais, que adicionam mais caixas laterais e traseiras ao sistema, também são opção, e se tornaram mais populares.

As caixas acústicas variam muito em qualidade, principalmente em sistemas multicanal. Não iremos aqui falar em sistemas com satélites, que são bastante populares nos sistemas “Home Theater in a Box” (aqueles sistemas que são vendidos completos em uma única caixa), pois estes não oferecem qualidade mínima para serem enquadrados como algo de performance superior.

Julgo que o padrão mínimo necessário para um sistema de boa qualidade, bom para música e filmes, é um sistema com caixas bookshelf ou preferencialmente caixas tipo torre, que colocarão seu sistema num patamar excepcional, se acompanhadas de um subwoofer de boas características. Caixas menores podem ser utilizadas nos canais central e em todos os traseiros.

O subwoofer que acompanha o sistema tem de ter tamanho e potência suficientes para reproduzir os sons graves do filme ou da música. Isto significa que se deve utilizar um falante de subgraves de ao menos 8 polegadas para que este possa ser chamado de subwoofer, sendo o recomendado 12 polegadas para melhores subgraves.

A potência necessária para a reprodução de subgraves tem de ser bastante elevada, da ordem de 200 a 500 W RMS para ambientes residenciais, e por isso cada subwoofer geralmente tem seu amplificador embutido na própria caixa, ou seja, tem de ser ativo.

O subwoofer é absolutamente necessário para uso com bookshelves e satélites, sem os quais não haverá graves adequados, por mais que se diga o contrário. Não há milagre, a questão é física: caixas com falantes pequenos simplesmente não conseguem mover a quantidade de ar suficiente para produzir graves de boa qualidade.

Se o seu orçamento permitir, compre as melhores caixas possíveis e invista mais nas caixas frontais, especialmente nas frontais esquerda e direita. Não se esqueça também de um excepcional subwoofer.

O retorno em qualidade será imenso e aproximará seu sistema de home-theater de um sistema universal para ouvir música.

Em relação ao número de canais, configure o sistema de acordo com seu orçamento e leve em consideração que a partir de 5.1 canais, as melhorias existem, mas são incrementais e cada vez menores, configurando aqui também o retorno decrescente já discutido.

Se o leitor seguir essas dicas e escolher com bastante critério, é possível se obter um sistema excepcional para home-theater e música, rompendo com o paradigma da pergunta inicial.

Até o próximo mês!

NÃO JOGUE NO LIXO – Baterias e Controles Remotos

Paulo Brites*

Baterias de 9V descarregadas e controles remotos podem ser úteis na bancada

Este é mais um artigo da série Não Jogue no Lixo, que tenho publicado aqui na "mamãe" Antenna, em que apresento duas ideias muito simples.

A primeira delas trata daqueles clips de bateria de 9V presentes em diversos equipamentos, como a maioria dos multímetros digitais.

Fig. 1 – Clip para bateria de 9V

Você já deve ter percebido a péssima "qualidade" desse material, vendido nas lojas de eletrônica, e foi por isso que tive uma ideia simples, que passarei a descrever a seguir.

Quando eu ainda ministrava aulas presenciais, sugeria aos alunos o uso de baterias de 9V e *protoboard* para fazer práticas na mesa da sala de aula.

Com estes dois acessórios, bateria de 9V e protoboard, mais um multímetro digital e meia dúzia de componentes, pode-se realizar muitas experiências de eletricidade e eletrônica, mostrando na prática o que é visto na teoria, ou seja, aprender fazendo.

Não jogue baterias de 9V no lixo

Já reparou que o clip "ruim" que você compra e paga caro por ele está a sua disposição "de graça" se retirá-lo das baterias descarregadas?

Fig. 2 – Clip retirado da bateria

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

O próximo passo será soldar um fio preto e outro vermelho na parte de trás do terminal retirado da bateria “velha” tendo o cuidado de observar que a posição deve ser **invertida.**

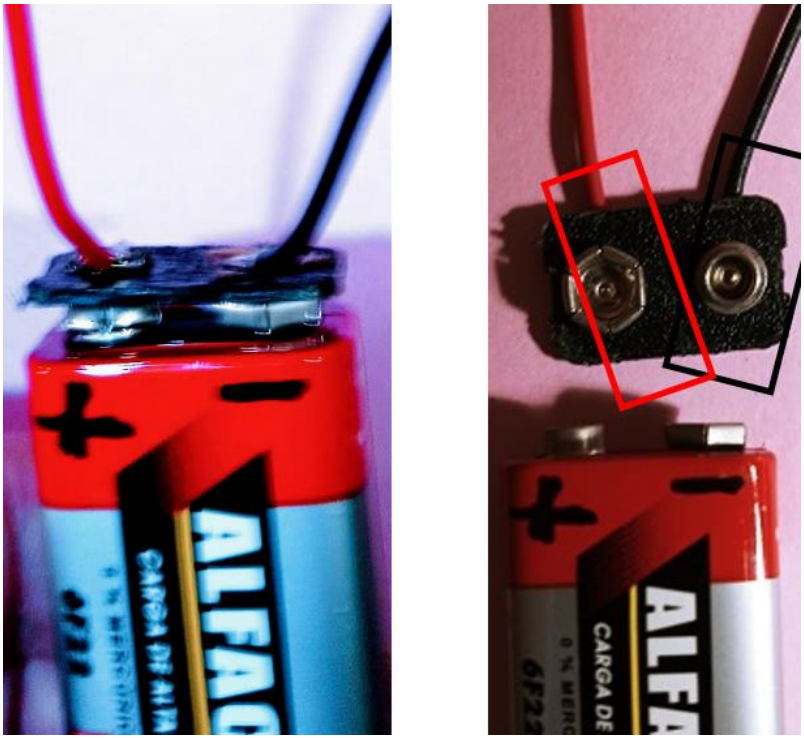


Fig. 3 – Construção do clip para bateria de 9V

Pronto! Está aí um clip de bateria de custo zero, que irá durar para sempre, e que você poderá utilizar nas práticas das aulas do Curso de Eletrônica Básica *on line* que colocarei no ar ainda neste mês de maio.

Ah! Esqueci-me de dizer que os fios foram retirados de sucatas de fontes de PC.

Aproveitando controles remotos para fazer suportes de pilhas

Se você procurar pelas gavetas de sua casa ou pedir a seus parentes e amigos, certamente, irá conseguir um monte de controles remotos abandonados, que poderão ser aproveitados para suportes de pilhas.

Uma vez conseguidos alguns controles que, por sorte, ainda não tenham tido as pilhas vazadas lá dentro, é hora de desmontá-los.

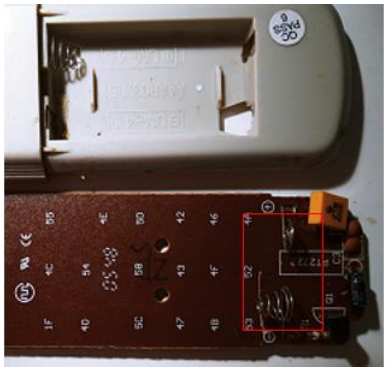


Fig.4 – PCI com terminais das pilhas

Esta montagem irá exigir um pouco mais de habilidade, pois cada controle é de um jeito.

Mas, vamos combinar, quem pretende ser técnico em eletrônica precisa de habilidade manual, além de um bom conhecimento conceitual.

No exemplo da fig. 5, eu cortei a PCI junto aos contatos e soldei um fio vermelho e outro preto em cada um.

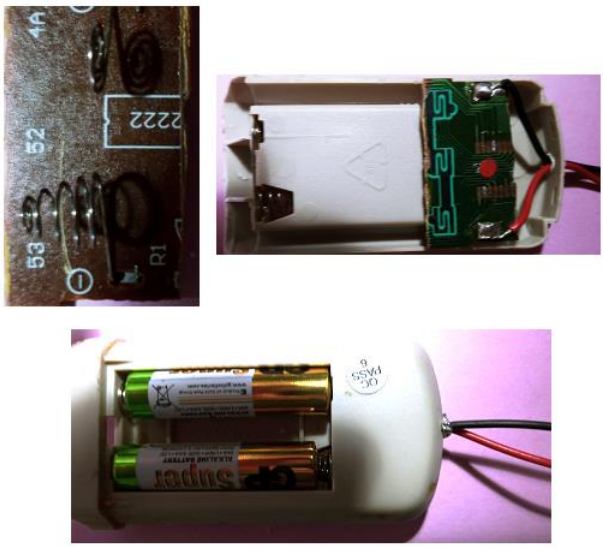


Fig. 5 – Construindo um suporte para pilhas AAA com controle remoto “abandonado”.

Pronto! Aí está aí mais um suporte de pilhas de custo zero, da marca “eu que fiz”, aproveitando um controle remoto “abandonado” que não foi parar no fundo de um rio e o planeta Terra agradece.

Amplificador para Fones. Ou será mais? Parte VIII

Álvaro Neiva*

Medições Finais e Avaliação (verifique nas edições anteriores a história)

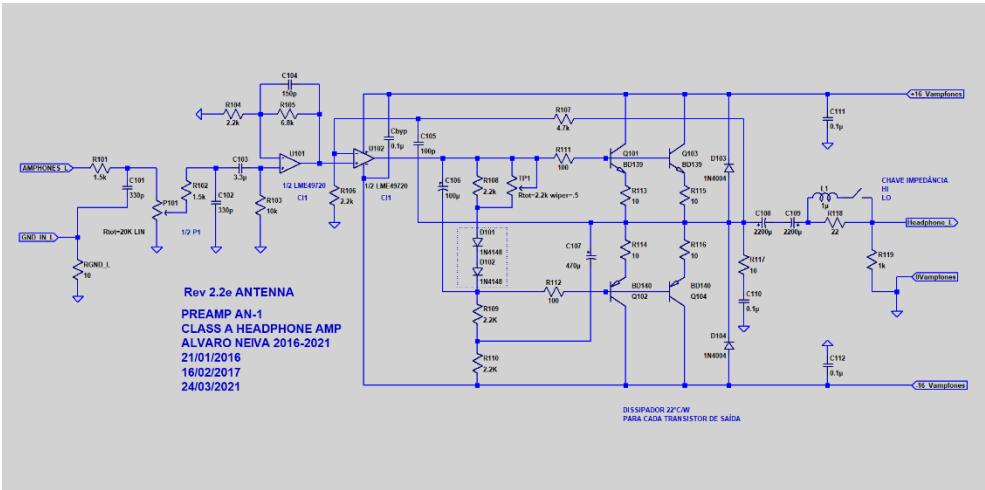


Fig. 1

Testado no meu sistema doméstico, nenhum ruído audível...

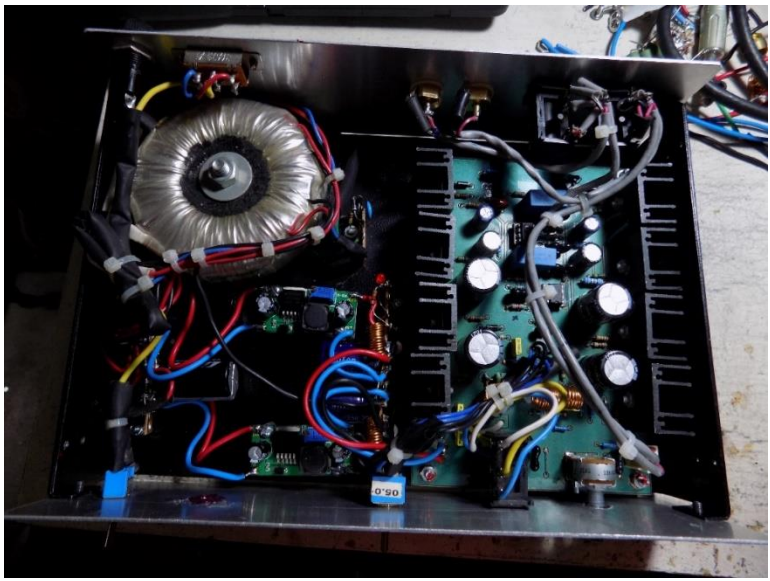


Fig. 2

***Engenheiro Eletricista**

Montagem final

Verificando a Distorção Harmônica Total +Ruido (no CrossLite+):

THD @ 3W 8Ω

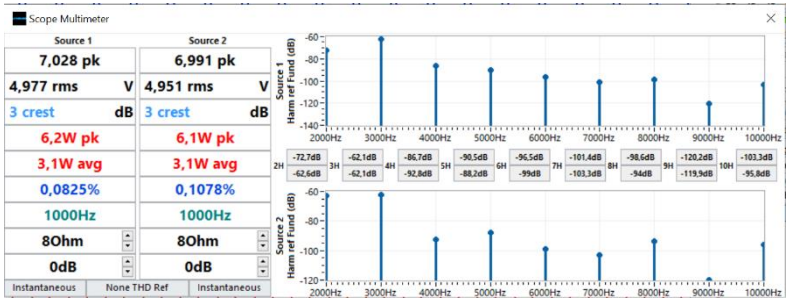


Fig. 3

IMD a 2W@8Ω

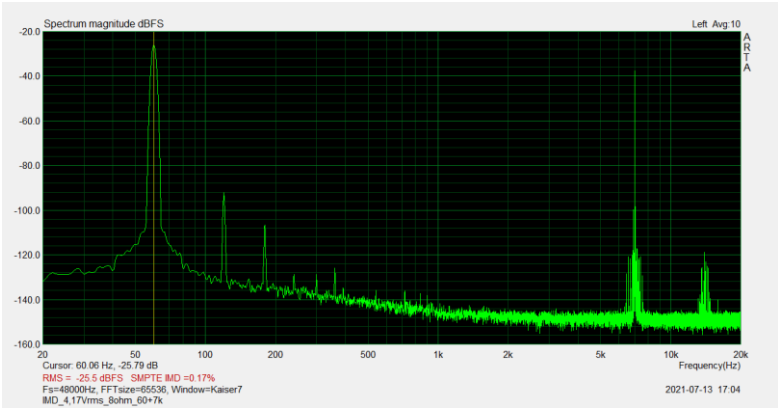


Fig. 4

Ruído na saída

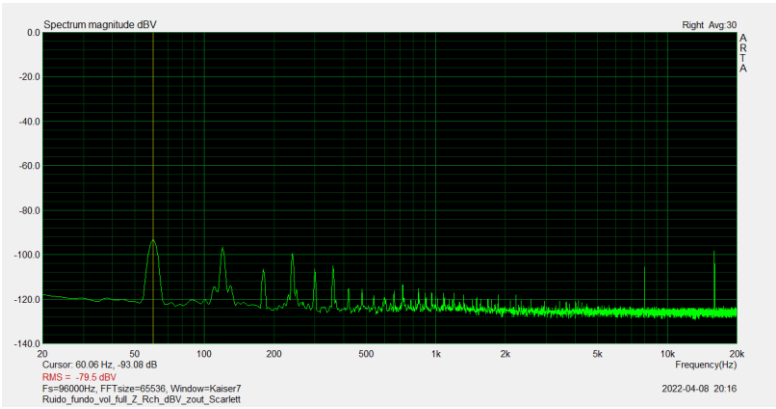


Fig. 5

Ruído total na saída do canal direito, sem ponderação, ligado à saída da interface Focusrite Scarlett 6i6, sem sinal, volume do amplificador todo aberto (software ARTA):

-79,5dBV sem ponderação, ou:

$$U_{noise} = 10^{\frac{-79,5}{20}} = 106\mu V$$

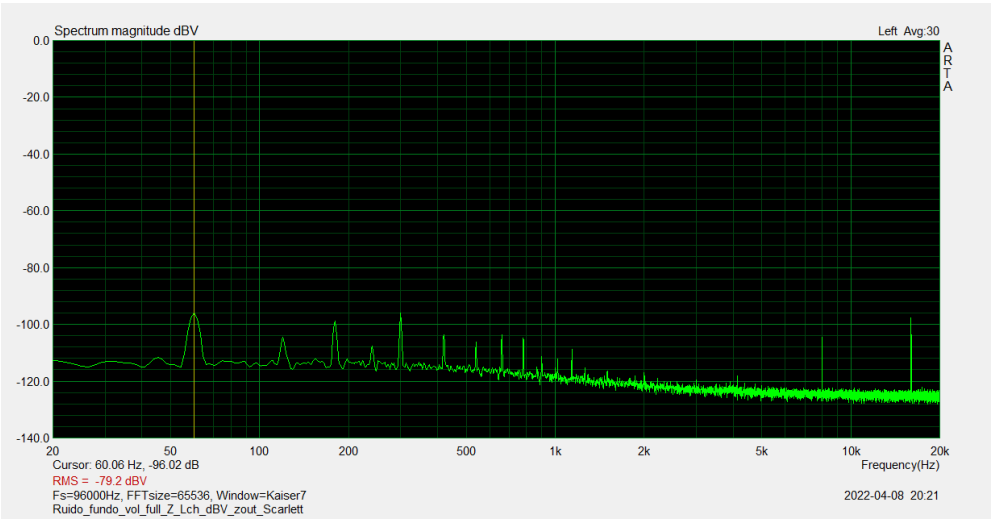


Fig. 6

Canal esquerdo, 0,3dB de diferença no valor rms total.

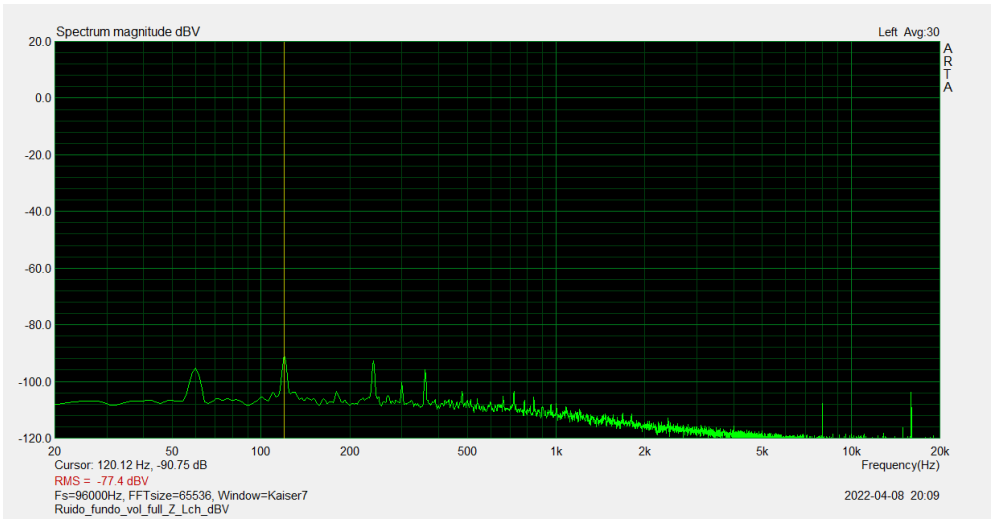


Fig. 7

Ruído total na saída do canal esquerdo, sem ponderação, entrada aberta, sem sinal, volume do amplificador todo aberto:

-77,4dBV sem ponderação, ou:

$$U_{noise} = 10^{\frac{-77,4}{20}} = 135\mu V$$

As mesmas tensões de ruído, medidas no software CrossLite+, na função multímetro, devidamente calibrado a 1kHz, com um multímetro Fluke 115.

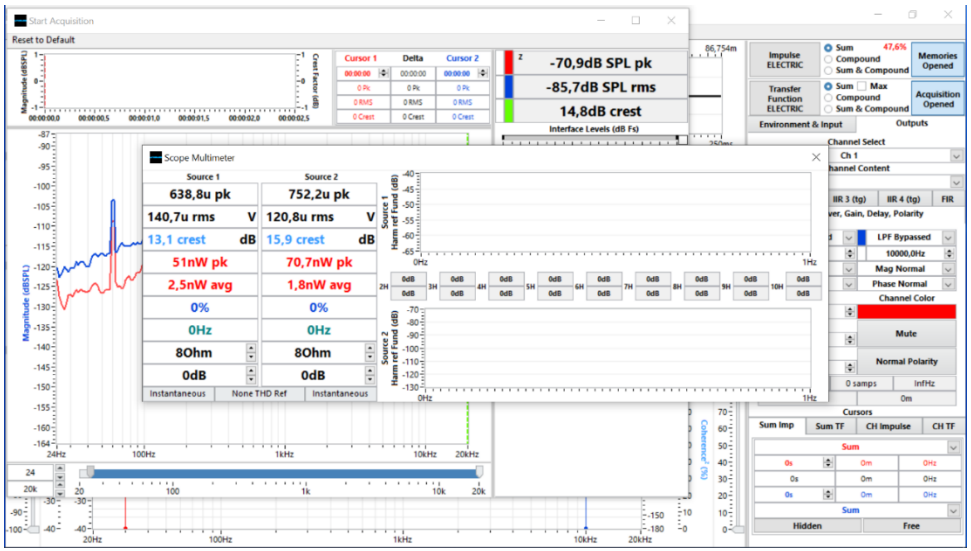


Fig. 8

Para colocar em perspectiva o significado desses números, vamos achar a relação com a tensão de 2,83Vrms, que corresponde a 1W numa resistência de 8Ω, e serve de referência para sensibilidade de caixas acústicas:

$$L_{ruído} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{141 \times 10^{-6}V}{2,83V}\right) = -86dB$$

Portanto, para uma caixa de uso doméstico, mas com sensibilidade relativamente elevada, como 90dB SPL/1W/1m, o nível de ruído gerado seria de:

$90 - 86 = 4dBSPL$ a 1m de distância.

*0dB SPL corresponde ao menor valor de pressão sonora perceptível para o ouvido humano, na frequência de 1kHz

O valor de 4dB SPL será praticamente inaudível, a 1m ou mais de distância, principalmente considerando um nível de ruído ambiente, acústico, tipicamente de 30dB a 40dB SPL(A), mesmo em cômodos silenciosos.

Ruído total na saída dos canais esquerdo (figura 9) e direito (figura 10), com ponderação A, entrada aberta, sem sinal, volume do amplificador todo aberto:

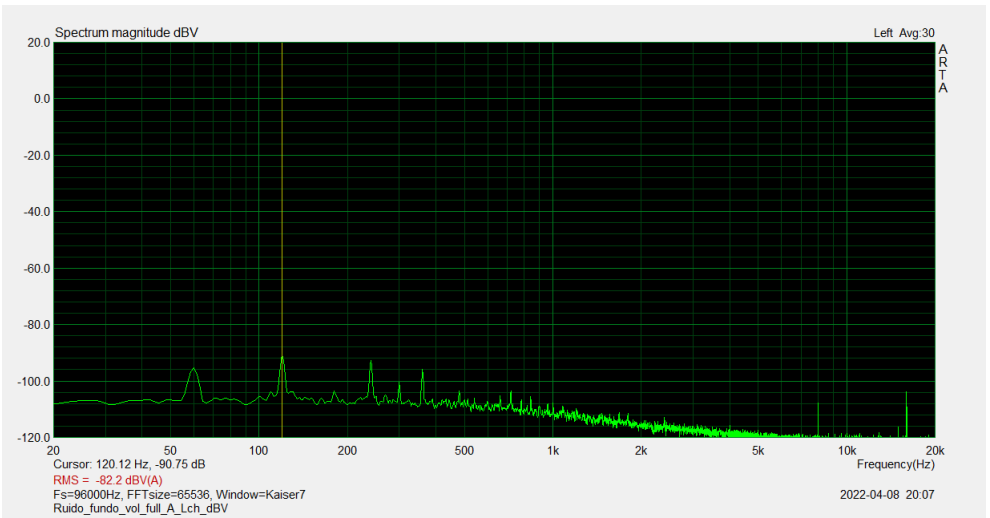


Fig. 9

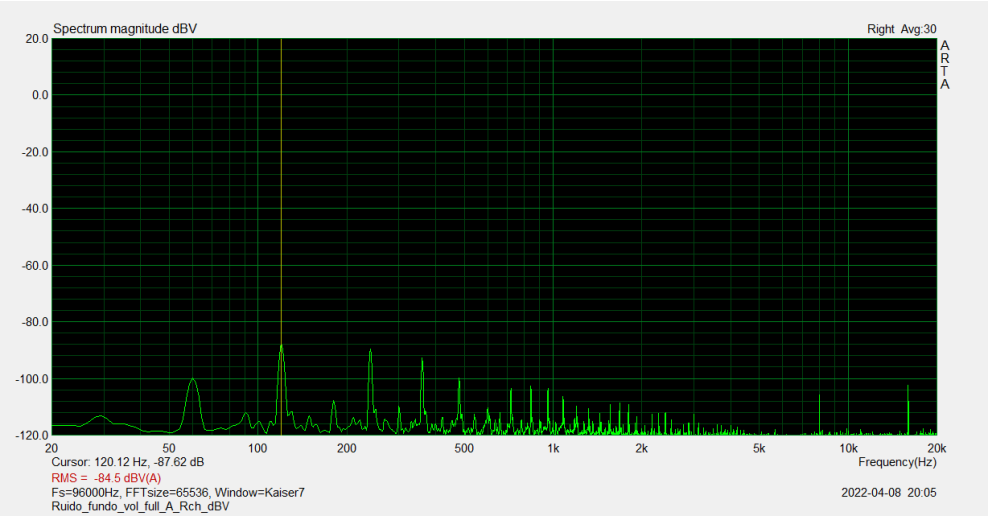


Fig. 10

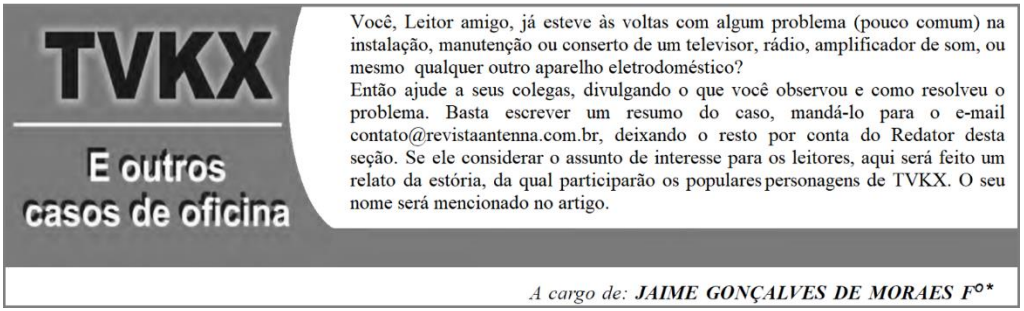
Testando com fones, nenhum ruído perceptível, ou, pelo menos, o vazamento de sons externos o mascarava... mesmo a noite.

Fig. 11

Até o próximo artigo!

Referências:

1. Self, Douglas. **SMALL SIGNAL AUDIO DESIGN**. 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.
2. Self, Douglas. **AUDIO POWER AMPLIFIER DESIGN HANDBOOK**. 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.
3. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
4. Graeme, Jerald G. **APPLICATONS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS (THIRD GENERATION TECHNICS)**. 1ª edição. Burr-Brown Research Corporation; 1973.
5. Metzler, Bob. **AUDIO MEASUREMENT HANDBOOK**. 1ª edição 1993, Audio Precision, Inc.



Em AN-EP, VOL. 122 – Nº 2 – REF. 1189, de 2003, nossos conhecidos técnicos mudaram a forma de atuar na oficina, e também promoveram uma faxina geral, saudável para todos que trabalham na área. Em sua recente reabertura, eles não se esqueceram do doloroso motivo de terem feito aquilo. Vamos, na história de hoje, que é uma reedição, devidamente adaptada do "causo", lembrar o porquê e reforçar o pedido do trio para que os técnicos colaborem com seus casos de oficina. Boa leitura!

Nova Vida Nova

Antes de passarmos à nossa história, vamos responder rapidamente a duas indagações que nos têm sido encaminhadas frequentemente: 1) De onde surgiu o Toninho ?

No tempo em que a seção era escrita brilhantemente pelo colega L. P. Petriche, existiam dois personagens: Carlito e Zé Maria, que dialogavam da mesma forma que Simplicius e Salviati nos escritos de Galileu. Um mais sabido e outro, digamos, menos conhecedor dos assuntos.

Ao assumir a seção, em 1979, tive grande dificuldade em escrever os diálogos para os dois. Tive que me inspirar em um funcionário que na realidade se chamava Carlinhos e era o rei das trapalhadas. Como Carlinhos e Carlito iriam se confundir, o nome foi trocado para Toninho pelo G. A. Penna, permanecendo até hoje. O personagem agradou e a sua saída iria desgostar muitos leitores, embora por algumas vezes faça alguma sombra ao Zé Maria, seu arqui-inimigo não declarado.

2) Existe de fato o tal de "livrinho preto" com anotações de inúmeras dicas de serviço? Sinceramente, não. O que existe na realidade são anotações em um caderno tipo brochura com a capa... vermelha, apontamentos nas abas dos esquemas e algumas pastas com folhas soltas.

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

Mas, vamos à história do dia:

Parecia dia de faxina geral: bancadas lotadas, nada nas prateleiras, paredes recém pintadas de verde- amarelado bem claro, teto branco, iluminação de LED 6500K e duas novas bancadas com quase 1 metro de largura, com acesso nos dois lados. Até os bancos de serviço foram substituídos por novas cadeiras giratórias . O balcão estava um pouco mais baixo e a separação para a oficina, no lugar do velho “Eucatex” agora era feita por vários painéis envidraçados. Um “laptop” usado substituía a montoeira de papeis e pastas. Ao que tudo indicava, a coisa estava mudando...

- Onde coloco estes cabos de força usados, tomadas sem um dos pinos e cabos de RF sem o plugue?

- Lixo, Toninho.... Vamos partir próximo ao zero. Estamos recomeçando. Para nós, principalmente, as mudanças devem partir de dentro para fora.

- E esta sucata de transformadores? Deve ter uns cinquenta ou mais...

- Separe dez... apenas dez, daqueles que ainda podem ser utilizados. O restante, já sabe: Lixo!!!

- Mas aí não vamos ficar com sucata nenhuma...

E depois:

- O que foi combinado? Esqueceu? A partir de agora, infelizmente para você, não vamos mais aceitar velharias. Valeu a lição.

- Brrr....Até agora, estou pensando na confusão...

- Mas temos que tirar de tudo um bom ensinamento. Quem sabe tudo não foi colocado no nosso caminho desta forma, para que tivéssemos a coragem de passar por toda esta reforma?

- Mas não era preciso tanta confusão, né???

- Acho que agora dá para arrumar os instrumentos no lugar e na segunda–feira reiniciar as atividades.

- Lembrem–se: Nada de velharias que possam trazer dores de cabeça. Espero que a lição tenha servido. Bem... curiosidade é uma coisa muito séria... dizem que foi ela quem matou o gato... mas acho que todos gostariam de saber o que aconteceu na semana anterior.

- Tudo começou, na verdade, há bastante tempo... Sabe como estão as coisas não é mesmo? Caiu na rede é peixe! Por isso qualquer aparelho era bem vindo. Excetuando-se valvulados, valia de tudo. Dor de cabeça na certa... mas, na falta de coisa melhor, engolia-se mais um sapo. Certo, Zé Maria?

- Por isso mesmo naquela manhã, quando apareceram duas figuras vindo não sei de onde com um velho Toshiba, daqueles com caixa de madeira , dentro de uma carrocinha , não nos espantamos muito. A mulher, com pinta de esquizofrênica, sempre dando ordens, pediu ao velho que colocasse o televisor no balcão.

- *Passo depois para saber do orçamento!... vamos!*

- O televisor parecia ser daqueles que passaram uma longa temporada perto de cozinha, bastante empoeirada, e para variar, totalmente parada...

- Aí, como quase uma rotina, examinamos por alto e verificamos que a fonte estava morta e a saída horizontal em curto.

- Daí uns dois meses depois aparece alguém com o canhoto e pediu o orçamento .. Cobramos o que achávamos justo e o tal sujeito, que por sinal sumiu, aprovou na hora.

- Fiquei uns dois dias perdendo tempo naquela tranqueira... troca flaibeque... saída horizontal... regulador da fonte... aí o seletor não dava a mínima bola para ninguém... o tubo, um lixo... ou seja: Nada prestava.

- Um belo dia, apareceu o velho... com o carrinho para pegar o televisor. Carlito então explicou que infelizmente, não era possível recuperar o aparelho. Ele simplesmente virou as costas e saiu empurrando o carrinho vazio, como nada houvesse acontecido.

- No dia seguinte voltou, acompanhado da mulher maluca, que logo de saída começou a gritar e gesticular. Carlito conseguiu acalma-la...

- Justamente aí, Toninho que, havia feito a droga, apareceu.

- Não tive culpa nenhuma... Fiz o que todos fazem... empilhamos os televisores sucateados. O Toshiba ficou por baixo. Em cima dele ficou uma Philips e uma Semp 10 IL, daquelas branquinhas, com o tubo partido. Apenas retirei o Semp e o coloquei no balcão, para poder retirar o Toshiba, que estava embaixo de tudo...

- Foi quando o tempo fechou de vez. A mulher louca começou a gritar o mais alto possível que aquele não era o seu televisor... que havíamos trocado de aparelho.... De nada adiantou apontar para o televisor que estava junto ao chão e dizer que aquele era o Toshiba dela...

- Foi justamente quando Zé Maria resolveu dizer que “a senhora está maluca”... e aí piorou tudo de vez... ela resolveu denunciar a gente para o pessoal que estava na fila da casa lotérica aguardando a vez de fazer a aposta para a Mega Sena... Mais de 50 pessoas.... um show daqueles...

- Carlito, inocente como sempre, foi falar com o tal velho que continuava parado ao lado da carrocinha - “O senhor não viu que o televisor é aquele com caixa de madeira???”

- Só aí é que percebemos que o tal velho era talvez surdo, ou mais maluco ainda.... não falava nada... não sabia de nada... ficou mudo olhando para toda aquela confusão...

- Meia hora depois, quando o guarda municipal resolveu por ordem na rua, ninguém se entendia mais... o velho, encostado na carrocinha... a louca a esbravejar... o Toshiba no meio da calçada, e nós três a olhar para toda aquela bagunça...

- Daí termos tomado a decisão de não apanhar mais velharias... afinal de contas, até mesmo no interior os novos aparelhos estão presentes. Por isto as mudanças para a modernidade estavam por terminar.

- Ei!! Carlito!! Já ligou o modem ADSL no plugue? Agora teremos mais algumas companhias! Em caso de dificuldade vamos acessar alguns “fóruns” ligados a manutenção para agilizar as coisas...

-E também para dar uma mãozinha ao pessoal que está dependendo de uma dica... Anotou o nosso e-mail? Então, estamos prontos: Amanhã é um novo dia!!!

FOTO 1 - TONINHO EXISTE!!! Observem a “delicadeza” ao segurar o soldador com a mão direita e a camiseta de estudante. O nome dele? Toninho, claro!!!

ESTE TVKX É DEDICADO A TODOS OS TÉCNICOS QUE PARTICIPAM DOS DIVERSOS “FORUNS” DA WEB – “Quem sabe, reparte – Quem não sabe, procura“.

O Ampliceptor Greynolds LR3000

Marcelo Yared*

Aqui segue mais uma análise e restauração, desta vez de um equipamento de uma empresa conhecida na época pela qualidade de seus produtos, apesar de não ser tão grande. Este artigo foi publicado, originalmente, no sítio SomShow, de forma mais resumida.

Trata-se do ampliceptor Greynolds LR3000, o terceiro de uma família de quatro aparelhos produzidos pela Lambda Eletrônica, empresa localizada em São Paulo, que foi adquirida pela Bravox e logo após encerrou suas atividades - o LR1000, o LR1400, o LR3000 e o LR4000, este último, com mostrador digital para sintonia em FM e com memória de estações.

O LR3000 é idêntico ao LR4000, a menos do mostrador e das funções de memória do último. É uma peça muito bonita, aliás, como todos os equipamentos fabricados pela Lambda Eletrônica.

Preferi restaurar o LR3000 exatamente pela sintonia de ponteiro, que acho mais representativa daquela época. O equipamento é bem completo e muito bonito, tem saída para três pares de caixas, controle de médios, filtros de graves e agudos, atenuador de volume e entrada para dois gravadores e dois toca-discos, além da entrada auxiliar.

A sintonia em FM é muito boa. Dois pedaços de fio simples e consigo captar bem as estações. O equipamento estava bem cuidado, mas com sinais de falta de uso e alguma oxidação. Deoxit nos conectores e chaves, ALPS, e tudo ficou OK.

***Engenheiro Eletricista**

Eu adquiri este equipamento relativamente barato no ML, pois ele estava sem a roldana do eixo de sintonia, mas a corda e o ponteiro estavam intactos.

Comprei no ML a roldana do PR1800 da Polyvox, que tem a mesmo tamanho de mostrador e ficou bom. Durante o processo a bucha plástica do eixo do *knob* de sintonia trincou, ressecada, e assim improvisei uma de aço, que revesti com plástico internamente. Não trinca mais, apenas a sintonia ficou um pouco mais pesada, mas nada demais. Acho melhor, inclusive.

Ligado pela primeira vez o equipamento funcionou corretamente, lubrificados os potenciômetros e chaves, tudo certo.

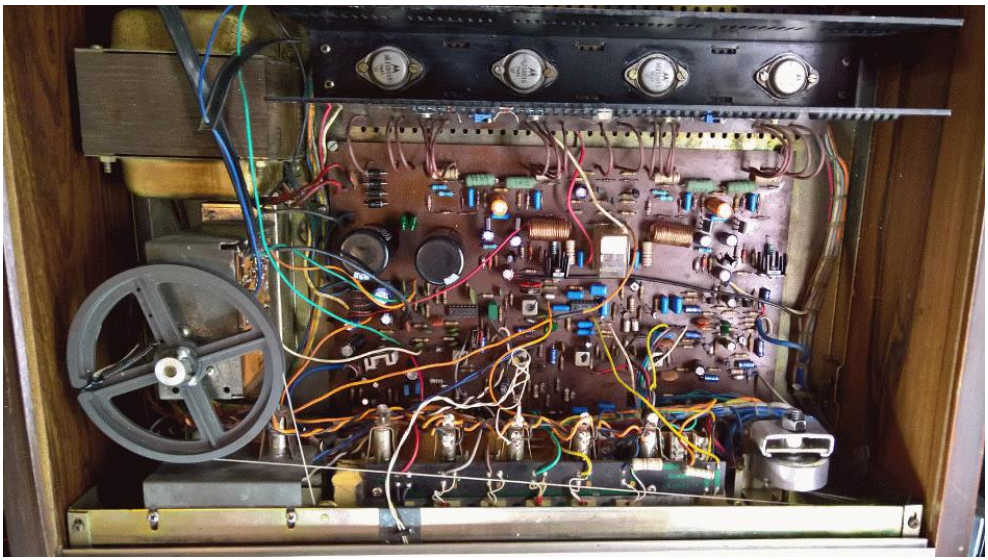
Parti então para substituição de todos os capacitores eletrolíticos, sendo que os principais da fonte, apesar de ainda funcionais, já apresentavam vazamento de eletrólito, e aproveitei para trocar todos os "zebrinhas" de poliéster também, visto que vários apresentavam as famigeradas rachaduras em seus terminais... pela foto abaixo dá para perceber a trabalheira... e ainda não eram todos...

Os capacitores de filtro principais, de 5000uF/50v foram trocados por unidades de 10000uF/50v, EPCOS, mas o valor original estava bem satisfatório. Troquei os retificadores de 2A por unidades de 3A, pois pretendia fazer testes bem pesados com ele e queria um pouco de folga nesses componentes.

Duas das lâmpadas do mostrador estavam fracas, foram trocadas e todas foram limpas, pois estavam bem encardidas. Esse aparelho devia estar em algum móvel, em região de praia e com pouco uso, ao que tudo indica.

Os transistores de saída são os robustos MJ15015 da Motorola, em dissipador de calor mais que adequado para o uso residencial, o que demonstra cuidado com essa etapa do projeto, evitando-se o uso, muito comum, à época, do tradicional 2N3055 próximo (ou às vezes um pouco acima) de seu limite máximo garantido de V_{CEo}.

O circuito de amplificação era o tradicional do manual da RCA, em simetria quase complementar, sem alguns refinamentos do que consta no manual, mas funciona a contento, com boa qualidade.



Passada a etapa de revitalização, chegou a hora de ligar e testar o aparelho. A primeira coisa que faço é verificar a tensão de entrada adequada para os aparelhos que analiso e, neste caso, como em vários outros que presenciei, a tensão de alimentação correta para o equipamento não é a especificada na chave do painel.

São Paulo, normalmente, era o maior mercado para muitas dessas marcas e era mais barato fabricar transformadores com dois enrolamentos de mesmo fio para colocar em série ou em paralelo, conforme a seleção da chave de tensão, mas isso criava um problema, pois para estados com 127VCA isso significaria 254VCA se colocado em série, ou seja, a tensão que alimenta o amplificador de potência cairia a aproximadamente 87% de seu valor nominal em redes de 220VCA, padrão para as redes mais modernas, como a de Brasília, por exemplo, onde resido.

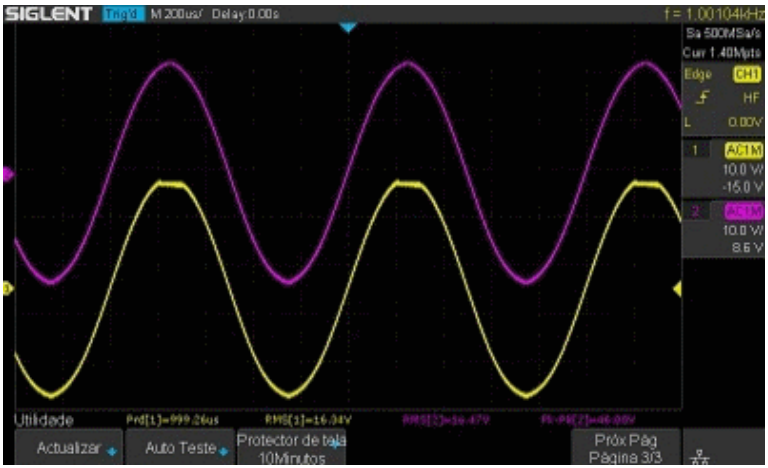
Se os enrolamentos fossem de 110V, ao contrário, haveria sobretensão teórica de aproximadamente 15% quando alimentado por redes de 127VCA, o que poderia ser complicado para a vida útil dos equipamentos.

Assim, como o mercado de 127VCA era maior, a escolha era a de mais segurança, e menor custo, emho. Todos os testes abaixo descritos foram feitos em 127VCA/60Hz. Eu pretendia apenas fechar e testar o aparelho, o que achava que seria rápido, e realmente ele se comportou bem, até o teste de máxima potência em 4 ohms de carga.

Neste caso, após alguns segundos, a senoide de teste achatava o pico superior, o que, em audição normal, poderia passar desapercebido, mas inviabilizava os testes estáticos. Parti para resolver isso e confesso que me deu muito trabalho. Aproveitei que estava mexendo nele e troquei diversos resistores por unidades de filme metálico, menos ruidosas, casei os transistores da entrada diferencial, diminuindo a tensão DC na saída e também coloquei um trimpot multivoltas para ajustar com precisão a corrente de repouso do amplificador.

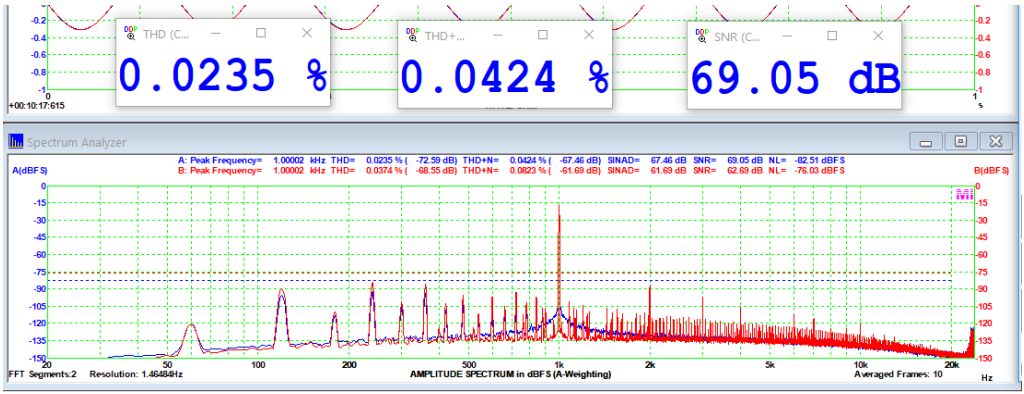
Para resumir a ópera, o problema veio de fábrica e era decorrente de assimetria de estágios de saída e intermediários, além de valores acima de tolerância desejada e de resistores um pouco restritivos no estágio de proteção contra sobrecargas na saída. Foram quatro noites "malhando" no bicho, mas no final deu tudo certo.

Vejam abaixo o problema em um canal não ajustado e comparem com o outro (roxo) já trabalhado:

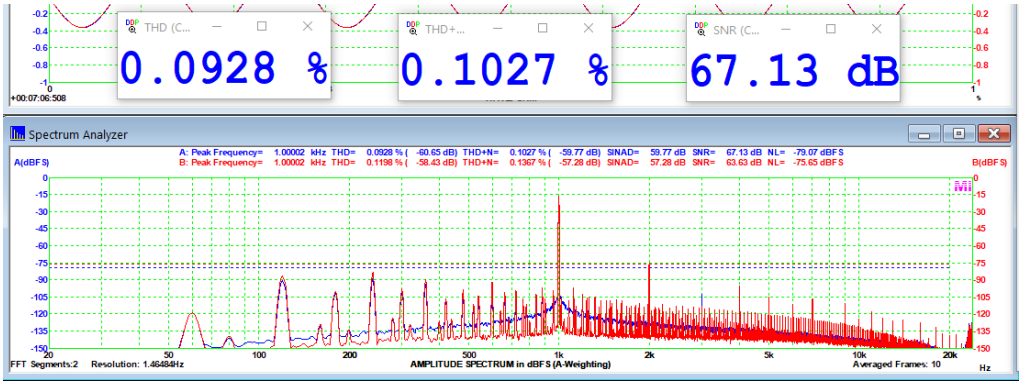


Com isso, partimos finalmente para as medições e utilizamos como referência os valores descritos no site Audiorama (http://www.audiorama.com.br/greynolds/#LR-3000), obtivemos:

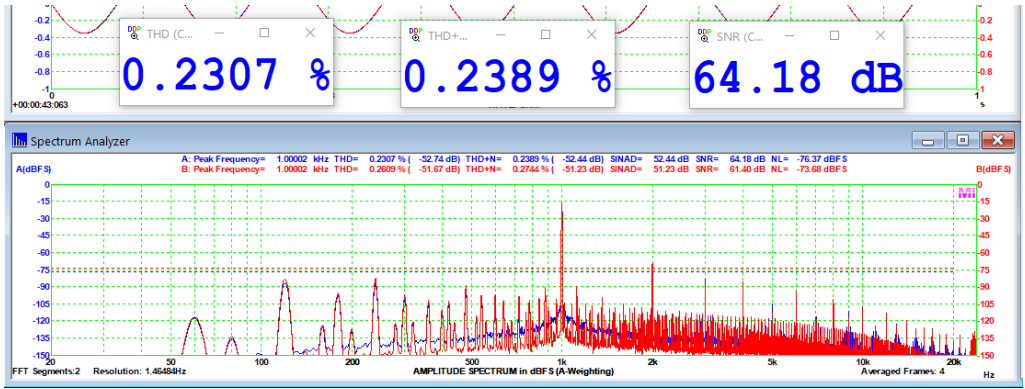
Distorção Harmônica Total a 1W/1kHz/8Ω - Ponderação A



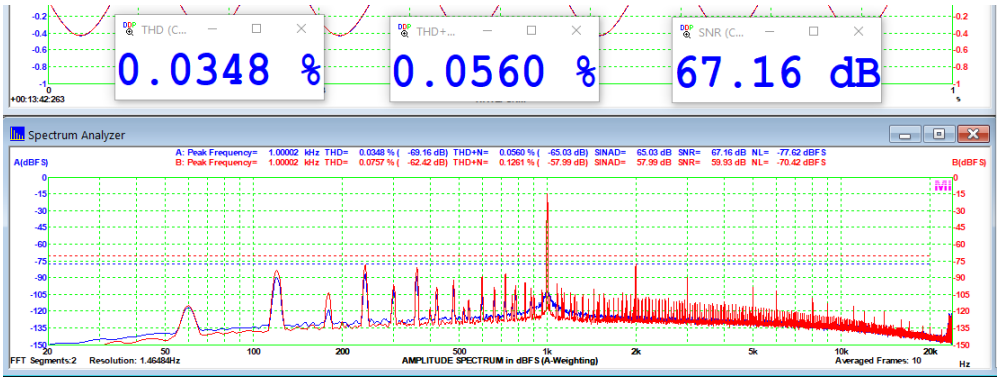
Distorção Harmônica Total a 1W/10kHz/8Ω - Ponderação A



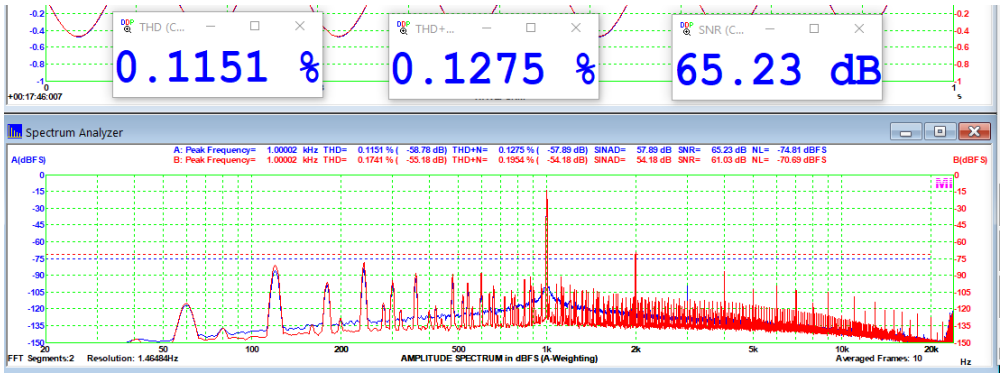
Distorção Harmônica Total a 50W/10kHz/8Ω - Ponderação A



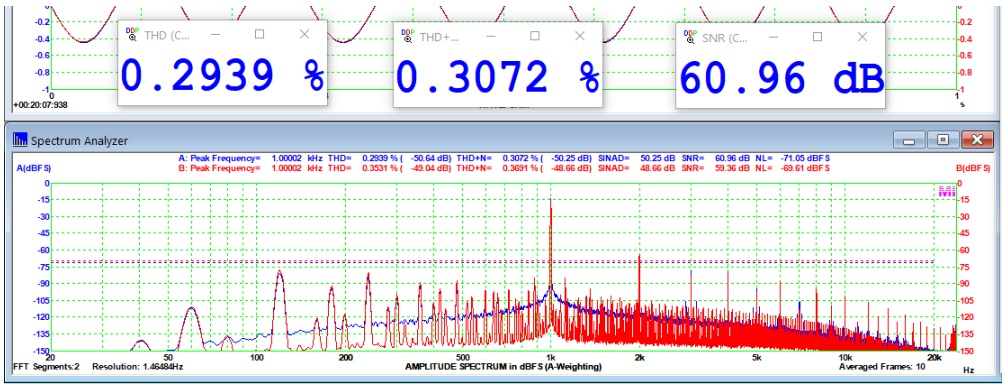
Distorção Harmônica Total a 1W/10kHz/4Ω - Ponderação A



Distorção Harmônica Total a 10W/10kHz/4Ω - Ponderação A

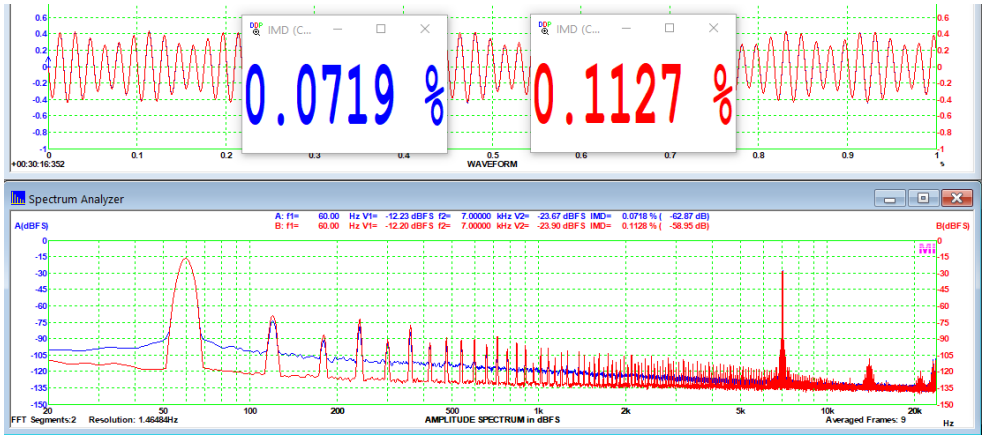


Distorção Harmônica Total a 65W/10kHz/4Ω - Ponderação A

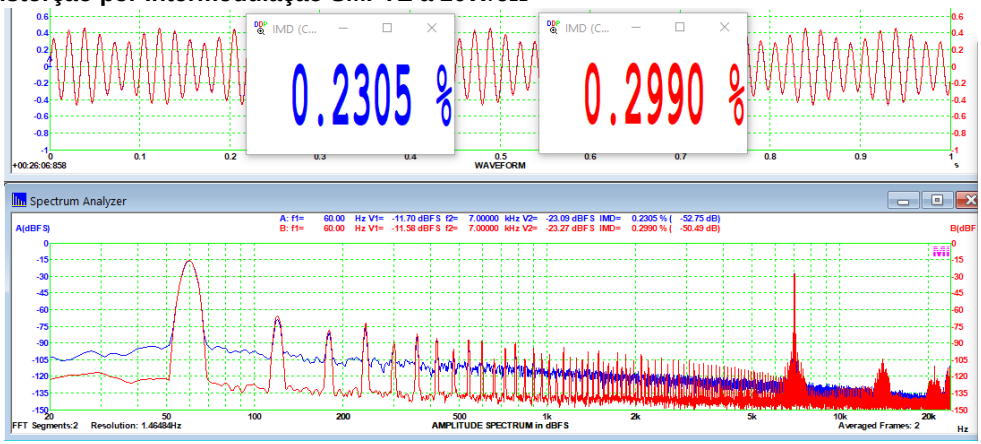


Observem que os valores de DHT estão bons, para a época, com baixa distorção nas faixas normais de audição, e boa resposta. Com um canal em carga consegui mais que 80 watts em 4Ω, ou seja, em regime musical esse equipamento dá conta facilmente de quatro boas caixas, sem maiores dificuldades.

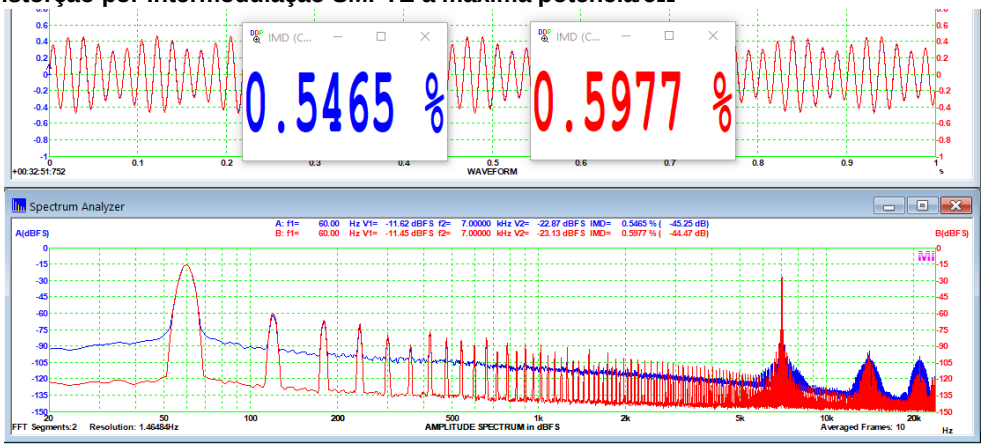
Distorção por Intermodulação SMPTE a 1W/8Ω



Distorção por Intermodulação SMPTE a 10W/8Ω

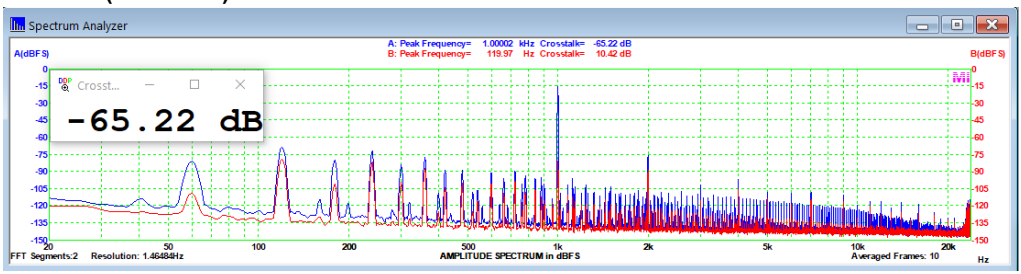


Distorção por Intermodulação SMPTE à máxima potência/8Ω

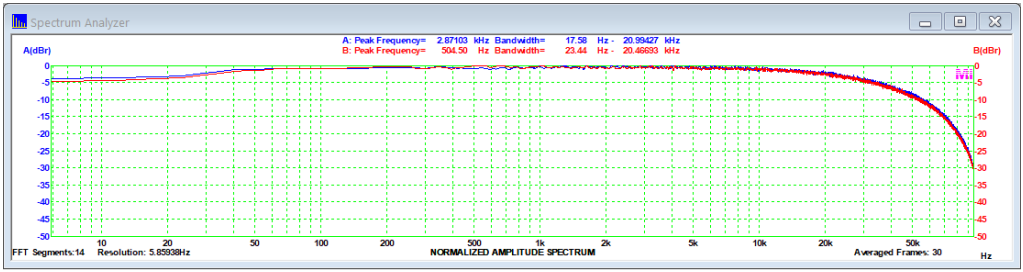


Os valores de DI são os usuais para os equipamentos da época, e permitem uma audição agradável.

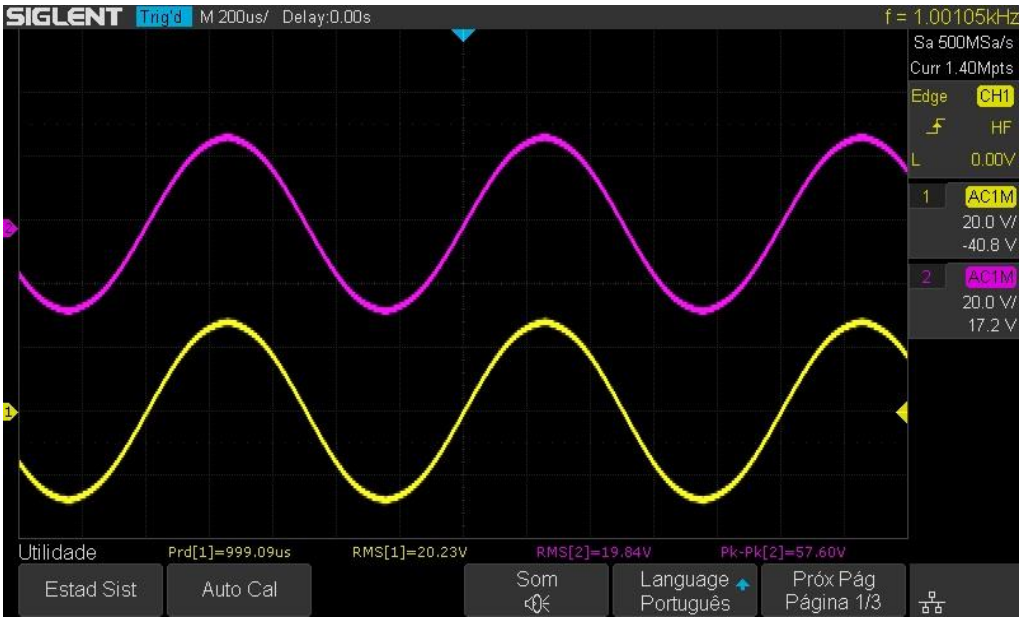
Diafonia (Crosstalk) a 10W/1kHz/8Ω



Resposta em Frequência a 10W/8Ω - 20Hz a 30kHz (-3dB)



Potência de Saída no Limite do Ceifamento em 1kHz/8Ω - 51W



Potência de Saída no Limite do Ceifamento em 1kHz/4Ω - 66W

Se a fonte fosse estabilizada, ou o transformador tivesse maior capacidade, somente, com esses parrudos MJ na saída, este amplificador entregaria fácil em torno de 100 watts por canal. O Fator de amortecimento, em torno de 40, a 1kHz/10W/8Ω, é bom.

Também verifiquei os valores de atenuação e reforço do *loudness* e dos controles de tonalidade, que batem com o informado.

A tabela abaixo resume as medições feitas e permite um comparativo com o divulgado:

	ESPECIFICADO	MEDIDO	OBSERVAÇÃO
Potência de saída por canal	50W	51W	1kHz 8Ω
	72W	66W (81W 1 canal)	1kHz 4Ω
Resposta em frequência	10Hz – 30kHz (-1dB)	20Hz – 30kHz	-3dB a 1W/8Ω
Distorção harmônica total	NA	0,290%	Máx Pot 4Ω 1kHz
	0,20%	0,230%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,093%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,023%	1W 8Ω 1kHz
Distorção por intermodulação (SMPTE)	NA	0,130%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,230%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,072%	1W 8Ω 1kHz
Fator de amortecimento	50	40	1W 8Ω 1kHz
Relação Sinal/Ruído	70dB (line)	>64dB (aux)	Máx pot 1kHz 8Ω
Crosstalk	NA	<65dB (ampl)	1W 8Ω 1kHz

A diafonia e a relação sinal-ruído são boas, levando rem conta a complexidade do aparelho. Como ele é bem potente e têm a possibilidade de se separar os pré-amplificador do estágio de potência, com certeza sua etapa de saída, utilizada separadamente, apresentará valores objetivos melhores que os medidos.

Como pode ser visto, a tabela acima mostra boas características de performance geral para o produto.

A lambda Eletrônica não economizou engenharia e recursos no LR3000 e no LR4000, que, além disso, são mesmo muito bonitos e bem acabados.

Em síntese, podemos dizer que, na época, esse ampliceptor era um dos mais completos do mercado, com boas características técnicas, mais recursos do que os existentes na maior parte da concorrência e muito boa capacidade de entregar potência para as caixas que estivessem conectadas.

Enquanto escrevo este texto sintonizo a Antenna1 no LR3000, e a audição está bem agradável, sem distorções, ruídos ou sensação de fadiga.

Como essa rádio está na Internet, pude colocar o computador na entrada auxiliar e equalizar os volumes para comparar os sinais.

De cara percebo que a transmissão digital, além do esperado retardo, apresenta menos graves que a em FM, o que é interessante, mas ambas as fontes são muito boas quando reproduzidas nesse ampliceptor.

E é isso aí.

Abraço a todos, e até nossa próxima análise.

João Alexandre Silveira*

Bem-vindos, caros leitores, novamente, a mais um capítulo de nossa série de experimentos com a linguagem Python para técnicos e engenheiros em Eletrônica. Como dissemos desde o início, nossa proposta com estes artigos mensais é tentar mostrar ao pessoal de *hardware* que fazer montagens com objetos de *software,* além de divertido, é tão fácil quanto montar um circuito eletrônico. Todos nós da Eletrônica já sabemos que os principais objetos usados para uma montagem eletrônica são resistores, capacitores, transistores, indutores e circuitos integrados.

E, agora, também sabemos que os principais objetos para a montagem de um *script* (programa) em Python são as variáveis, a estrutura condicional *if* e os laços de repetição, os operadores lógicos e aritméticos, as funções, as listas, as tuplas e também os dicionários e as bibliotecas. Tudo isso já vimos nos quatro primeiros artigos.

Nesta nossa série não iremos tratar de programação orientada a objetos (*OOP – Object-Oriented Programming*). O assunto daria uma nova série de artigos um tanto longa. Mas podemos adiantar o que é um *objeto*, o que é uma *classe* e uma *instância* em Python, conceitos básicos da programação *OOP*.

Vamos lá. Pense num instrumento de medição elétrica (analógico ou digital), como uma caixa retangular média de cor amarela, que contêm um mostrador na parte superior e uma chave seletora no centro de uma escala logo debaixo do mostrador. Mais embaixo vêm três bornes de cores distintas onde se pode conectar dois cabos das mesmas cores. Tudo o que descrevemos acima pode ser os *Atributos* ou *propriedades* de um instrumento de medição elétrica.

*__Autor do livro “Experimentos com o Arduino”, disponível em__ www.amazon.com.br

Continuando, este nosso aparelho tem a funcionalidade de, por exemplo, mensurar a grandeza de alguns fenômenos elétricos, como voltagens e correntes AC ou DC e determinar o valor de uma resistência à passagem da corrente elétrica. Também podemos testar a continuidade elétrica entre dois pontos e podemos até incluir medição de capacitâncias e de baixas frequências.

Agora estamos falando dos *Métodos* do instrumento de medição que concebemos, um *Objeto* conhecido por multímetro, o eterno companheiro do eletrônico!

Atributos e *Métodos*. Esses são dois conceitos da programação *OOP* relacionados aos objetos que o programador Python pensa em criar. Os atributos são sempre substantivos: tamanho, cor, peso, textura. Os métodos são sempre verbos: medir, aferir, multiplicar, testar. Todas as modernas linguagens de programação permitem dessa forma ao programador modificar estruturas já criadas, customizando seus atributos e métodos, e, assim, conseguir novas funcionalidades.

O instrumento de medidas elétricas tomado acima como exemplo, com mostrador, escala com chave seletora e ponteiras, pertence a uma classe de aparelhos usados por profissionais da área de Eletrônica: a *classe* multímetro. O instrumento amarelo que idealizamos é uma *instância* (objeto) da *classe multímetro*. São instâncias de uma classe objetos cujos comportamentos e estados são definidos pela classe. Conhecendo os *atributos* e *métodos* da *classe* multímetro, podemos criar, por exemplo, um novo instrumento que possa detectar ínfimas variações na corrente elétrica que podem surgir na interação de campos elétricos com substâncias radioativas. Entendidos esses conceitos, podemos ir adiante.

Mais experimentos com Erros & Exceções em Python

No capítulo 5 discorremos sobre como tratar os erros e as exceções que sempre podem ocorrer quando da montagem de um *script* usando a linguagem Python. Dissemos que os erros quase sempre são detectados durante a *compilação* (transformação) do código fonte escrito pelo programador, segundo a sintaxe da linguagem em código objeto, somente inteligível pelo processador da máquina. Já as exceções vimos que podem aparecer quando o *script,* depois de compilado, é executado.

Naquele artigo até fizemos experimentos com *scripts* para detectar exceções causadas quando da divisão de um número por zero; quando passamos para uma função uma *string* em vez de um número; e quando tentamos acessar numa lista um item que não existe. Vale a pena reforçar esse entendimento sobre erros e exceções com mais alguns exemplos, antes de tratarmos do tema do artigo desse mês: leitura e escrita de arquivos texto em Python.

Só para relembrar o que já vimos na parte 5, vamos de novo tratar essas exceções citadas acima numa única função em Python. Veja a tela *Colab* abaixo.

```
[19]  1 lst_1 = [1,2,0,4.7,'R1']
      2
      3 def invert_lst(lst_1):
      4     for num in lst_1:
      5         try:
      6             print(1/num)
      7         except ZeroDivisionError:
      8             print('erro: divisão por zero!')
      9         except TypeError:
     10             print('erro: não é um número!')
     11
     12 print(invert_lst(lst_1))
     13

1.0
0.5
erro: divisão por zero!
0.2127659574468085
erro: não é um número!
```

Nesse *script*, na primeira linha, criamos uma lista com 5 elementos, sendo o último deles uma *string*. Depois criamos a função *invert_list(),* que recebe uma lista e inverte cada elemento nela contido, ou seja, divide 1 pelo valor de cada item da lista. Na linha 12 queremos ver o que acontece quando chamamos a função e passamos a lista criada no início para ela. Incluímos o nosso já conhecido par *try/except* dentro da função para detectar algumas possíveis exceções.

Não tivemos problemas na divisão com os dois primeiros itens, que são números inteiros reais. Já o terceiro item, que é 0, não passou no teste de divisão e, por isso, uma mensagem de *ZeroDivisionError* foi enviada ao usuário. O quarto item, um número fracionário, também pôde ser invertido normalmente. Mas o quinto item também causou um erro, agora um *TypeError*, divisão de um inteiro por uma *string*, quando da execução do *script*. Pensamos que agora fechamos de vez esse tema tão importante que é o tratamento de erros e exceções.

Leitura de Arquivos Texto no Python

Os *scripts* (programas) dos experimentos com Python que escrevemos até agora na plataforma *Colab* foram todos armazenados num computador remoto da *Google* na forma de arquivos, que acessamos via *web*. Também podemos criar esses arquivos com editores de textos simples, como o *Notepad*, e salvá-los localmente, no disco do nosso PC.

Todos esses arquivos têm seus próprios nomes, que são únicos para um mesmo projeto. Eles têm também, ligada ao nome, uma extensão identificadora do tipo de arquivo. Os *scripts* escritos na linguagem Python tem a extensão *.py* depois do nome. Os arquivos texto sem formatação tem a extensão *.txt* e arquivos *Word*, que são formatados, vem com *.docx* depois do nome. Até aqui tudo bem.

Um arquivo *.txt* é composto por um bloco com caracteres não formatados estruturados em linhas, cuja abertura não depende de um programa específico. Todos os sistemas operacionais já vem com um editor de textos na forma de um bloco de notas que abre qualquer arquivo *.txt*.

Já os processadores de texto, como o *Word* do *Windows* ou o *Write* do pacote *LibreOffice*, são outra classe de editores, onde podemos formatar títulos com fontes grandes, sublinhar ou colorir partes do texto e até inserir imagens.

Um arquivo formatado somente poderá ser 'entendido' por um programa compatível com aquele que o formatou. Tente abrir um arquivo *.docx* num bloco de notas como o *Notepad* e observe a confusão de caracteres que aparece na tela.

Atualmente tudo e todos estamos em arquivos. Dados, imagens, áudios e vídeos coletados mundo a fora estão disponíveis em arquivos de graça ou pagos na *internet*. Um arquivo é somente uma coleção de símbolos na forma de caracteres *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*) que codificam uma informação útil e que, assim, pode ser transmitida a qualquer lugar no espaço e no tempo.

Um arquivo *.txt* tanto pode conter um texto simples com linhas de instruções, ou um conjunto de informações coletadas por um sensor distante. Também podemos fazer uma 'raspagem' (em inglês *scraping*) diretamente em uma página na *internet* para coletar alguma informação com o clássico trio: *marcar-copiar-colar,* ou baixar o arquivo, se este estiver disponível para *download*.

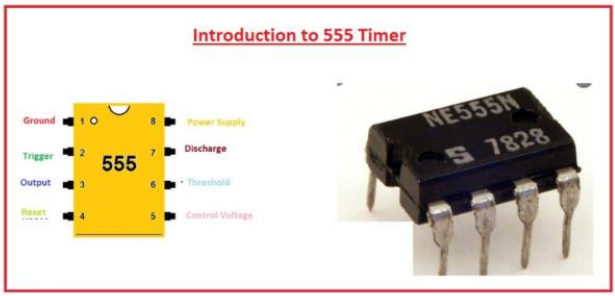
Nos nossos experimentos com Python com leitura e escrita de arquivos do tipo texto, com extensão *.txt*, vamos recolher alguns dados sobre o aniversariante *LM-555*, que neste ano está fazendo 50 anos, da página *web* https://www.theengineeringknowledge.com/introduction-to-555-timer-working-circuit-pinout-applications/.

Abra essa página na *internet* e marque com o botão esquerdo do *mouse* somente o texto do tópico '*Introduction to 555 Timer*'.

Veja a tela a seguir:

Introduction to 555 Timer

- The 555 timer is integrated circuitry used in such applications where usage of pulse, delay of time and oscillation is needed.
- There are 2 modules of 556 in single packaging and four 558 modules in a single casing.
- The first time it was used in 1972. There are many manufacturers are creating this device.
- There are normally twenty-five transistors fifteen resistances and two diodes are positioned a single board.
- This board comes up with eight pinouts that are dual inline packaging.
- Some modules of these categories like 556 come with fourteen pinouts and 558 has sixteen pinouts.
- Its temperature range where it works is between zero to seventy centigrade.
- The voltage range for which it operates is 4.5 volts to fifteen volts dc.
- There are flip flops, voltage dividers and comparators are configured at the board of this device.
- normally it employed to offer the time delay where it used.
- It operation modes are monostable, bistable.
- It comprises of 3 resistances of five kilo-ohms in series combination to voltage dividers modules so-known as 555 timers.
- It provides the larger value current at the output terminal so used to operates TTL.



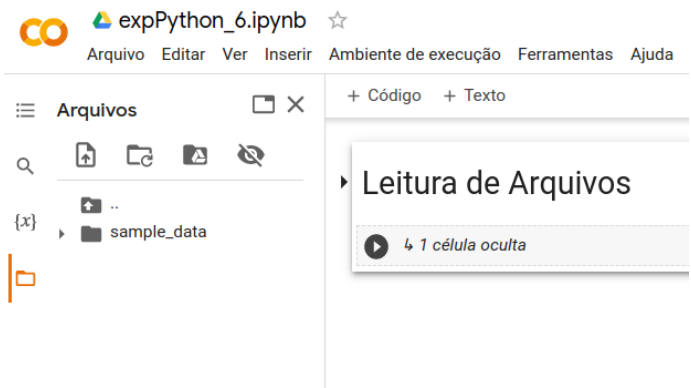
Agora, copie essa região marcada para a área de transferência (*Ctrl+C*) e o cole (*Ctrl+V*) no bloco de notas do seu sistema operacional. Veja que capturamos o texto sem nenhuma formatação diretamente do código *HTML,* que foi enviado por um servidor *web* remoto para o seu navegador de *internet*. Este sim, como os processadores de texto, vai interpretar a formatação *HTML* embutida com o texto e renderizar uma tela no seu monitor. Por fim, salve esse arquivo como, por exemplo, *timer555.txt,* na área de trabalho (*Desktop*) do seu PC.

Lendo um arquivo no disco do PC

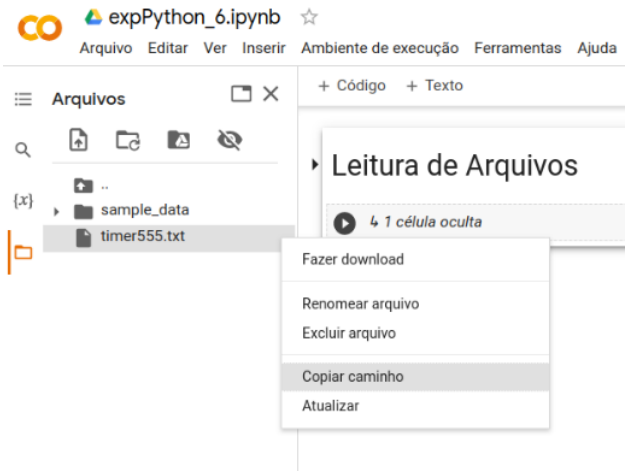
No Python podemos abrir qualquer arquivo *.txt* com o método *open()* de sua biblioteca básica e depois manipular o seu conteúdo. Uma vez aberto, este arquivo passa a ser mais um objeto que se integra aos outros objetos Python criados no *script*. Depois de utilizar o arquivo, devemos sempre fechá-lo com o método *close()*. Vamos abrir e ler o conteúdo do arquivo *timer555.txt* que criamos acima na nossa área de trabalho.

Vejamos primeiro o método *open()* de abertura de arquivos em Python. Esse método, como uma função com retorno em Python, retorna um objeto *manipulador de arquivos* (*file handler*) com o qual podemos realizar diversas operações sobre o conteúdo de um arquivo. Todas as ferramentas que podem afetar o arquivo são chamadas a partir desse objeto *file handler*. Normalmente nomeamos uma variável e lhe atribuímos esse objeto manipulador.

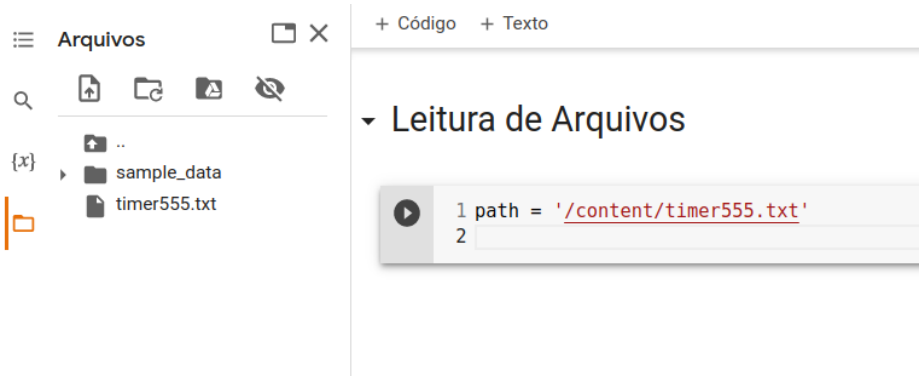
Na sua plataforma *Google Colab* abra à esquerda da tela a aba '*Arquivos*', clicando no ícone como uma pasta; o último à esquerda. Veja a tela a seguir.



Agora clique no ícone com uma seta de *upload* para carregar temporariamente o arquivo no seu ambiente atual de execução. Encontre o arquivo na área de trabalho do seu PC e clique duas vezes nele (ou clique uma vez nele e no botão '*open*'). Copie para a área de transferência o caminho do arquivo, clicando nos 3 pontos ao lado do nome do arquivo e em '*Copiar caminho*'. Como na tela a seguir.



Agora, na primeira célula do *Colab*, crie uma variável chamada *path* e lhe atribua o conteúdo da área de transferência entre aspas simples. Veja a próxima tela.



Para fechar a aba de arquivos, clique no 'X' no topo da aba. OK, agora vamos abrir esse arquivo de texto com o método *open()* no modo *somente leitura*, e atribuir o seu conteúdo à uma variável chamada *file*.

A sintaxe desse método para leitura é: *open('nome_arquivo', 'r')*. Na verdade o segundo parâmetro, *'r'* de *read*, pode até ser dispensado, pois leitura é o modo *default* do método *open()*. A linha 3 do nosso *script* mostra o que temos nesse arquivo *timer555.txt* e a linha 5 fecha o arquivo. Veja a tela *Colab* seguinte.

```
[5]  1 path = '/content/timer555.txt'
     2
     3 file = open(path, 'r')
     4 print(file.read())
     5 file.close()
     6
```

```
Introduction to 555 Timer
The 555 timer is integrated circuitry used in such applications where usage c
There are 2 modules of 556 in single packaging and four 558 modules in a sing
The first time it was used in 1972. There are many manufacturers are creating
There are normally twenty-five transistors fifteen resistances and two diodes
This board comes up with eight pinouts that are dual inline packaging.
Some modules of these categories like 556 come with fourteen pinouts and 558
Its temperature range where it works is between zero to seventy centigrade.
The voltage range for which it operates is 4.5 volts to fifteen volts dc.
There are flip flops, voltage dividers and comparators are configured at the
normally it employed to offer the time delay where it used.
It operation modes are monostable, bistable.
It comprises of 3 resistances of five kilo-ohms in series combination to volt
It provides the larger value current at the output terminal so used to operat
```

Veja que temos 14 linhas com caracteres que formam palavras e estas, frases inteiras. Cada linha termina com um caractere de controle que não vemos: o caractere *LF* (*line-Feed*), que sinaliza o fim da presente linha; e que uma nova linha já pode ser acrescentada ao texto.

Esse comando é herança do conjunto de controles para impressoras matriciais. Seu código na tabela *ASCII* é o decimal 10. No Python o comando *LF* é representado por '\n'. Assim, no final de cada linha do nosso arquivo *timer555.txt* temos também o caractere invisível '\n'.

Se quisermos ler somente a primeira linha do arquivo podemos ou passar o número de caracteres da linha (25 *bytes*) com *print(file.read(25))*, ou com *print(file.readline()).* A ferramenta *readline()* retorna uma nova linha de texto de acordo com um ponteiro que é incrementado a cada nova chamada.

```
[17]  1 path = '/content/timer555.txt'
      2
      3 file = open(path, 'r')
      4 #print(file.read(25))
      5 #print(file.readline())
      6
      7 lst_1 = file.readlines()
      8 print(lst_1[0:2])
      9
     10 file.close()
     11
```

```
['Introduction to 555 Timer\n', 'The 555 timer is integrated circui
```

O método *readlines()* - repare o 's'- retorna cada linha como um elemento de uma lista. No exemplo, queremos ver somente as 3 primeiras linhas do arquivo. Repare também que agora, na lista, o caractere de controle '\n' aparece no final de cada linha.

Nossa variável *file*, na linha 3, o manipulador de arquivos, é um objeto iterável e portanto podemos usá-lo num laço de repetição *for* para listar todas as linhas do arquivo, como no exemplo da tela a seguir.

O método *rstrip()* aplicado a cada elemento iterado serve para eliminar caractere '\n' extra que a função *print()* sempre insere no final de cada linha que mostra na tela.

```
[21]  1 path = '/content/timer555.txt'
      2
      3 file = open(path, 'r')
      4 for i in file:
      5     print(i.rstrip())
      6
      7 file.close()
```

```
Introduction to 555 Timer
The 555 timer is integrated circuitry used in such applications where usage c
There are 2 modules of 556 in single packaging and four 558 modules in a sing
The first time it was used in 1972. There are many manufacturers are creating
There are normally twenty-five transistors fifteen resistances and two diodes
This board comes up with eight pinouts that are dual inline packaging.
Some modules of these categories like 556 come with fourteen pinouts and 558
Its temperature range where it works is between zero to seventy centigrade.
The voltage range for which it operates is 4.5 volts to fifteen volts dc.
There are flip flops, voltage dividers and comparators are configured at the
normally it employed to offer the time delay where it used.
It operation modes are monostable, bistable.
It comprises of 3 resistances of five kilo-ohms in series combination to volt
It provides the larger value current at the output terminal so used to operat
```

Note que não devemos esquecer de fechar o arquivo aberto com o método *close()* depois de usá-lo. Mas, no Python, podemos fechar automaticamente um arquivo usando a declaração *with* antes de abri-lo com o método *open()*, não sendo necessária a invocação do método *close()*. Veja a tela a seguir.

```
[24]  1 path = '/content/timer555.txt'
      2
      3 with open(path, 'r') as file:
      4     print(file.readlines()[0:2])
      5
```

```
['Introduction to 555 Timer\n', 'The 555 timer is integrated circuit
```

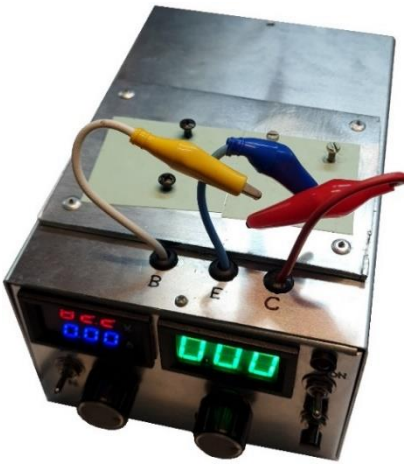
Caros leitores, nos estendemos mais do que gostaríamos nesses exemplos de abertura e leitura de arquivos textos com Python. Vamos deixar para os próximos artigos a escrita em arquivos desse tipo, e também a leitura e escrita em arquivos com extensão *.csv* e *xlsx*, com *scripts* Python.

Até breve!

Links:
Livro digital do autor '*Experimentos com o Arduino*': https://www.amazon.com.br
Sobre o Timer 555: https://www.theengineeringknowledge.com/introduction-to-555-timer-working-circuit-pinout-applications/
Sobre a tabela ASCII: https://documentacao.senior.com.br/tecnologia/6.2.35/informacoes-tecnicas/tabela-ascii.htm

Monte um Testador de Transistores Bipolares de Potência - II

Marcelo Yared*



Em continuação do artigo do mês passado, vamos mostrar algumas características importantes dos transistores bipolares de potência, bem como os resultados dos testes realizados.

No artigo sobre o teste de capacitâncias (revista-antenna.com.br/transistores-falsos-como-reconhece-los/), esclarecemos que o método de medição de C_{BE}, apesar de bastante útil, poderia não ser definitivo, e que ele é mais seguro se sabemos o valor médio da capacitância de base para o transistor, para cada fabricante.

Após a invenção do transistor bipolar, por W. Shockley, J. Barden, e W. Brattain, em 1947, muita pesquisa foi feita sobre esse, então, novo dispositivo, e suas características foram aprimoradas com o tempo. Novos materiais e técnicas de produção mais precisas e eficientes foram inventadas.

A partir da década de 1950, diversos fabricantes, tais como a RCA, Fairchild, Texas Instruments e outros, se dedicaram a fabricar e comercializar seus transistores. Concomitantemente, indústrias europeias, como a Philips e a Siemens, também entraram no ramo. Os japoneses, como a Toshiba, a NEC e a Sanken, seguiram os mesmos passos e, na década de 1970, havia três padronizações distintas de semicondutores, nas três regiões do planeta, e que permanecem até hoje, embora muitos fabricantes tenham adotado numerações e especificações particulares para seus dispositivos.

Para o caso de transistores bipolares de silício, de uma forma geral, os fabricantes americanos seguiam uma sequência numérica no formato 2Nxxxx, TIP ou MJ, os europeus a sequência de duas, ou mais, letras, começando por B, seguidas por três números. Já os japoneses estabeleceram padrão similar ao americano, com a sequência no formato 2Sxxxx.

Com o crescimento do mercado, esses fabricantes passaram a disponibilizar transistores com as numerações de cada região, conforme a conveniência, assim, não era incomum encontrarmos transistores BD fabricados pela onsemi (antiga Motorola) ou TIP fabricados por japoneses.

***Engenheiro Eletricista**

Acima, podemos ver denominações americanas fabricadas por empresas japonesas e taiwanesas, bem como japonesas sendo fabricadas por americanos. A demanda e a globalização, que aumentaram a partir da década de 1970, impulsionaram o fenômeno.

Com o passar do tempo e a movimentação das manufaturas de semicondutores para a Ásia, notadamente para a China, Taiwan e Índia, praticamente todos os semicondutores de potência vendidos atualmente são produzidos nesses países, mesmo que de marcas europeias ou americanas.

Como vocês verão adiante, transistores de mesma especificação, mas de fabricantes diferentes, têm valores de capacitâncias intereletródicas diferentes entre si, e, também, podem ser construídos de diversas formas, dependendo da funcionalidade, fabricante e de sua estrutura.

Nos caso dos transistores de potência bipolares, a **estrutura** se refere a fatores como a profundidade da junção, os tipos e a quantidade das impureza utilizadas na fabricação e os espaçamentos entre as camadas do transistor.

Na tabela abaixo, que foi publicada no manual **RCA Power Transistor Applications**, de 1983, podemos ver os tipos de estruturas existentes para transistores de potência na década. Hoje, algumas dessas estruturas não são mais utilizadas, como, por exemplo, as hometaxiais, e outras se consolidaram, como as epitaxiais.

Table I—Types of Structures for Silicon Power Transistors

Structure	Advantages	Disadvantages
Hometaxial-base	Electrically rugged, low cost, good voltage rating	Low speed, low upper-voltage limit (150-200 V)
Double-diffused mesa	High speed	High saturation resistance
Double-diffused planar	Uniformity of device characteristics, high speed, low leakage	High saturation resistance
Triple-diffused	High speed, low saturation resistance	Moderate cost, moderate leakage
Triple-diffused planar	Very low leakage, high speed, low saturation resistance	Higher cost
Double-diffused epitaxial mesa	High speed, low saturation resistance	Moderate cost, moderate leakage, less rugged
Double-diffused epitaxial planar	High speed, low leakage, low saturation resistance	High cost, less rugged
Epitaxial-base mesa	High current-carrying capability, moderate speed, low saturation resistance	Low voltage, moderate leakage
Multiple-epitaxial-base mesa	Good current-handling capability, moderate speed, low saturation resistance, electronically rugged, high voltage	Moderate cost
Double-diffused multiple-epitaxial mesa	High speed, electronically rugged, low saturation resistance, high collector-junction voltage ratings	Moderate cost, moderate leakage
Darlington (double-epitaxial, single-diffused)	Moderate speed, high gain, high input impedance	High saturation resistance

Delas, vale a pena o registro histórico de duas: a hometaxial, desenvolvida pela RCA e que resultava em transistores muito robustos, porém, com baixas velocidades de comutação e limitação na tensão máxima de trabalho. Nos manuais da RCA não é mais citada a partir de 1986.

A outra é a epitaxial, nas suas diferentes formas, e que permitiu avanços nas características dos transistores, que permanecem nos dias de hoje.

Também, a partir da década de 1980, com a redução dos custos de manufatura e das margens de lucro na fabricação de semicondutores, muitas empresas americanas e europeias se fundiram, foram compradas ou mesmo saíram deste mercado. Algumas foram adquiridas e incorporadas, como é o caso da RCA, e outras foram separadas das holdings originais e mudaram de nome, como é o caso da Motorola.

Feita esta pequena digressão acerca do mercado de semicondutores, vamos ver como os processos de fabricação distintos influenciam nas características dos componentes que adquirimos, e os cuidados que temos que ter ao adquirir e testar tais peças.

Começaremos pelos hometaxiais, tipicamente transistores da RCA, que hoje não são mais fabricados, mas que ainda podem ser adquiridos NOS ou mesmo aproveitados de equipamentos mais antigos.

Abaixo, temos as duas curvas de Área de Operação Segura (SOA) para o transistor 2N3055 hometaxial e para o epitaxial, ambos da RCA.

Observem o limite máximo seguro de corrente, para a tensão máxima entre coletor e emissor, retiradas do **RCA Power Devices Databook**, de 1981:

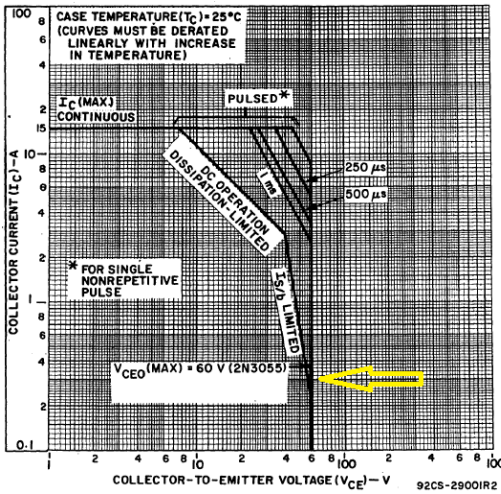


Fig. 9 — Maximum operating areas for 2N3055 (Epitaxial).

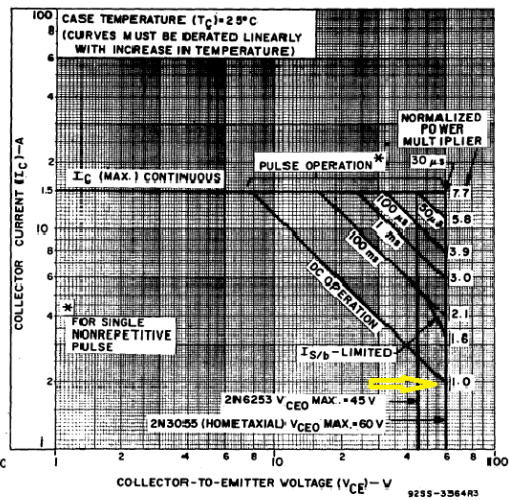


Fig. 4 — Maximum operating areas for 2N6253 and 2N3055 (Hometaxial).

Uma diferença significativa de capacidade máxima de corrente a 60V, quase seis vezes maior. Como esse dispositivo com a estrutura hometaxial apresentava menor velocidade de comutação e frequências de transição menores (800kHz versus 2,5MHz, eram recomendados para uso em frequências baixas ou em fontes de alimentação CC, com os epitaxiais sendo mais adequados para áudio-amplificação, por exemplo.

A RCA marcava seus transistores hometaxiais com a letra H, seja gravada no corpo do componente ou mesmo imprimindo-a no especificação. Na imagem abaixo, podemos ver que esse transistor foi produzido por inúmeros fabricantes, a partir da década de 1960, utilizando-se diversos processos e estruturas, conforme estas evoluíam.

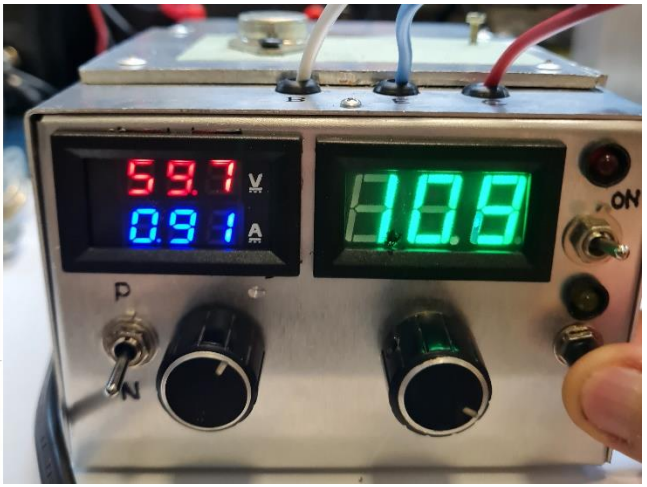
Este transistor requer atenção quando analisarmos suas características, porque, no caso do hometaxial, sua capacitância C_{BE}, é bastante diferente da do epitaxial, e pode levar a conclusões equivocadas quanto à sua originalidade. também é o caso do MJ2955, 2N6609, 2N3771, 2N3772 e 2N3773,

Vejamos abaixo:

A primeira unidade testada foi um 2N3055, da RCA, hometaxial, fabricado em 1979. No capacímetro, sua junção BE mediu 400pF.

No testador, resistiu, sem problemas, a aproximadamente 60V@1A, com ganho aproximado de (0,93A/7,6mA), ou seja, 122.

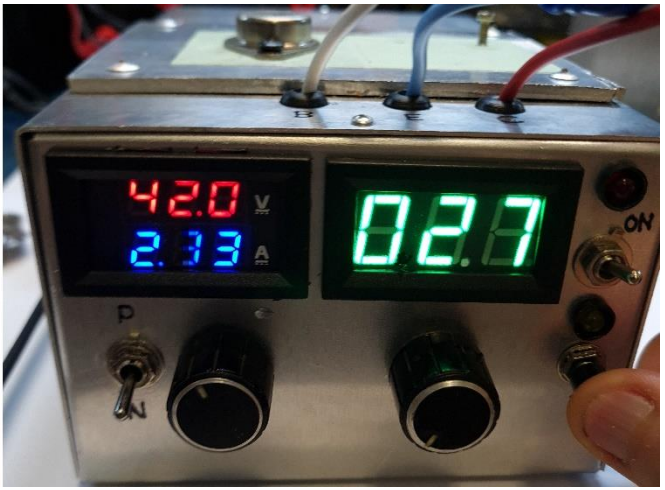
O próximo candidato foi um 2N3055 da BANEASA, uma marca do leste europeu, fabricado em 1988, cuja capacitância BE mediu 600pF, próxima, portanto da do RCA.



Vemos que não houve problema com ele quando testado a 60V, e o ganho, nesta condição, foi inferior ao do RCA, aproximadamente 90.

Observem que as capacitâncias medidas nos exemplares acima são baixas, se comparadas às dos transistores modernos. O 2N3055 da ST, mais novo, por exemplo, mede aproximadamente 1,2nF, na mesma condição.

Vejamos então este exemplar da ST, comprado recentemente no Mercado Livre, e, segundo o vendedor, de “procedência garantida”:



A foto foi tirada após o led de sobrecarga apagar, mas este transistor colapsou com 42V de V_{CE}, entrando em curto, não conseguindo alcançar os 60V garantidos no datasheet. Sua capacitância é de 1nF, pouco inferior ao 1,2nF de um ST verdadeiro.

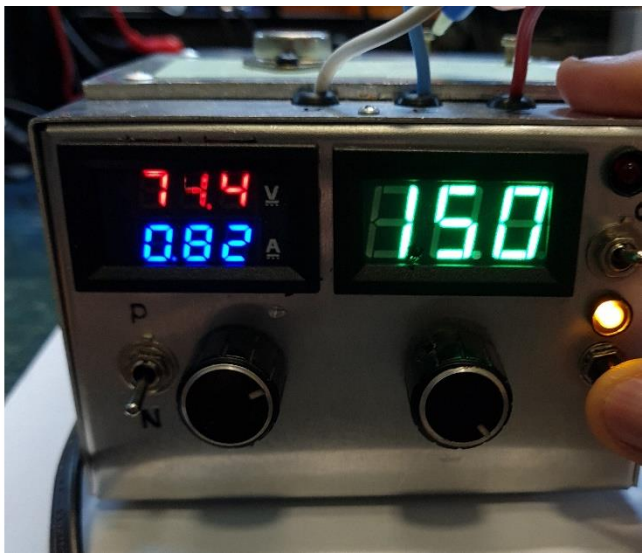
Do nosso artigo sobre testes de capacitâncias, sabemos que a capacitância de um 2N3055 epitaxial é superior a 1,2nF, podendo alcançar, no caso dos RCA, 2,6nF.

Este é um dos casos a que me referi acerca do teste de capacitância não ser definitivo, exceto se conhecermos, para cada fabricante, as capacitâncias específicas e, mesmo assim, nada impede de um hometaxial ser falsificado, por exemplo.

O próximo transistor a ser avaliado é o 2N3773. Desta vez, vamos testar um exemplar da Toshiba.

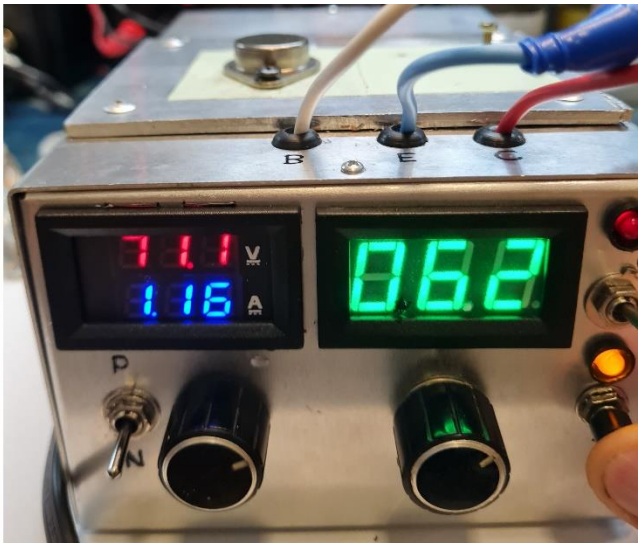
Nos fóruns, na Internet, é avaliação comum de que a Toshiba não fabrica esse transistor, nem o 2N3055, o que é verdade.

Entretanto, já os fabricou, faz bastante tempo. Eu mesmo os usava na década de 1980, e a Toshiba os incluía em seus databooks da subsidiária norte-americana. Vejamos como ele se sai com 75V entre coletor e emissor:



Ele mediu 1,7nF de capacitância BE, e resistiu a 0,82A de corrente. O ganho, entretanto, é mais baixo, aproximadamente 55. Os 2N3773 da MOSPEC, modernos, por exemplo, apresentam capacitância BE da ordem de 8nF.

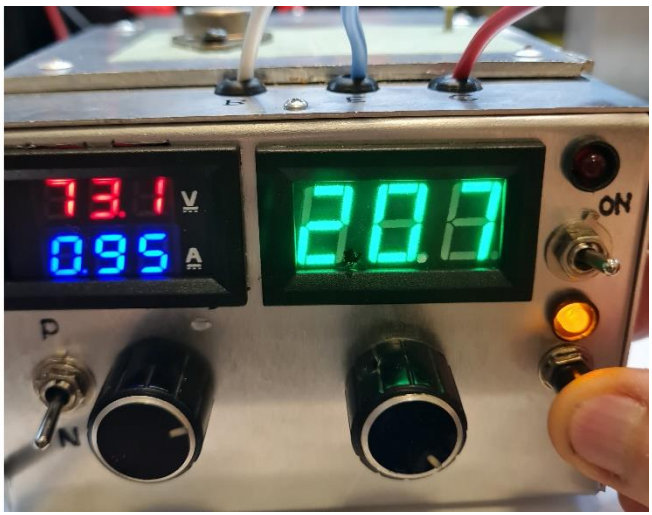
Vamos comparar a medição acima com a de um 2N3773 hometaxial da RCA, adquirido recentemente de um vendedor no Mercado Livre.



Apresentou 730pF de capacitância BE e suportou, sem problemas, 1,16A de carga a 71V. O ganho foi de aproximadamente 190. Nos dois casos, nos quais a capacitância BE foi significativamente menor do que a medida em um 2N3773 moderno, da marca MOSPEC, que se situa em torno de 8nF, demonstrando, novamente, que a medida de capacitância depende do fabricante e da estrutura do componente.

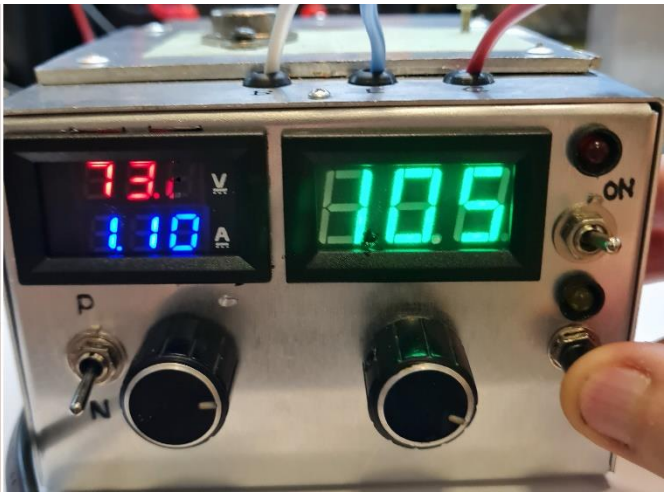
Tratamos de transistores de projetos mais antigos, vamos agora avançar no tempo e testar componentes mais recentes.

O objeto será o transistor MJ15003, de 1987, mais recente e ainda em produção.



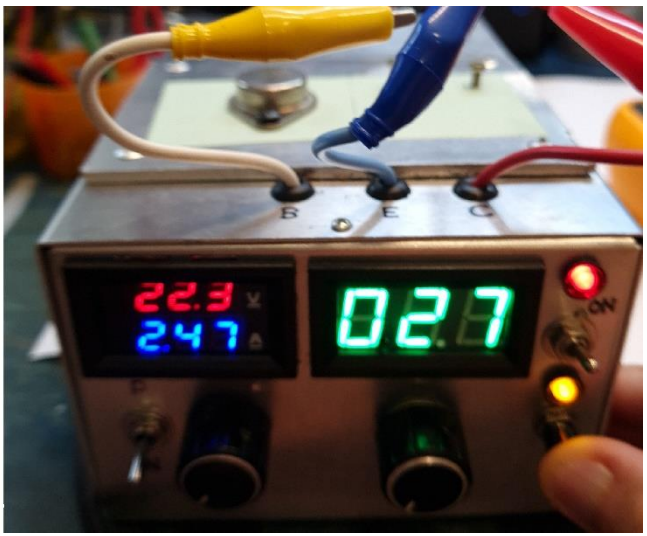
O transistor apresentou C_{BE} de 4nF, próximo dos valores médios para este fabricante. O ganho de corrente foi próximo a 50.

Outro exemplar, de 2001, retirado de um equipamento defeituoso, mostrou o seguinte:



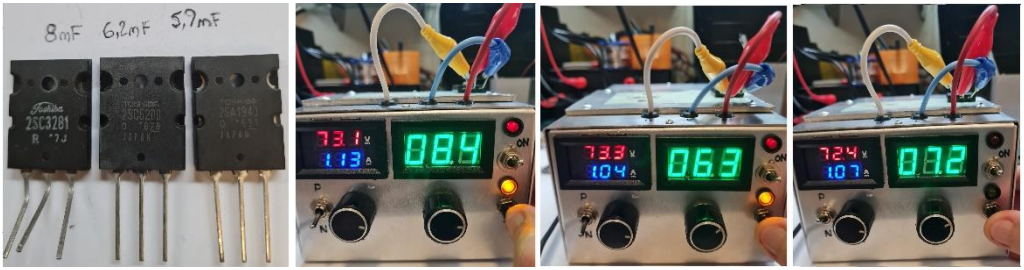
A capacitância situou-se na média dos valores usuais para o fabricante, 3,7nF, e o transistor suportou bem o teste de potência a 73V@1,1A, com ganho em torno de 100.

Vejamos agora outra unidade, de 1996, retirada do mesmo equipamento, cujo C_{BE} mediu 2,5nF, um valor significativo, porém inferior à média para os onsemi e Motorola.



Vejam que o transistor entrou em colapso, acionando a proteção de curto, com a tensão baixando a 22V, mostrando que não é um MJ15003, mas sim uma falsificação. É mais um caso em que a simples medida de C_{BE} pode levar a enganos, e reforça a necessidade de se considerar a média dos valores de capacitância para cada modelo.

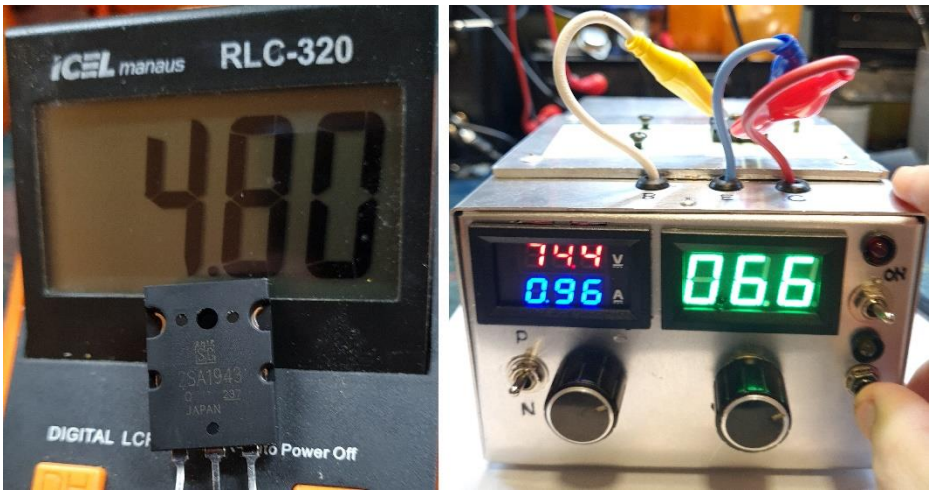
Avançando no tempo, medimos os bem conhecidos transistores da Toshiba, o 2SC3281, já descontinuado há algum tempo, de seu substituto, o 2SC5200 e o par complementar, o 2SA1943, seguindo a ordem da foto à esquerda.



A serigrafia do 2SC3281 é mais antiga, e sua capacitância BE um pouco maior do que as médias para o 2SC5200. Todos suportaram corretamente tensões da ordem de 73V@1,1A. O led de overload começa a ser acionado em torno de 1A. Os ganhos são próximos; o fabricante trabalhou para que o par fosse complementar, neste quesito.

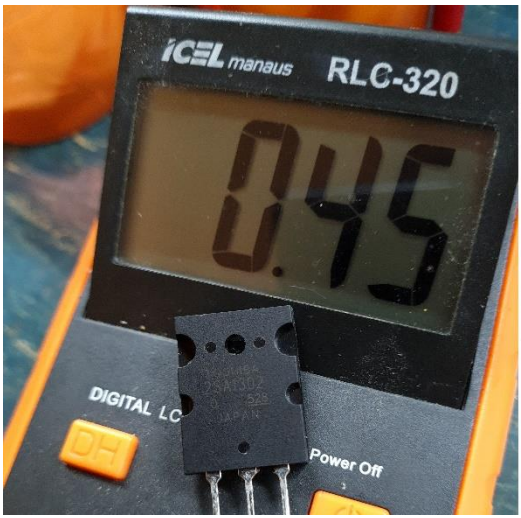
Vejamos outras unidades desses modelos, compradas no comércio local para o artigo:

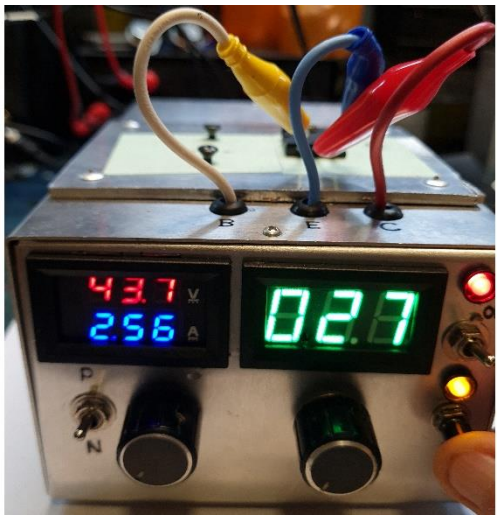
O primeiro é o 2SA1943, da marca CHIP SCE, OEM de um importador brasileiro (www.chipsce.com.br). No capacímetro mediu 4,8nF, quase 1nF a menos que a medida do da Toshiba. Vejamos o teste:



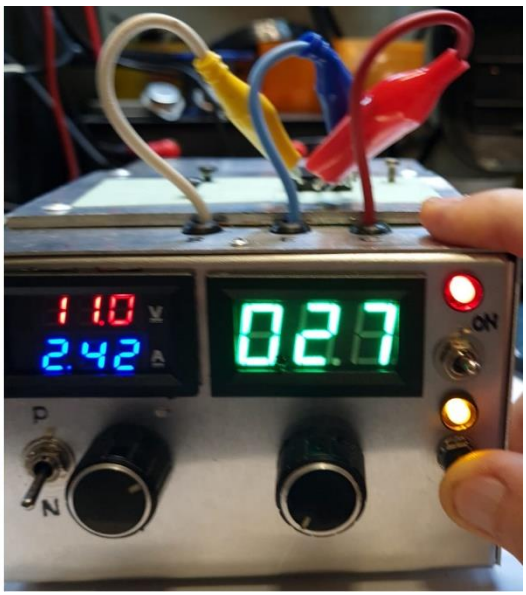
O transistor passou pelo teste a aproximadamente 75V@1A, com ganho de 145.

Os dois próximos são o par de 2SC3281 e 2SA1302, da Toshiba. Sem precisar do capacímetro, sabemos que são falsos, pois a Toshiba parou de fabricar essas denominações bem antes de usar a serigrafia que neles aparece. Seriam boas unidades de teste e as compramos para isso.



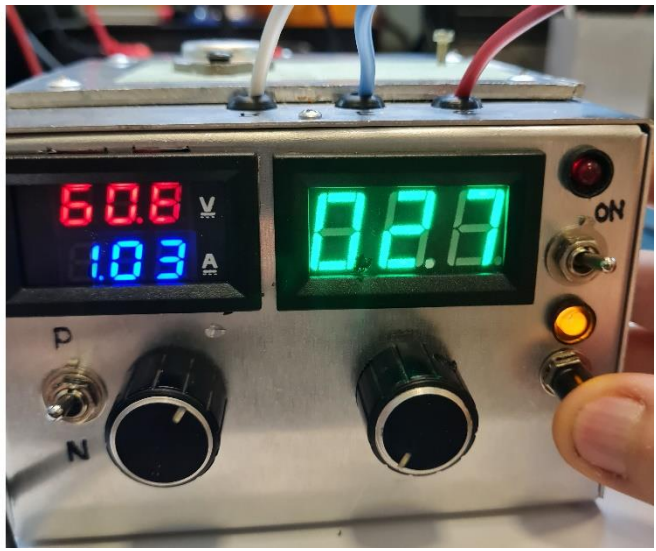


Neste caso, o 2SA1302, vemos que a capacitância BE é típica das falsificações modernas, em torno de 450pF. O transistor, a 44V, colapsou, entrando em curto.



O seu par, o 2SC3281, apresentou capacitância muito baixa para o modelo do fabricante e, como esperado, também entrou em curto.

E, para finalizar, vamos ver um valente, e antigo, MJ4502, original da Motorola, com logo bastante antigo, tampa da carcaça em alumínio e terminais banhados a ouro. Não consegui saber a data, mas presumo ser do começo da década de 1970. 1973, talvez.



Mediu 1,6nF e o ganho foi muito bom, quase 400, o que é impressionante, em se tratando de um transistor de potência (200W/90V/30A).

E chegamos ao fim dos testes. Deles, podemos concluir que o teste de capacitância é muito útil, mas não é infalível, e será muito mais efetivo se soubermos a capacitância esperada para as unidades que estivermos medindo.

Vemos também que os transistores mais antigos devem ser avaliados com mais atenção e que não necessariamente um transistor de marca desconhecida, como a CHIP SCE ou a BANEASA, por exemplo, é ruim.

Outro ponto que ajuda é a análise das características construtivas, como no caso do Toshiba mostrado. O 2N3773 medido, por exemplo, era verdadeiro, porém, desconfie dos Toshiba vendidos por aí, com invólucro de aço novo em folha; eles não são mais fabricados por aquela empresa há mais de 30 anos.

Como **nota final**, caso se deseje medir transistores menores, ou Darlington, de ganho elevado, sugiro que **R7** seja alterado para 1,5kΩ, para permitir menores correntes $\mathbf{I_b}$.

Manual das Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos

Parte I

POR FAVOR, LEIA ISTO!

De 2008 até novembro de 2020 este autor tentou conseguir patrocínio para a publicação de um manual de antenas.

Procuramos as pessoas que deveriam interessar-se por ciência e tecnologia em nosso pais, mas a resposta sempre foi a mesma: "É um livro técnico! Só nos interessam livros "culturais"!. Sim, leitor, esta obra, inédita em 2008, não serve para absolutamente nada. Desenvolver ou divulgar conhecimento técnico não é de interesse da nação.

Sabemos que o mercado editorial oferece excelentes livros sobre antenas e sobre outros assuntos relacionados ao radioamadorismo, mas, em sua maioria, estão na língua inglesa e são de difícil aquisição, e, portanto, fora do alcance da maioria dos nossos colegas.

Esta série de artigos contempla uma parte do manual, e, este último, ao fim daquela, será disponibilizado, completo, com várias informações que não estarão disponíveis aqui, na Livraria Uniclap, em formato PDF e em papel.

O manual procura suprir uma lacuna, mostrando, de maneira simples e coloquial, como projetar as antenas mais simples e mais usadas atualmente pelos radioamadores. Muitas vezes, projetos são abandonados por apresentarem fórmulas matemáticas muito complexas e, o que é pior, medidas em pés ou polegadas e suas frações.

É importante ressaltar que as melhores fórmulas matemáticas não dispensam ajustes e reajustes, especialmente em se tratando de antenas. Deve-se sempre, ao se experimentar uma, verificar suas medidas e parâmetros, usando um bom analisador de antenas. A experiência nos mostra que não se deve colocar a potência total do rádio numa antena nova, pois se algo der errado, você pode danificar seu equipamento.

O manual foi produzido pelo autor com o objetivo de fornecer às pessoas interessadas em radioamadorismo, ou Faixa do Cidadão, um pouco do conhecimento técnico que obtivemos ao longo das décadas. Foi necessário passar meses debruçado sobre livros de língua estrangeira para traduzir e converter textos para nosso idioma.

Se você quiser maiores informações sobre nosso trabalho, entre em contato pelo e-mail: revistaradioamadorismo@gmail.com

73 a todos!
Ademir Freitas Machado - PT9-HP

Foram as seguintes as referências consultadas para a elaboração do manual:

ARRL Antenna Book 19a Edição - www.arrl.org
The Radioamateur Handbook 2005 - www.arrl.org
Practical Antenna Handbook 4th Edition - McGraw Hill
RSGB Radiocommunication Handbook 8th Edition (www.rsgb.org).
Sítios visitados:
www.antentop.org
www.py2mg.qsl.br
http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz
www.qsl.net/ve3sqb
http://f5ad.free.fr/Archives_liens_coupes/DL4SZ/20Antenne/20isotron.htm
http://f5swn.free.fr/radio_ville2.html
http://www.hari-ham.com/info/isotron.htm
http://www.isotronantennas.com/isomn80.pdf
http://www.isotronantennas.com/isomn40.pdf

ANTENAS - UM POUQUINHO DE TEORIA

Neste manual, falaremos um pouquinho sobre antenas. Não entraremos em detalhes sobre complexas fórmulas matemáticas, visto não ser este o objetivo deste trabalho.

Existem obras fabulosas, facilmente encontradas na internet, sobre essa teoria. A maioria está em inglês, mas, como os termos são técnicos, dá para se tirar bom proveito. É o que tenho feito, mesmo sem contar com um bom dicionário.

Os tradutores dos programas de busca da internet são de grande valia. Uma dica: traduza para o espanhol primeiro e depois faça a conversão para o português. Recomendo a leitura do livro Antenna Book, da ARRL – American Radio Relay League.

Calculando o comprimento de uma onda (símbolo "λ" – lambda) ou o comprimento físico de uma antena.

Para calcularmos o comprimento de uma onda de rádio (ou de um dipolo), basta dividirmos a velocidade da luz (300.000 km por segundo) pela frequência desejada, em Hertz. Não é por coincidência que a propagação da onda de rádio tambem é a mesma da velocidade da luz, no vácuo. Para efeitos de simplificação, cortamos os três zeros e temos uma fórmula padrão (ou quase padrão):

300/F=1λ (uma onda completa), sendo que o símbolo grego λ (lambda) representa a onda. Para os puristas, a velocidade da luz é de 299.792,5 km/segundo.

Exemplificando, queremos saber qual é o comprimento (em metros), de onda de um rádio transmitindo em 7.100 KHz (ou 7.1 MHz). Temos:

300/7.1=42,25 metros. Arredondamos e temos, então, que nosso aparelho transmite na faixa de 42 metros.

Tambem não é por coincidência que, através da mesma formula, podemos calcular o comprimento físico de uma antena de onda completa, como um dipolo, long-wire, loop ou quadra.

Mas os estudiosos descobriram (e tem polêmica nisso!) que uma radiofrequência, ou uma onda de rádio, tem sua velocidade reduzida ao percorrer um condutor físico, no caso, nossa antena de fio no 12 a 14 ou os tubos de alumínio da nossa Yagi. Calcula-se que o atraso é da ordem de 5%.

Recentemente, autores norte-americanos, usando programas de computador, calcularam que a redução é da ordem de 2% a 3%.

Outros fatores tambem entram em cena, como o diâmetro, resistência, condutância do elemento metálico. Quanto maior o diâmetro, maior é a componente indutiva e maior é a redução no seu comprimento físico.

Isto significa que uma antena, calculada segundo a fórmula acima, na verdade, será um pouquinho comprida, na ordem de 2 a 5% já citados.

Então, a fórmula padrão passa a ter o seguinte valor, já descontados os 5%:

285/f=comprimento de 1 onda

Mas, no caso de uma antena de fio fino, como uma loop de onda completa, a fórmula passa a ser de 305 a 315/f. É que neste caso, a antena terá uma leve indutância e não será puramente resistiva!

Exemplificando, qual será o comprimento fisco de um dipolo de onda completa em 7 MHz? 285/7=40,71 metros.

E você se pergunta:

E porque todo mundo usa a fórmula 142,5 divididos pela frequência? Simples, é a metade dos 285, neste caso, para se calcular uma antena de meia onda (½L).

Exemplificando:

142,5/7 MHz=20,35 metros, exatamente a metade dos 40,71m encontrados no exemplo anterior!

Segundo experiências, acima de 30 MHz, usando-se tubos de alumínio de 2 polegadas, costuma-se aumentar o valor da fórmula padrão para 144,3 (fator K). Para quem quiser se aprofundar, existem programas de computador para se calcular corretamente uma antena, levando-se em conta todos os fatores.

Cito alguns desses programas: **MMana**, de Makoto Mori JE3-HHT; **Yagi-Uda Antennas**, de VE3SQB e os programas da ARRL.

Na Internet, você encontra outros programas do VE3SQB, incluindo os para cálculos de gamma-match e outros.

Não se esqueça de que os valores obtidos, no caso de um dipolo, ainda devem ser segmentados em duas partes, para se inserir o cabo coaxial no meio. Um dipolo, do exemplo acima, teria 10,1 metros para cada lado.

E você ainda se pergunta: E por que todo mundo usa uma antena de meia onda (½λ)?

Porque é padrão.

Os rádios têm a saída de 50Ω e a antena de meia onda apresenta, no seu centro, esta impedância. Você deve ter concluído que a antena de onda completa teria 100Ω. Na prática, os valores da antena de meia onda variam de 50 Ω a quase 80Ω e os de onda completa, de 100Ω a 120Ω. É por isso que as antenas loop, quadra, Yagi e outras usam um sistema para acoplar ou “casar” estas impedâncias com a saída padrão do rádio, que é de 50Ω. Falaremos destes casadores depois.

Um detalhe importante: a impedância varia ao longo de uma antena dipolo, sendo o valor calculado para o centro dela. Se colocar o ponto de ligação (cabo coaxial) fora do centro da antena alguns decímetros, ou metros, a impedância aumentará ou diminuirá, chegando a 1000Ω (aproximadamente) nas extremidades. A antena Windom usa esse recurso para ressonar em várias bandas. O lóbulo de irradiação é disforme, mas funciona!

E, para finalizar, uma onda completa ou meia-onda não é tudo numa antena! Ela pode ter vários comprimentos de onda (múltiplos) ou frações de ondas (submúltiplos). Ex: long-wire ou multibanda, como a G5RV ou antenas para uso móvel.

Já avisamos logo no início: se você pretende sair do empirismo, ou seja, fazer tudo “no olho” sem ter certeza do resultado final, obrigatoriamente você deve conseguir um analisador de antenas. Com ele você descobre rapidamente a impedância de sua antena, do acoplador gamma ou gamma match.

Esses aparelhos custam uma fortuna, mas você pode conseguir similares na China. O modelo abaixo é um dos melhores e, claro, precisa ser importado e ainda pagar as taxas da aduana.

O analisador acima é um produto americano de alto custo, mas muito completo.

Acima, um aparelho fabricado na China, bom e relativamente barato.

E ficamos por aqui. Na próxima parte, vamos continuar com um pouco de teoria e tratar de ressonância, reatância, impedância e resistência, pois as antenas, de qualquer tipo, são influenciadas por estas grandezas elétricas.

O assunto é bem complexo e quem quer se aprofundar, aconselho adquirir o ARRL Antenna Book.

Até lá.

Transformador de Isolamento, Variac e Fonte DC Ajustável - Parte II

Paulo Brites*

Na parte I deste artigo eu prometi apresentar uma fonte DC ajustável “diferente” de 0 a 180V.

Hora de pagar a promessa.

Projetar uma fonte DC ajustável nesta faixa de tensão não é uma tarefa tão simples principalmente pelos transistores, que devem ter um V_{CE} compatível, pois são poucas as opções, confiáveis, no mercado. Isso sem falar da corrente de coletor, caso se deseje que nossa fonte seja bem parruda no que diz respeito à carga que irá alimentar.

Por outro lado, não gosto de circuitos muitos complicados e com muitos componentes. Na medida do possível, sempre busco utilizar o mínimo necessário sem, é claro, comprometer a performance.

O “diferente” desta fonte é que em vez de seguir o caminho tradicional e ajustar a tensão na saída eu vou ajustar a tensão na entrada.

Poderia fazer isso usando um triac para variar a tensão de entrada do transformador de modo similar aos *dimmers* utilizados para ajustar a velocidade de ventiladores de teto.

Entretanto, numa bancada de eletrônica este método pode não ser “muito saudável”, por conta das interferências que os *triacs* introduzem na rede elétrica, além de não se conseguir obter tensões muito baixas.

E para que colocar mais componentes no projeto se já tínhamos tudo que precisávamos para variar a tensão no primário do transformador de isolamento?

O “ovo de Colombo” estava ali – **o variac**!

Uma ponte retificadora e um capacitor de filtro ligado ao secundário do transformador de isolamento o qual tinha seu primário ligado ao varia. Simples assim!

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

Rabiscada a ideia do projeto num desenho feito a mão num pedaço de papel, que vemos na fig.1, era hora de começar a pensar nas especificações dos componentes que seriam utilizados, neste caso, basicamente, dois – uma ponte retificadora e um capacitor de filtro. Simples assim!

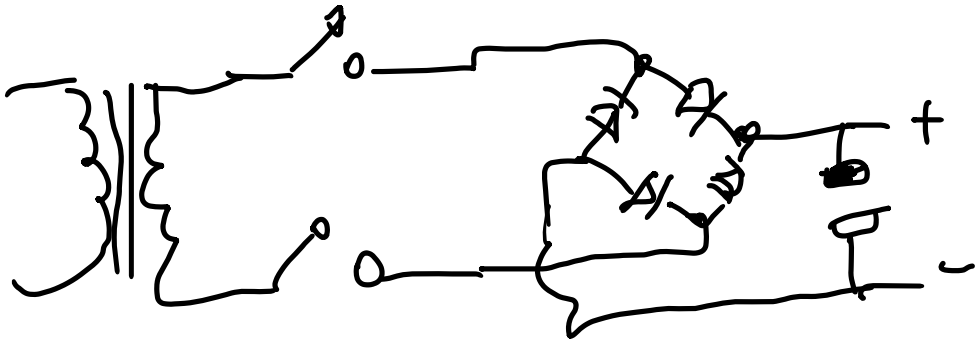


Fig.1 – Rabiscando a ideia do projeto

A chave de dois polos entre o transformador de isolamento e a ponte é opcional, mas não custava nada, literalmente, incluí-la para desligar a fonte DC quando não estivéssemos a usá-la.

E quando eu digo “não custava nada, literalmente” é isso mesmo, porque ela veio das minhas sucatas.

Uma “boa e velha” chave liga-desliga daqueles televisores dos tempos em que o dinossauros habitavam o planeta. Ei-la na fig.2.

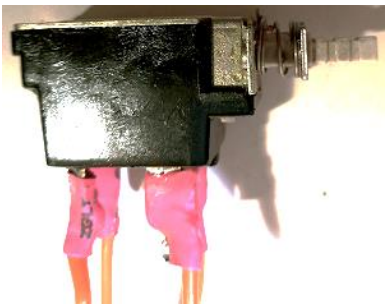


Fig. 2 – Chave liga-desliga de dois polos de televisor antigo

Especificando a ponte retificadora

Basicamente precisamos saber o tensão de pico inverso – PVI ou V_{RRM} e a corrente direta (I_F).

No meu caso, o transformador é para 127V e 60VA, o que significa dizer que a corrente máxima que a carga pode "puxar" dele será de aproximadamente 0,47A ou 470mA. A tensão de pico na saída do transformador será 127 x 1,41, ou seja, aproximadamente 180V. Nossa ponte retificadora deverá ter uma PIV de, no mínimo, 360V e a corrente direta de 1A será mais do que suficiente.

Mais uma vez recorri a minha caixa de sucata ou *junk box*, como dizem os gringos, e encontrei várias PBU600 à espera para entrar em ação.

Um recorte do ***data sheet*** que você vê na fig.3 mostrava que a PUB605, neste caso, era um "canhão para matar formiga" mas, como diz o ditado, "o que abunda, não prejudica" e ela foi escolhida.

Characteristic	Symbol	PBU 601	PBU 602	PBU 603	PBU 604	PBU 605	PBU 606	PBU 607	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current @ T_C = 100°C	I_O	6.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I_{FSM}	250							A
Forward Voltage (per element) @ I_F = 3.0A	V_{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @ T_C = 25°C at Rated DC Blocking Voltage @ T_C = 100°C	I_R	10 1.0							µA mA
I^2t Rating for Fusing (Note 2)	I^2t	166							A^2s
Typical Thermal Resistance Junction to Case (Note 1)	$R_{\theta JC}$	4.2							K/W
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to +150							°C

Fig. 3 – *Data sheet* da ponte retificadora PBU605

Na verdade, eu tive uma "segunda intenção" ao escolher a PUB605. Sua configuração física iria me permitir que eu a instalasse diretamente numa barra sindal como se vê na fig.4 e assim, não precisaria me preocupar em construir uma PCI para o "circuito" ponte e capacitor de filtro. Quanto mais simples melhor!

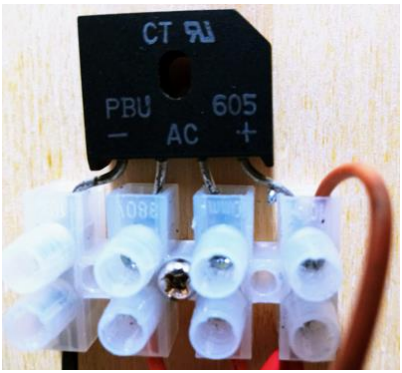


Fig. 4 – Ponte retificadora instalada numa barra sindal.

Especificando o capacitor de filtro

Na especificação do capacitor de filtro de uma fonte linear temos que nos preocupar com os seguintes dados:

1) Tipo de retificação – meia onda ou onda completa
2) Tensão e frequência da rede elétrica
3) Corrente na carga
4) Tensão DC na carga
5) Fator de *ripple*

Eu começo com a tensão da rede elétrica, porque o seu valor de pico vai me indicar qual deverá ser a tensão mínima de trabalho do capacitor eletrolítico que será usado como filtro.

Já vimos antes que, no meu caso, a tensão de pico é 180Ve, portanto, o capacitor deverá ser de, no mínimo, 200V (10% acima de 180V) embora 250V seja uma opção melhor.

Como vamos usar uma ponte retificadora nossa fonte será de onda completa e portanto, a frequência utilizada no cálculo da capacitância deverá ser 120Hz.

Meu transformador não pode entregar mais que 470mA e, por consequência, a fonte DC também.

Até aqui já temos os quatro primeiros itens da lista de dados que precisamos para calcular a capacitância do capacitor de filtro.

Falta definir o percentual do fator de *ripple* e eu escolhi 1% que, na pior das hipóteses, 180VDC na saída, daria um *ripple* de 1,8V.

No capítulo 5 do meu e-book **Eletrônica para Estudantes, Hobista & Inventores** e nas aulas do meu **Curso *on line* de Eletrônica Básica** eu sugiro uma fórmula prática para calcular a capacitância do capacitor de filtro que você vê a seguir.

$$C\,(\mu F) = \frac{250 \times I\,(mA)}{VDC \times \%F.R}$$

A tensão máxima na carga será 180VDC e com este valor iremos calcular o menor valor de C em microfarads.

Uma conta rápida me deu aproximadamente 653µF.

Observe que à medida que VDC diminui o valor de C aumenta, se mantivermos o mesmo fator de *ripple* de 1% e a mesma corrente de 470mA na carga como referência.

A conclusão é que só conseguimos determinar, neste caso, o menor valor de C uma vez que a saída da fonte é ajustável e pode assumir valores mais baixos.

Eu utilizei três capacitores de 820µF em paralelo e portanto, 2460 µF retirados de sucatas (por que não?) de fontes ATX.

Dependendo da aplicação que dermos à fonte, talvez precisemos aumentar o valor da capacitância, colocando mais capacitores em paralelo, se visualizarmos no osciloscópio que o *ripple* está muito alto para nossa aplicação.

Instalando um voltímetro/amperímetro na saída da fonte

Em princípio a instalação deste instrumento não trará nenhuma complicação mas, se tiver alguma dúvida, sugiro a leitura do meu artigo **Voltímetros e amperímetros digitais DC de painel, aprenda a usá-los.**

Eu optei por utilizar o DSN-VC 288, o mesmo que utilizei no projeto da fonte de bancada obtida com uma fonte ATX, que publiquei aqui na Antenna em janeiro de 2022.

Entretanto, neste caso, temos algo a acrescentar porque o DSN-288 só mede até 100V (99,9V) e nossa fonte poderá chegar até 180V.

Como resolver isso?

Muito simples, fazendo o que todos os voltímetros fazem – usando um divisor de tensão.

Não irei me aprofundar aqui sobre a “teoria” utilizada que você encontrará no meu artigo **Uma nova aplicação para o YB-27VA.**

Na fig.5 temos o circuito do divisor de tensão que foi utilizado para “expandir” a leitura de 99,9V (100V) para 199,8V (200V).

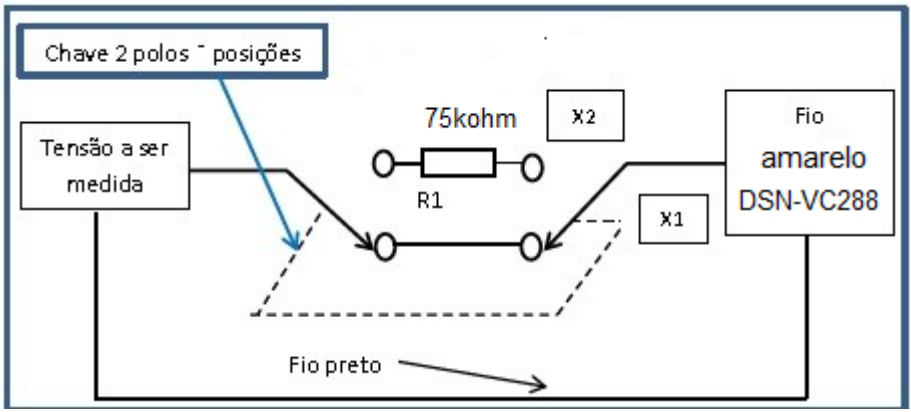


Fig. 5 – Divisor de tensão para o DSN-VC288

Com a chave na posição X1, temos a leitura direta e, com a chave na posição X2, a leitura que aparece no display será a metade do valor que está sendo entregue pela fonte.

Você deve estar querendo me perguntar de que cartola saiu este resistor de 75kohms.

Considerando-se que o resistor não é um coelho e eu não sou mágico, ele não saiu de uma cartola e sim de uma continha simples sobre divisores resistivos de tensão que eu explico no artigo que mencionei acima.

Embora o artigo se refira a outro modelo de voltímetro/amperímetro, o YB-27VA, a "teoria" é a mesma.

Não custa lembrar que nem sempre o "coelho", digo, o resistor, será de 75kohms e talvez seja necessário utilizar um trimpot em série para um ajuste fino, uma vez que o valor deste resistor irá depender da resistência de entrada do voltímetro/amperímetro que for utilizado.

E assim está concluído o artigo do **Transformador de Isolamento, Variac e Fonte DC Ajustável "diferente" – Tudo junto no caixotão** iniciado na edição anterior da Revista Antenna.

Testes e detalhes práticos serão mostrados num vídeo do **meu canal no Youtube**. Não deixe de assistir, se inscrever no canal e colocar seus comentários, sempre muito bem-vindos.

O Pequeno Notável

Parte II

Álvaro Neiva*
Miguel Nabuco

Diagrama Esquemático

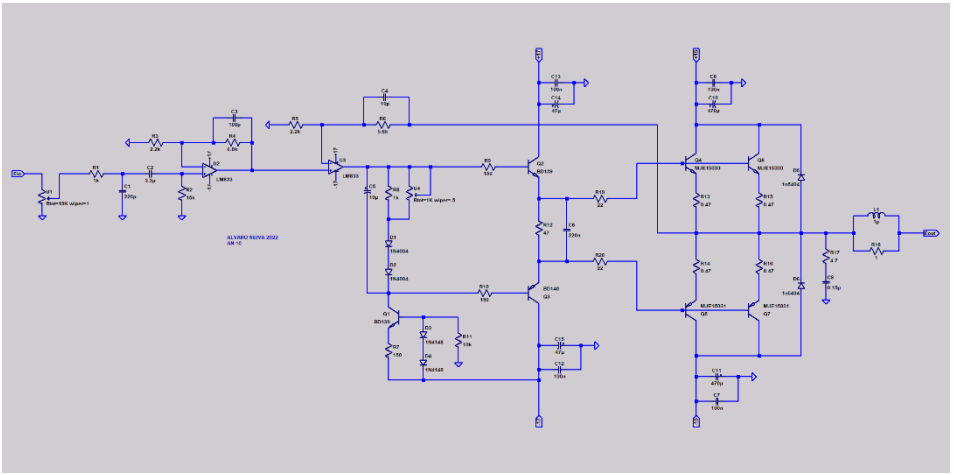


Fig. 1

O pior caso em relação à dissipação vai ser um curto-circuito...

Nesse caso, a V_{CE} vai ser igual à tensão de alimentação (15V, aproximadamente). A corrente **média** por transistor deverá ser limitada a menos que 2A então, considerando a temperatura máxima do dissipador de calor como 75°C.

Mas os sinais amplificados não são CC, mas CA, e não são constantes em amplitude, mas têm um valor de **pico** e um valor **rms** (root mean square, ou valor médio quadrático). A **razão** entre o valor de pico (positivo ou negativo) e o valor rms é chamada de **Fator de Crista (FC)**.

Para a tensão de saída do amplificador:

$$FC = \frac{U_{pico}}{U_{rms}}$$

A limitação eletrônica de corrente vai ser usada em conjunto com fusíveis de proteção, de forma que a corrente seja limitada considerando o tempo de atuação dos fusíveis.

***Engenheiro Eletricista**

Portanto, o tempo também precisa ser levado em consideração ao analisarmos termicamente a SOA. Para isso, vamos usar o dado fornecido pelo fabricante chamado de Resistencia Térmica Transiente (ou Transitória):

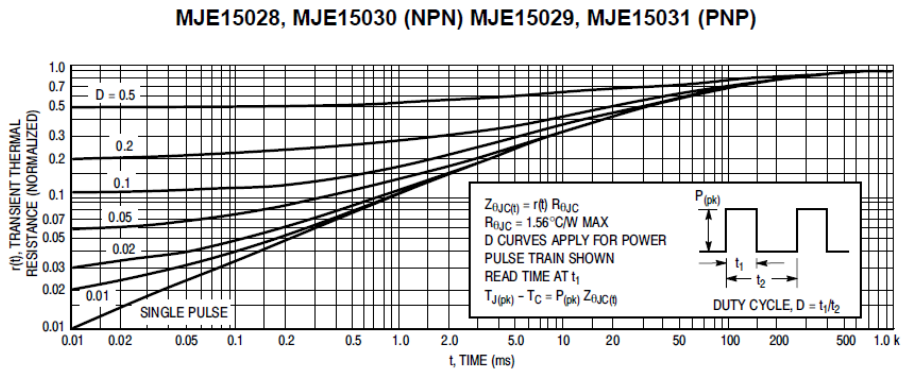


Fig. 2

Esse gráfico indica a possibilidade de se aplicar maior potência instantânea, que é o produto tensão x corrente em cada instante de tempo, durante intervalos de tempo menores. Isso acontece porque a temperatura do cristal de silício que forma o transistor não aumenta instantaneamente, mas tem uma **inércia térmica**, análoga a uma capacitância elétrica, mas com a temperatura como a variável de armazenamento de energia. Entendido isso, o comportamento térmico dos componentes passa a ser descrito por **constantes de tempo**, análogas às constantes de tempo RC dos circuitos elétricos.

Mas, por quanto tempo?

Os sinais de áudio tem como limite inferior, aproximadamente, a frequência de 20Hz, que tem um período de 1/20s ou 50ms. A corrente em cada transistor de um amplificador push-pull, classe B (ou AB, aproximadamente) fluirá durante meio ciclo desse sinal de 20Hz, ou por 25ms.

Mas sinais de áudio reais não são senoides, já que uma senoide existe durante todo o tempo, com amplitude (valor de pico) constante. Já os sinais de áudio se comportam mais como senoides amortecidas, ou pacotes de ruído, que se sustentam por, no máximo, 500ms [Meyer] se repetindo no compasso da música...

Portanto, se limitarmos a corrente a um valor de pico suportável por cada transistor durante esses 500ms com a V_{CE} de curto e escolhermos um fusível que interrompa a corrente depois desse tempo, poderemos criar um estágio de saída seguro e que não interfira com o funcionamento normal do circuito.

Observando a figura 3:

Para um sinal senoidal de 20Hz:

$$t_2 = 50ms$$

Como é uma senoide:

$$t_1 = 25ms$$

$$D = \frac{t_1}{t_2} = \frac{25}{50} = 0{,}5$$

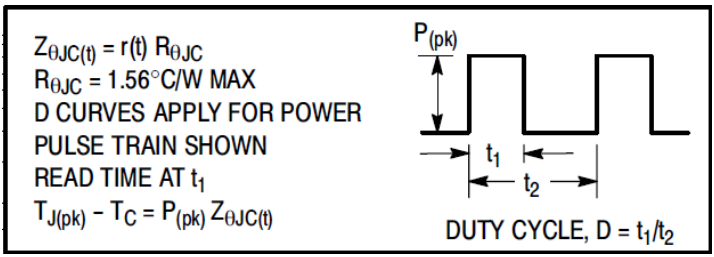


Fig. 3

$$Z_{\theta JC}(t) = r(t) \cdot R_{\theta JC} = 0{,}7 \cdot 1{,}56 = 1{,}09°C/W$$

Escolhemos nesse momento $T_{Cmáx}$= 70°, o que vai definir posteriormente o dissipador a ser usado. Essa escolha aumenta um pouco a SOA.

$$P_{pico} = \frac{T_{Jpico} - T_{Cmáx}}{Z_{\theta JC}(t)} = \frac{150 - 70}{1{,}09} = 73{,}4W$$

MJE15028, MJE15030 (NPN) MJE15029, MJE15031 (PNP)

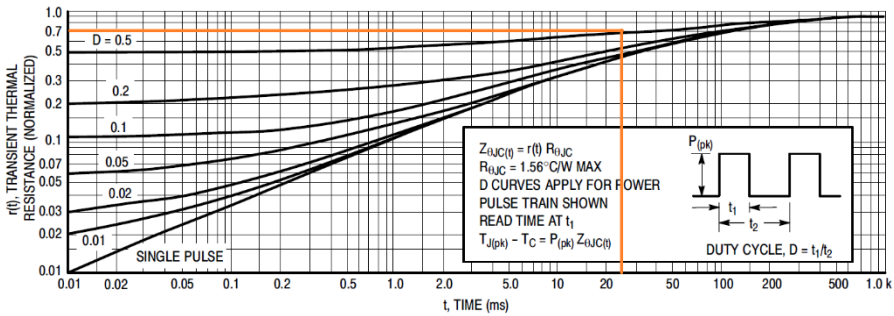


Fig. 4

Isso leva a uma corrente de pico limite por transistor de:

$$\frac{73{,}4W}{15V} \approx 4{,}9A$$

Ou 9,8A por par, por linha de alimentação. O valor médio desse sinal limitado, gerando uma onda quadrada, será a metade: 4,9A, ou seja 2,45A por transistor, gerando uma dissipação média de 36,75W, também por transistor, num total de 73W para os dois transistores no mesmo dissipador, na condição de curto.

Isso levaria a uma resistência térmica máxima, para o dissipador nessa condição, de:

$$R_{Thdiss} = \frac{(70°C - 40°C)}{73W} = 0{,}41\ °C/W$$

Avaliando a dissipação máxima em funcionamento normal, seremos capazes de dimensionar melhor esse dissipador, considerando sua massa (kg) e o tempo de atuação do fusível (figura 5) durante o curto.

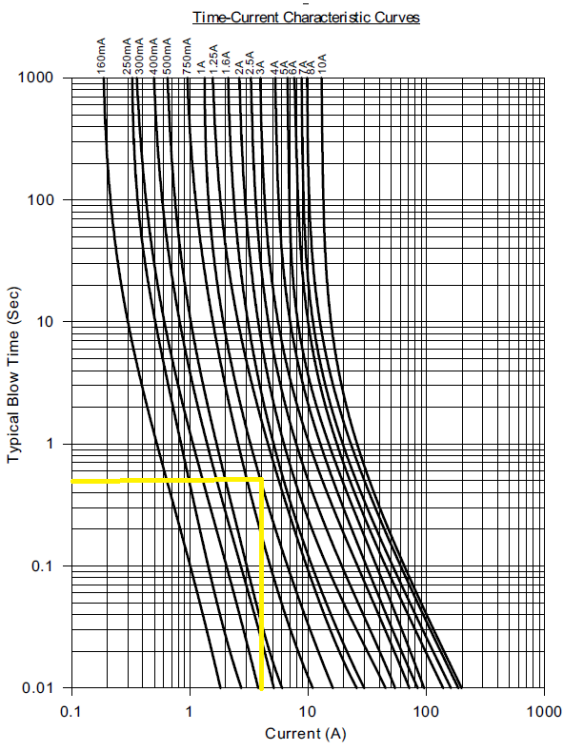


Fig. 5

Analisando as curvas, um fusível de 1A vai proteger melhor o amplificador, queimando em 0,5s com 2A de valor médio (CC) por transistor, 4A por linha de alimentação, no total, valor menor que o limite de 4,9A calculado anteriormente.

Por outro lado, poderemos sustentar com um sinal senoidal na saída do amplificador um valor, sem distorção, de 4A x 3,14=5,6A de pico, por 500ms, correspondendo a uma impedância mínima de 2,7Ω e tensão máxima de saída. Isso mostra que, em condições normais, esse mesmo fusível não deve queimar.

O fator 3,14 (≈π) vem da relação entre o valor de pico e o valor médio de um sinal senoidal retificado em meia onda, como é a corrente de coletor de um transistor de saída num amplificador classe B, ou AB, aproximadamente, ao amplificar uma senoide.

Então, temos um amplificador protegido, sem limitadores VI tradicionais, usando transistores em paralelo e fusíveis normais.

Ao nos aproximarmos do limite de corrente, os resistores de base vão provocar uma limitação muito mais suave e estável que a transformação abrupta dos transistores de saída em fontes de corrente constante.

Tensão de offset

Quem prestou atenção deve ter observado que o único capacitor no caminho do sinal é o C1, na entrada. Isso é bom, mas traz preocupação com a tensão de offset de saída, já que o amplificador tem ganho em CC maior que a unidade.

No projeto inicial, foram especificados opamps de alto desempenho, os LME49720 ou LM4562, com baixa tensão de offset, entre outras características.

Usando esses, a máxima tensão de offset não deve passar de uns 20mV ou 30mV (em módulo), um valor ainda tolerável...

Já com os NE5532A ou LM833, mais acessíveis e fáceis de achar, esse valor pode chegar a 90mV e teremos duas opções:

1. Colocar capacitores de 100µF em série com os resistores R3 e R5;
2. Introduzir uma tensão ajustável para zerar manualmente o offset;
3. Usar um integrador para zerar a tensão de offset global do amplificador.

Para não ter que lidar com capacitores eletrolíticos, suas tolerâncias e não linearidades, vamos usar a opção 3, com um opamp que pode ser um TL081 (figura 6).

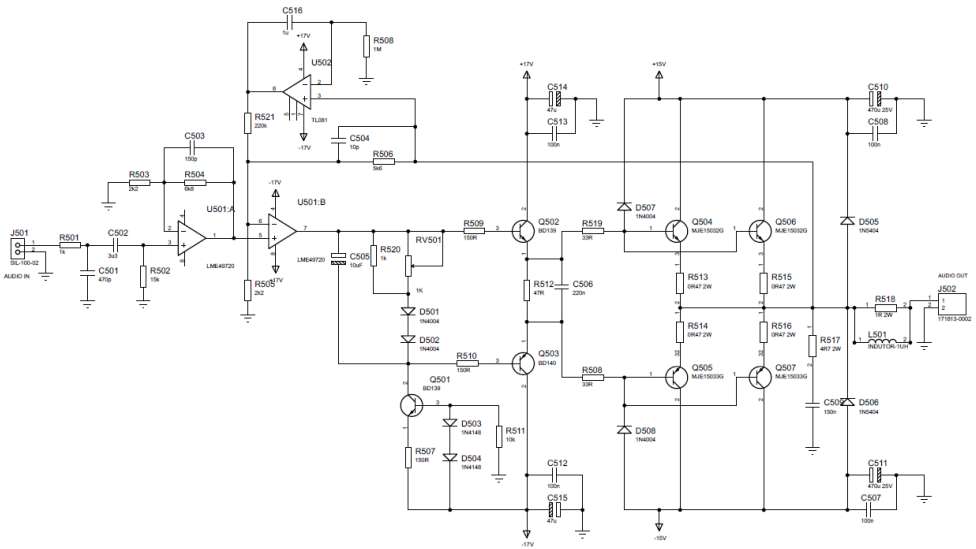


Fig. 6

No próximo número, a fonte e o cálculo final dos dissipadores.

Até o próximo artigo!

Referências:

1. Self, Douglas. **SMALL SIGNAL AUDIO DESIGN.** 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.
2. Self, Douglas. **AUDIO POWER AMPLIFIER DESIGN HANDBOOK.** 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.
3. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed**.** National Semiconductor Corporation; 1976.
4. Graeme, Jerald G. **APPLICATIONS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS (THIRD GENERATION TECHNICS).** 1ª edição. Burr-Brown Research Corporation; 1973.
5. Metzler, Bob. **AUDIO MEASUREMENT HANDBOOK.** 1ª edição 1993, Audio Precision, Inc.

O Amplificador “HI-END”

Marcelo Yared*

O termo “HI-END”, em áudio, é usado de forma generalizada hoje em dia, e quem o usa, seja fabricante de equipamentos e acessórios, sejam usuários de tais produtos, deseja passar a imagem de que produz ou possui algo diferenciado, superior e, usualmente, dispendioso e exclusivo.

“Sapeando” na Internet, encontramos sítios que tentam explicar o que seriam tais produtos. Encontrei, em um deles (https://www.wordnik.com/words/high-end), as definições de dois dicionários sobre o termo:

Definições

do The American Heritage® Dictionary of the English Language, 5th Edition.

- adjetivo - Atraente para clientes sofisticados e exigentes.
- adjetivo - Sofisticado e exigente.

do Wiktionary, Creative Commons.

- adjetivo - Mais sofisticado ou caro
- adjetivo - Atraente para gostos sofisticados ou exigentes

Não sendo privilégio dos brasileiros, hoje em dia, na Internet, nas redes sociais e sítios de discussão sobre áudio, encontra-se uma quantidade bastante grande de *posts* e artigos sobre produtos dessa categoria. Alguns são, como poderíamos dizer, de forma elegante, “interessantes”, e, algumas vezes, as discussões são acaloradas.

No que se refere a amplificadores, há um segmento explorado por alguns montadores de circuitos eletrônicos. São produções em escala artesanal ou semi-industrial, normalmente, algumas com mais qualidade e outras bastante simples mesmo.

E, nesse nicho, vemos concorrência e disputa acirrada. Acusações de plágio e declarações sobre as qualidades (de seus produtos) e os defeitos (dos produtos dos concorrentes), dentre as quais, as que me chamaram mais atenção foram a de um deles de que seu projeto de amplificador apresenta zero de distorção e a de outro, atacando um amplificador “pirata”, copiado por um concorrente, e que poderia causar problemas auditivos em quem o utilizasse...

***Engenheiro Eletricista**

Quando acessei as páginas dos que oferecem produtos nesse mercado, observei que em suas placas, em seus sítios e em suas páginas de venda muitos deles intitulam seus produtos como sendo de categoria “Hi-End”.

Será que esses são mesmo produtos dessa categoria? Será que são ”atraentes para clientes sofisticados e exigentes”?

Seriam eles os Bentley ou Rolls-Royce da áudio-amplificação? Recentemente, uma publicação no Facebook sobre um amplificador me chamou a atenção, não por mostrar uma disputa de propriedade intelectual de um circuito ou de um leiaute de montagem eletrônica, mas sim pelo conceito Hi-End ter sido apropriado pelo marquetingue da indústria de áudio e assimilado por esses montadores de nicho, classificando seus produtos como sendo dessa categoria.

Nessa publicação, o autor colocou um arquivo com um leiaute de placa impressa bastante similar ao do produto de uma alegada cópia. Ele informou que aquele leiaute é anterior aos dois citados na disputa, citada acima, e que seu verdadeiro autor autorizou a divulgação. Na máscara de componentes aparece, também, o título “High End”.

Não levantei o circuito utilizado, mas me pareceu ser bem simples e básico, muito similar aos utilizados nas décadas de 1970 e 1980 em vários amplificadores nacionais. Poderia ser uma melhoria, com a inclusão de um multiplicador de VBE e um gerador de corrente constante, deste tradicional circuito dos manuais de transistores da RCA:

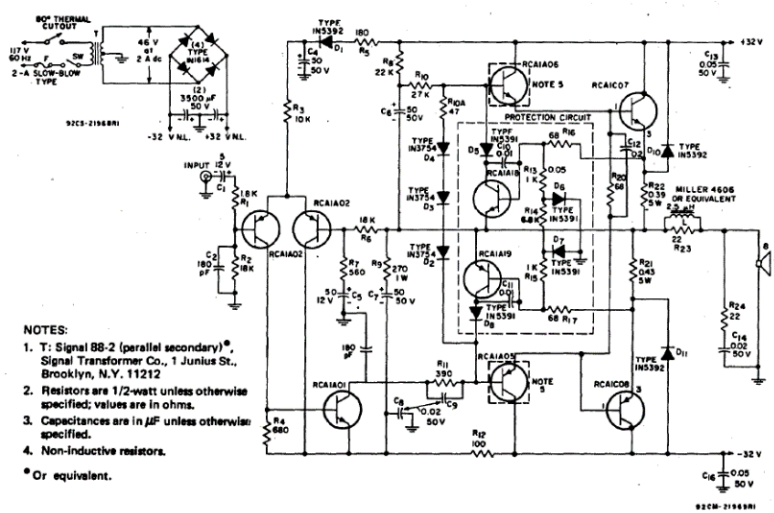


Fig. 3 — 40-Watt amplifier circuit featuring full-complementary-symmetry output using load line limiting.

A configuração acima, que foi publicada nos databooks da RCA e da Motorola, com algumas variações, não é o que poderíamos chamar de exclusiva e diferenciada. Basicamente todos os fabricantes nacionais a utilizavam em seus produtos de médio e mesmo de baixo custo, então.

E funcionavam bem, oferecendo boa resposta com baixa distorção. Não são difíceis de se montar e caíram no gosto de hobistas e de fabricantes artesanais por conta disso.

O leiaute apresentado no Facebook utiliza transistores de fácil aquisição e é bem simples. A distribuição do aterramento, por exemplo, poderia ser melhor, mas a placa ficou bem pequena e funcional, e estava com os valores dos componentes devidamente identificados.

Me parece que seria algo bem simples de se montar e com funcionamento garantido. Como o autor forneceu o leiaute já preparado para confecção da placa impressa pelo método do “ferro de passar” e por utilizar componentes simples, resolvemos montar uma unidade e medir seus parâmetros objetivos, para saber se, realmente, aquele velho e conhecido circuito do século passado poderia ser classificado como “Hi-End”.

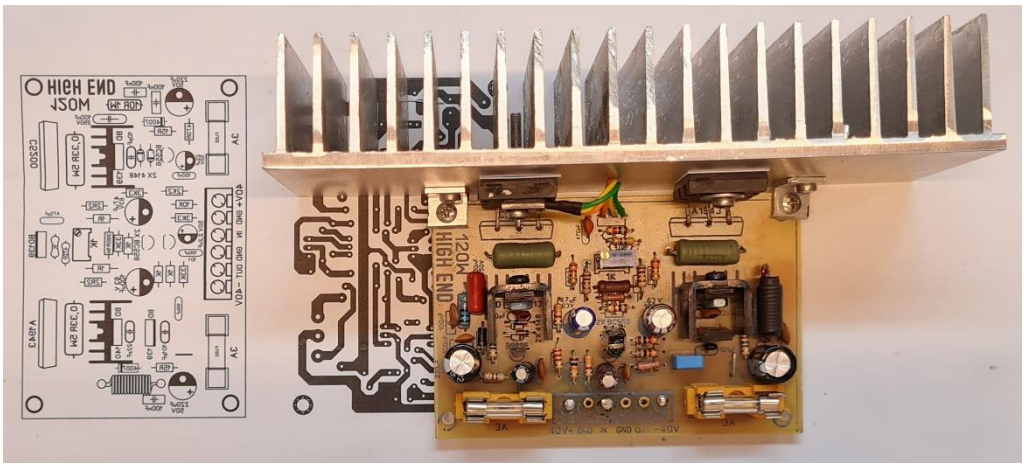
A montagem foi rápida e simples, pois os componentes são comuns e fáceis de se encontrar. Devem ser tomadas as costumeiras precauções quanto às falsificações de componentes, particularmente quanto aos transistores utilizados. Neste artigo (https://revistaantenna.com.br/transistores-falsos-como-reconhece-los/), o leitor vai encontrar dicas sobre como evitar falsificações.

Infelizmente a falsificação alcança não só os transistores mais caros. No meu caso, ao montar o amplificador classe A e B mostrado em Antenna (https://revistaantenna.com.br/construa-um-amplificador-em-classe-a-para-algo-mais/), que também utiliza componentes corriqueiros, tive dificuldade com os BD139/BD140 adquiridos no comércio local. Vendidos sob a marca NXP (antiga Philips Semiconductors), apresentaram instabilidades e oscilações ao ser colocada carga à saída do amplificador. Ao substituí-los por transistores antigos, de meu estoque, os problemas cessaram.

Trata-se, portanto, de falsificações, infelizmente, e, pelo que vi nas reclamações na Internet, não é só em minha cidade que eles estão presentes. Fica parecendo que os distribuidores nacionais compram essas peças no mesmo lugar.

Testando com um capacímetro, consegui comprar transistores melhores, que funcionaram corretamente no “Hi-End”. Os meus antigos têm capacitância C_{BE} de aproximadamente 100pF, em sua maioria. Os falsos, somente 22pF, normalmente.

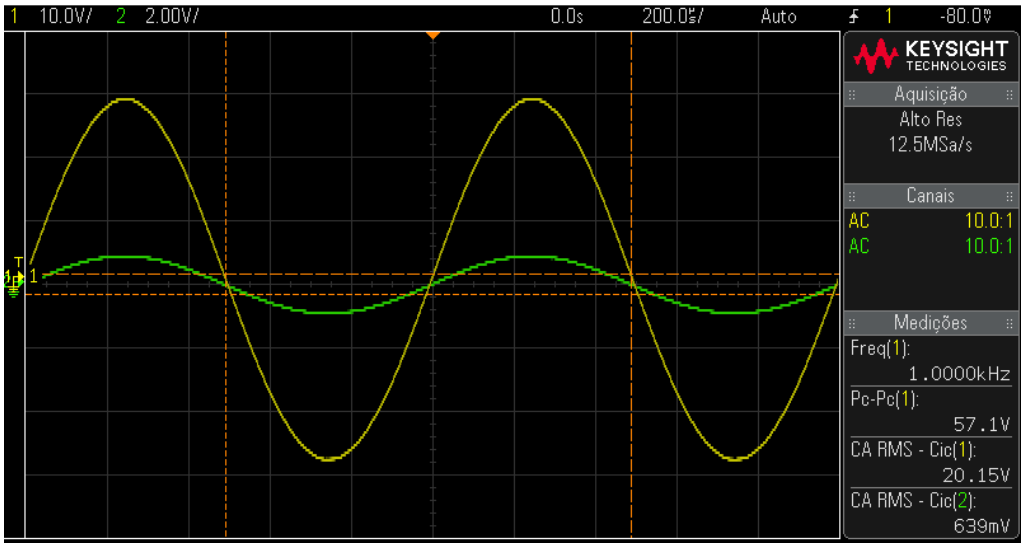
Com um dissipador adequado à potência declarada, a montagem ficou assim:



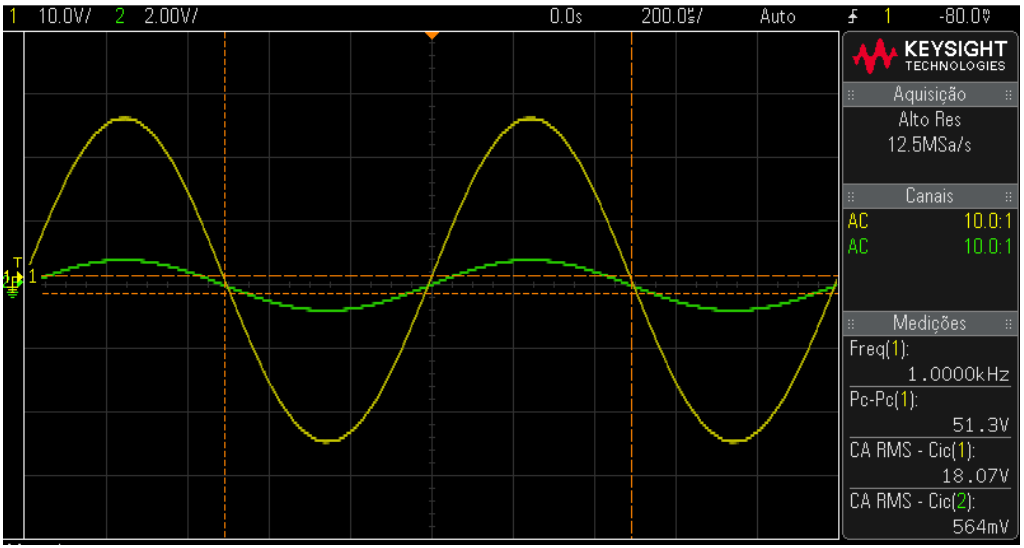
Ajustamos a corrente de repouso de forma a termos aproximadamente 26,5mV sobre os resistores de emissor da saída e procedemos os testes objetivos, com a lembrança de que a placa estava solta na bancada.

A fonte utilizada foi ajustada para 33V simétricos e estabilizados, dentro, portanto, dos limites informados pelos montadores em seus sítios.

Potência no limite do ceifamento em 8Ω/1kHz – 51W



Potência no limite do ceifamento em 4Ω/1kHz – 82W

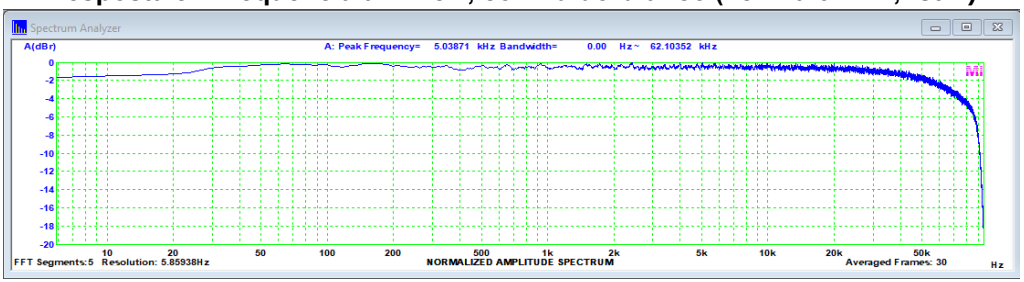


São valores bons, e o par 2SC5200/2SA1943 suporta perfeitamente esses níveis de potência. Na placa do arquivo, está informado, corretamente, que a tensão de alimentação máxima é de 40V simétricos. Para tensões maiores, os BD não servem.

O **fator de amortecimento** a 1kHz/1W/8Ω foi de aproximadamente **230**, um valor muito bom, que, lembramos, cai bastante quando são colocadas chaves, relés e conectores no uso normal do amplificador.

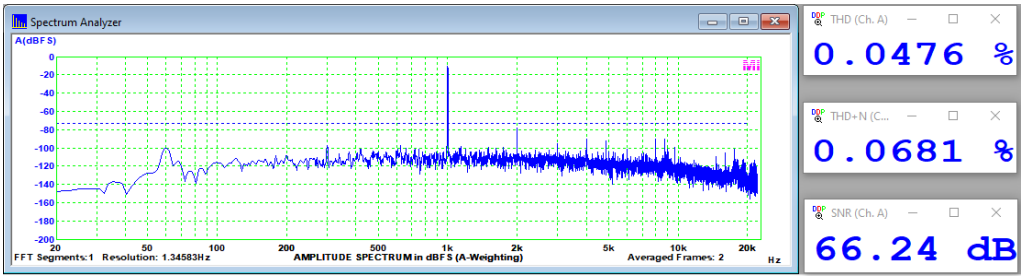
A velocidade de variação da tensão na saída (**slew-rate**) foi de **7,3V/µs**, o que é suficiente para essa faixa de potência.

Resposta em frequência a 1W/8Ω, com ruído branco (<5Hz a 62kHz, -3dB)

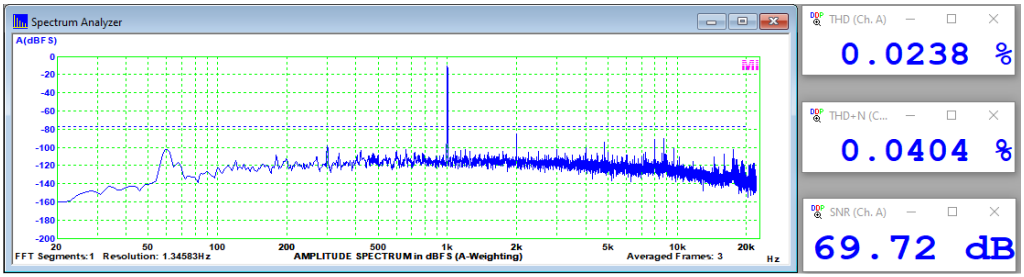


Um bom resultado, com resposta bastante plana. Repetimos o teste a 10W e o resultado foi praticamente o mesmo. O limite inferior da resposta é limitado, basicamente, pelo capacitor de entrada de sinal do circuito.

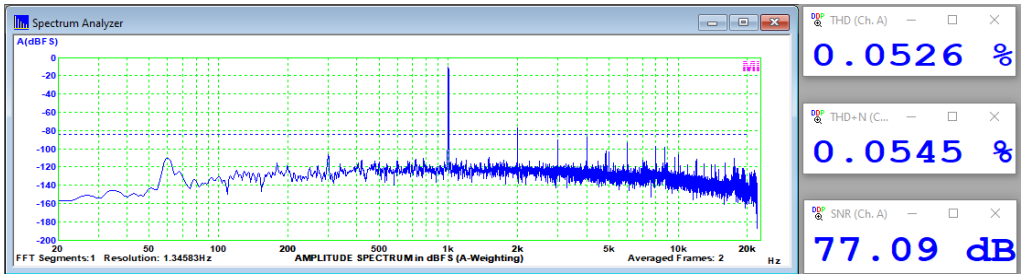
Distorção harmônica total a 1W/4Ω/1kHz



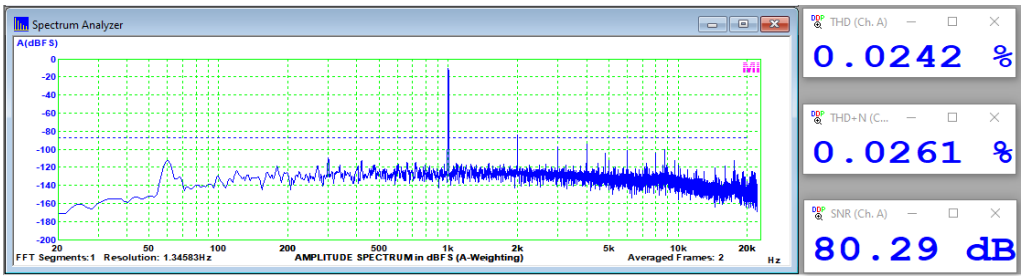
Distorção harmônica total a 1W/8Ω/1kHz



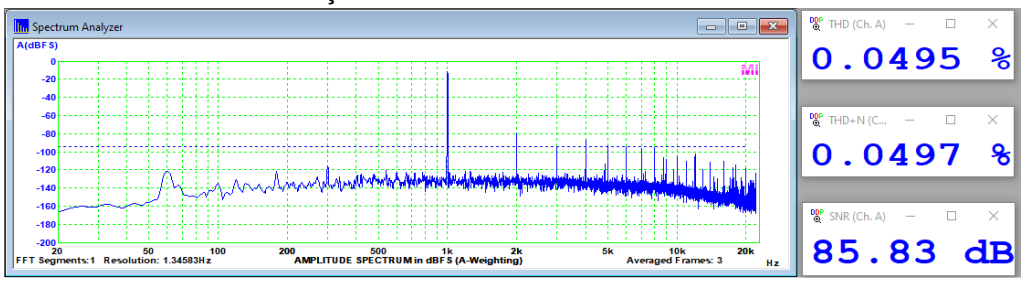
Distorção harmônica total a 10W/4Ω/1kHz



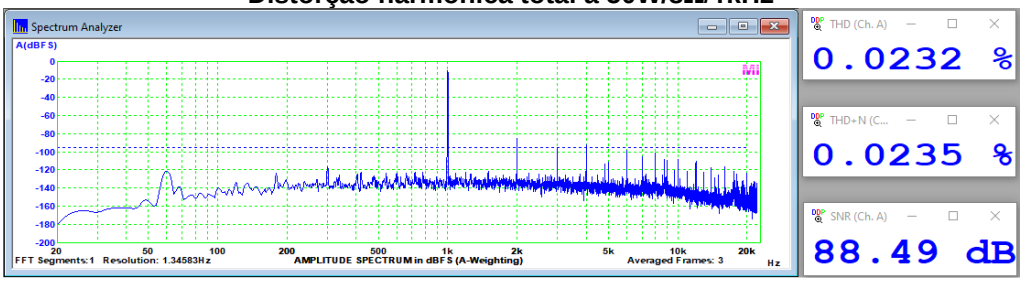
Distorção harmônica total a 10W/8Ω/1kHz



Distorção harmônica total a 80W/4Ω/1kHz

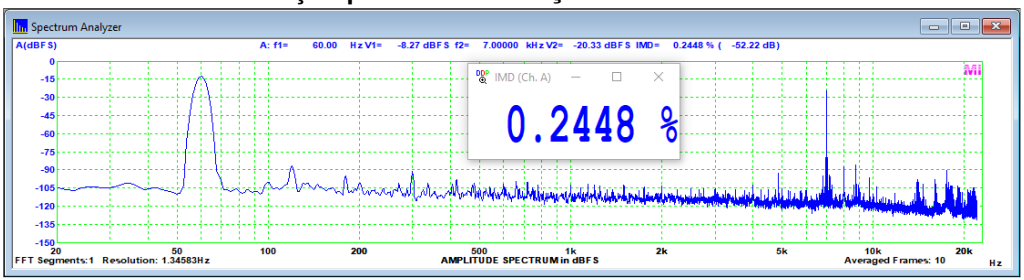


Distorção harmônica total a 50W/8Ω/1kHz

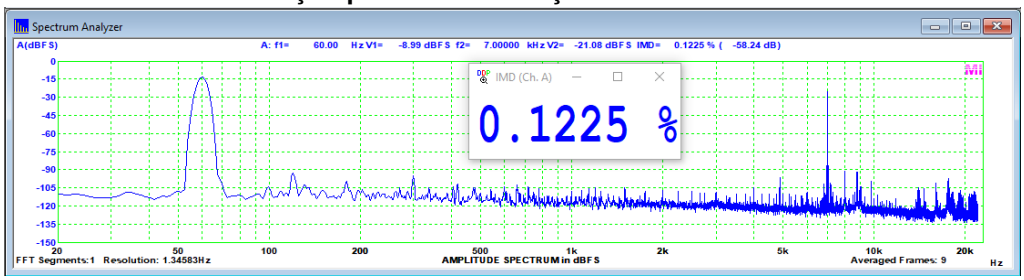


Os valores de DHT foram tomados com **ponderação A**, são bons e esperados para esse circuito. A relação sinal-ruído é boa e também está dentro do esperado. Creio que um melhor leiaute das trilhas de cobre poderia proporcionar a valores melhores.

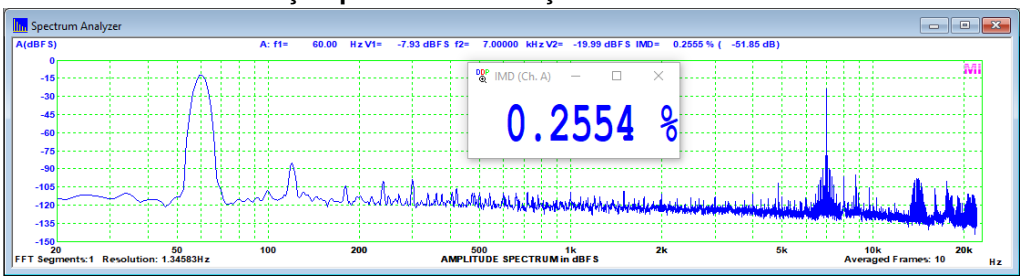
Distorção por intermodulação SMPTE a 1W/4Ω



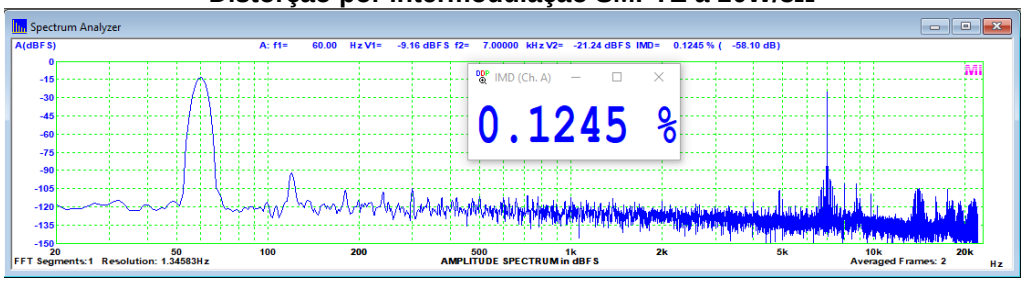
Distorção por intermodulação SMPTE a 1W/8Ω



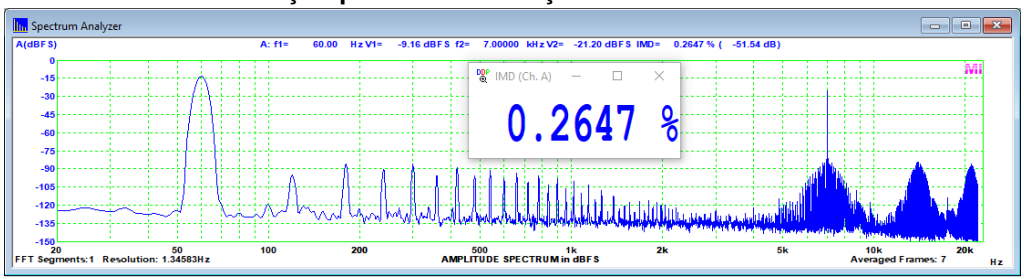
Distorção por intermodulação SMPTE a 10W/4Ω



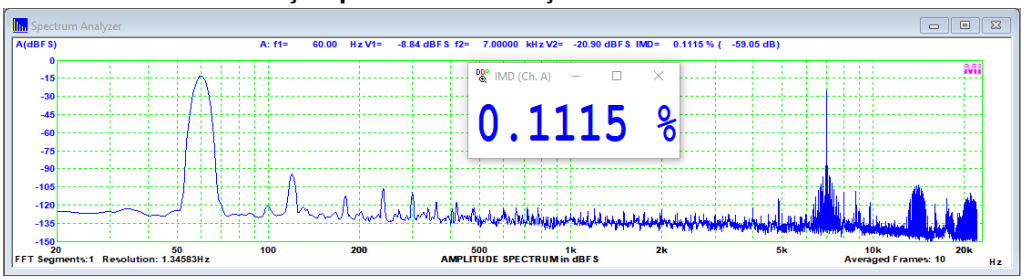
Distorção por intermodulação SMPTE a 10W/8Ω



Distorção por intermodulação SMPTE a 80W/4Ω



Distorção por intermodulação SMPTE a 50W/8Ω



Os valores de DI obtidos são usuais para o circuito, e são bons, também, considerada sua simplicidade. Interessante notar que quase não se alteraram conforme a potência mudou.

Feitas as medições, podemos concluir que o amplificador “High-End” objeto da discussão é bem comum, nada tem de especial, nem de tão ruim. Um exemplar comum das décadas de 1970 e 1980.

Observamos também que os resultados da DHT, nas diversas potências mostradas foram bastante comportados e com valores de componentes harmônicas baixas. Utilizar esse amplificador, com certeza, não irá prejudicar os ouvidos de ninguém.

Aparentemente, neste caso, o termo ”Hi-End” está sendo usado apenas como estratégia de marquetingue, o que é muito comum no mercado de áudio, artesanal e industrial.

Para finalizar, colocamos abaixo uma tabela comparativa com os valores medidos neste artigo, os obtidos em nosso amplificador em classe B ótima (https://revistaantenna.com.br/construa-um-amplificador-em-classe-a-para-algo-mais-parte-ii/) e os de um bom amplificador de potência da década de 1970, o Tarkus TP 2170, que, apesar de um pouco mais potente, enquadra-se na faixa de potência proposta para o “Hi-End”.

	"Hi-End"	Classe B Antenna	Tarkus TP2170
Potência de Saída Contínua em 8Ω a 1kHz (ambos os canais) - Limite do Ceifamento	51W	45W	87W
Potência de Saída Contínua em 4Ω a 1kHz (ambos os canais) - Limite do Ceifamento	82W	80W	125W
Distorção Harmônica Total a 1kHz/8Ω 1W (ponderação A)	0,0238%	0,0039%	0,008%
Distorção Harmônica Total a 1kHz/8Ω 10W (ponderação A)	0,0242%	0,0070% *	0,006%
Distorção Harmônica Total a 1kHz/8Ω 50W (ponderação A)	0,0232%	0,0070% (45W)*	0,025% (87W)
Distorção por Intermodulação padrão SMPTE/8Ω 1W	0,1225%	0,0069%	0,035%
Distorção por Intermodulação padrão SMPTE/8Ω 10W	0,1245%	0,0090%	0,037%
Relação Sinal-Ruído a 50W - 1kHz/8Ω	-88,5dB	melhor que -91dB	-96dB (67W)
Resposta em Frequência a 1W/8Ω (-3dB)	<5Hz a 62kHz	7Hz a 300kHz	10Hz a 50kHz
fator de Amortecimento a 1kHz/8Ω 1W	230	250	111
Slew rate	7,3V/µs	30V/µs	não medido

* Sem ponderação

Vemos, então, que o amplificador “Hi-End” analisado não tem nada que possa classificá-lo como um amplificador excepcional ou diferenciado, e, acreditamos, as outras variações em cima deste mesmo circuito, vendidas pelos demais montadores no Mercado Livre e em sítios na Internet, também não serão muito diferentes.

Por outro lado, esses circuitos também não são ruins. Apresentam boas características técnicas para o que custam e, se montados com os devidos cuidados em chassis apropriado, com uma boa fonte de alimentação, bem filtrada, com certeza trarão satisfação para o ouvinte.

O que não é possível, sinceramente, é compará-los com os Mark Levinson, Krell, Cambridge Audio e demais produtos sofisticados que estão disponíveis no mercado, alguns a preços fora da possibilidade do cidadão comum, ou mesmo com os bons amplificadores residenciais fabricados no Brasil, como o deste link: https://aataudio.com.br/amplificadores/amplificadores-de-potencia/pm-1/, por exemplo.

E ficamos por aqui. Até a próxima!

Montando o Pré RIAA PP3 – Parte II

Álvaro Neiva* e Miguel Nabuco

Continuando os testes

Terceira etapa de ajustes

Mudei a distribuição de ganho entre as etapas. Para o 1º estágio 35dB; para o 2º, 25dB.

Medindo distorção + ruído (THD+N) @ 1kHz, com 1,5V_{rms} de saída.

Fig. 1

Source 1 corresponde à saída. Notem um sinal de 8kHz interferindo tanto na entrada (Source 2) quanto na saída, contaminando o valor rms e a DHT+ruído medido na entrada (Source 2).

Diagrama da última alteração:

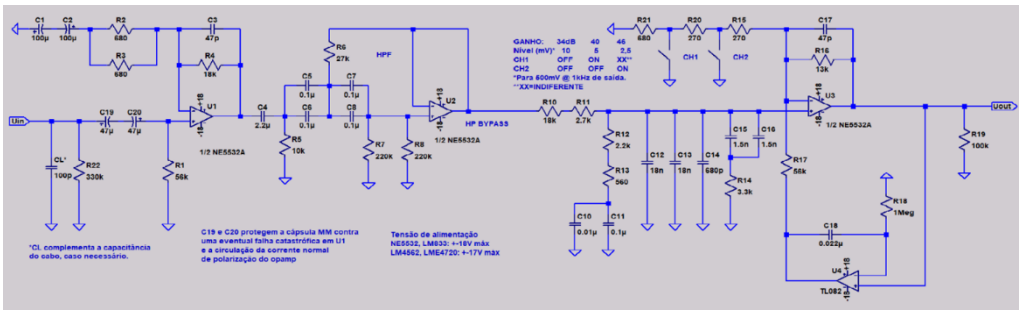


Fig. 2

***Engenheiro Eletricista**

Resultados

Resposta em frequência:

Em verde, a resposta padrão, em azul o canal esquerdo e em vermelho o canal direito.

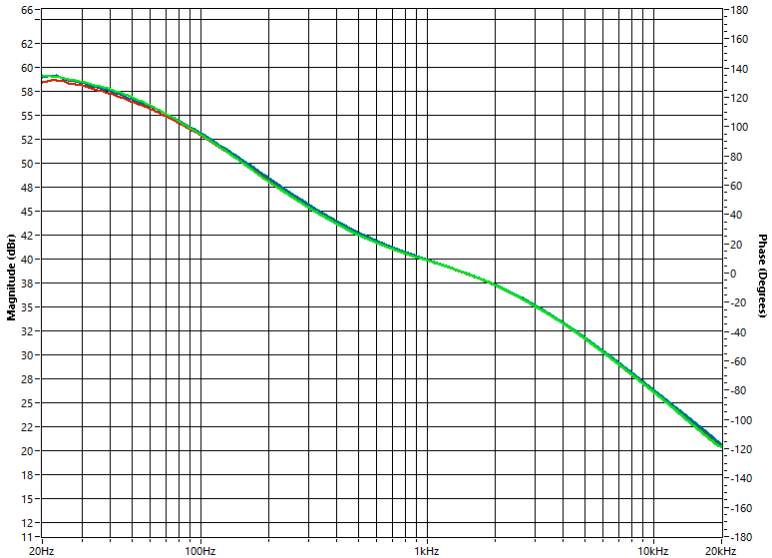


Fig. 3

Erro da resposta, medido, normalizado para o ganho obtido a 1kHz (39,8dB).

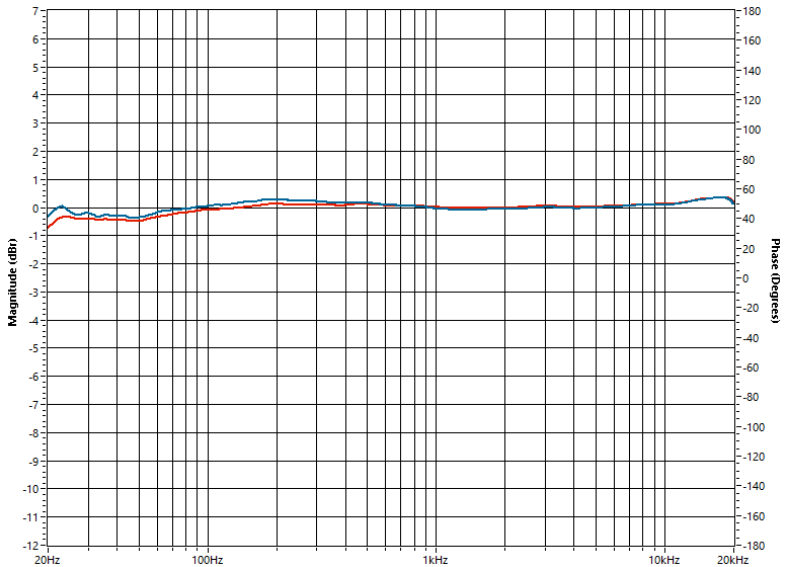


Fig. 4

Erro previsto com o circuito original:

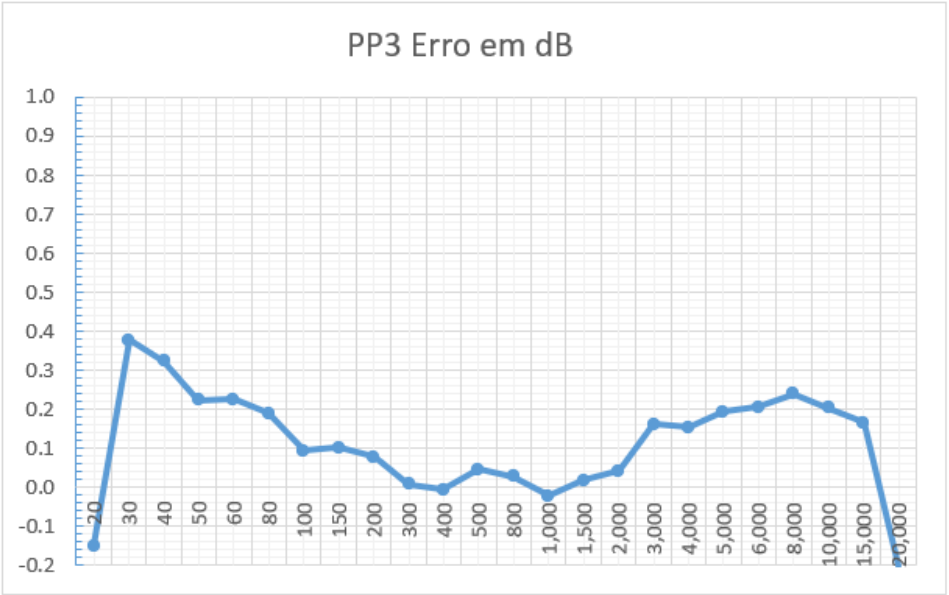


Fig. 5

Como comparação, vejam o erro de um pré-amplificador de referência, que pode ser encontrado em: http://www.signaltransfer.freeuk.com/RIAAunbal.htm

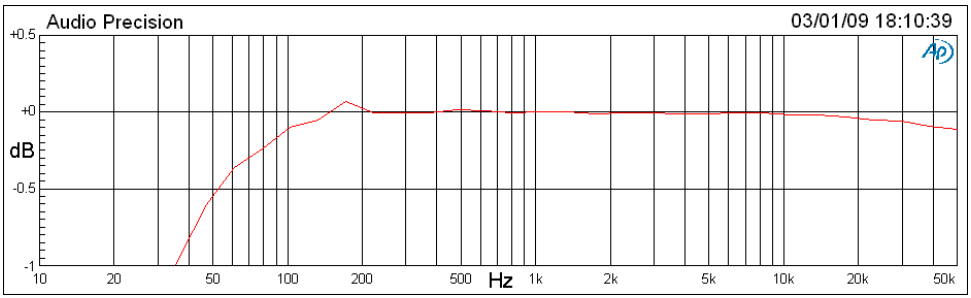


Fig. 6

No PP3, o desvio medido da curva padrão foi igual ou inferior a +-0,5dB em toda a faixa até 30Hz e no máximo -0,8dB a 20Hz, num canal e -0,5dB a 20Hz no outro, valores medidos. Entre 500Hz e 10kHz o erro foi menor que 0,3dB. Um resultado bastante bom!

Como observação, o ganho a 1kHz do citado pré é 10dB menor (30dB)... Já a frequência de corte do filtro passa-altas de terceira ordem (18dB/oitava) que escolhemos, foi de 15Hz, o que levaria a menos que 0,3dB de erro a 20Hz (medido -0,8dB).

Ganho

Ganho especificado, na posição de ganho médio (padrão), a 1kHz: 40dB.

Ganho medido: 39,8dB, 0,2dB de desvio do projetado.

Um resultado muito bom, +-0.5dB nos extremos (20Hz a 200Hz e 10kHz a 20kHz) e < 0,3dB na maior parte do espectro (200Hz a 10kHz).

Pensando sobre o desvio entre canais, e do erro chegar a 0,8dB a 20Hz num canal, lembrei-me do uso dos dois capacitores eletrolíticos back-to-back no primeiro estágio, para reduzir o ganho em CC à unidade, reduzindo o offset e fazendo a primeira rejeição de frequências subsônicas. Como a tolerância desse tipo de capacitor não é das melhores, tipicamente 20%, dependendo da frequência de corte escolhida, o erro de 0,8 dB poderia ser facilmente explicado.

Verifiquei a frequência de corte inferior adotada e achei:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{(C_1 + C_2)} = 50\mu F$$
$$R_{eq} = \frac{R_2 \cdot R_3}{(R_2 + R_3)} = 340\Omega$$
$$f_L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{eq} \cdot C_{eq}} = 9{,}36Hz$$

Perto o suficiente para que a tolerância dos capacitores atrapalhe...

Uma solução seria aumentar a capacitância de cada um dos capacitores para 220µF...baixando f_L, meio na força bruta... capacitores maiores e mais caros... ou selecionar os componentes usados.

Mas é possível fazer um ajuste fino, se conseguirmos medir a resposta.

Por exemplo, se usarmos o Q da seção de 2ª ordem do filtro podemos obter alguma compensação... mudando apenas os resistores de 27kΩ para 22kΩ, com componentes que podem ter 1% de tolerância. Podemos aumentar um pouquinho o erro para frequências mais altas, mas parece ser uma boa ideia.

Caso não seja possível medir o resultado, aumentar o valor dos capacitores vai baixar a frequência de corte introduzida por eles e reduzir a influência dela na resposta dentro da faixa audível, que já é bem pequena. Por isso, vou adotar essa solução (aumentar os capacitores C1 e C2), mais adequada para a maioria dos montadores do circuito.

Aumentamos então os capacitores C1 e C2 em cada canal.

Resultando nesse desvio em relação ao padrão:

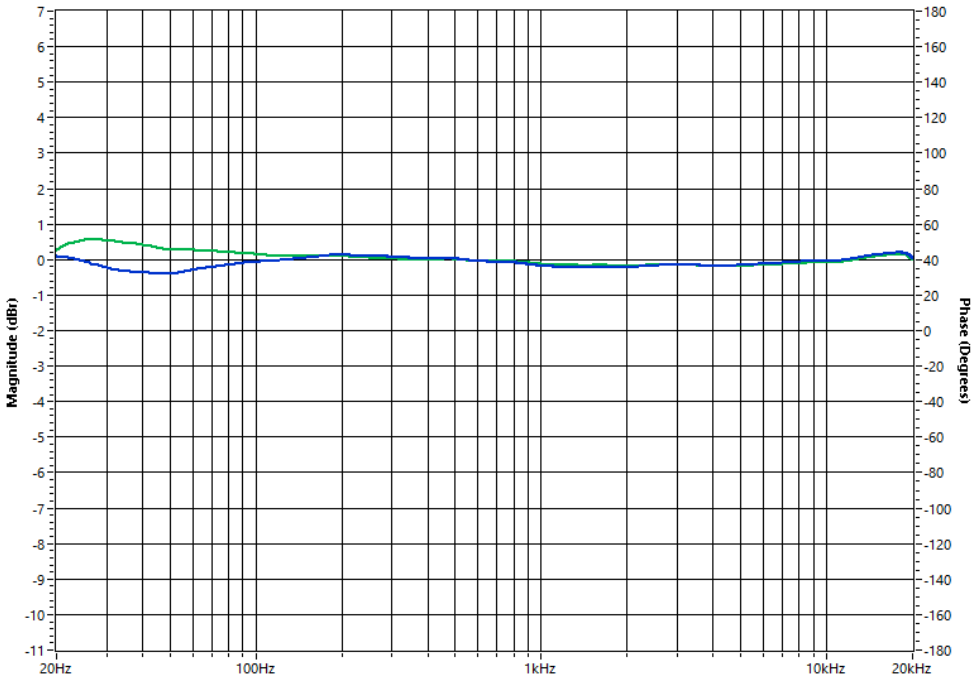


Figura 7

Resposta dentro de +- 0,5dB entre 20Hz e 20kHz, ou menos de +-0,3dB de 80Hz até 15kHz.

Versão final:

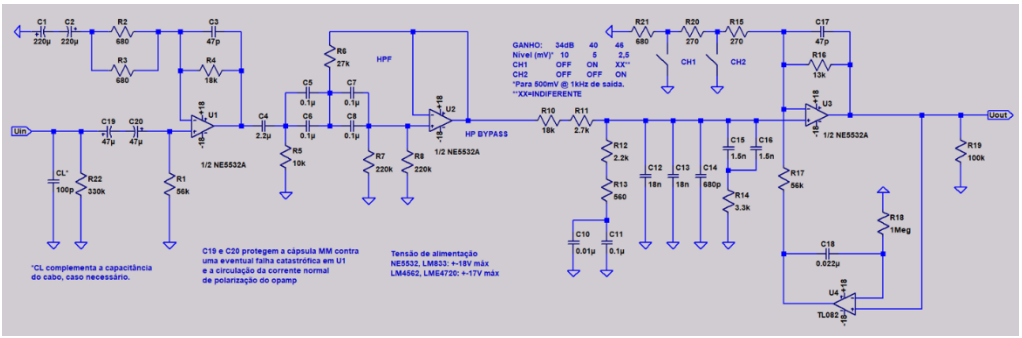


Fig. 8

Nível de ruído entrada MM:

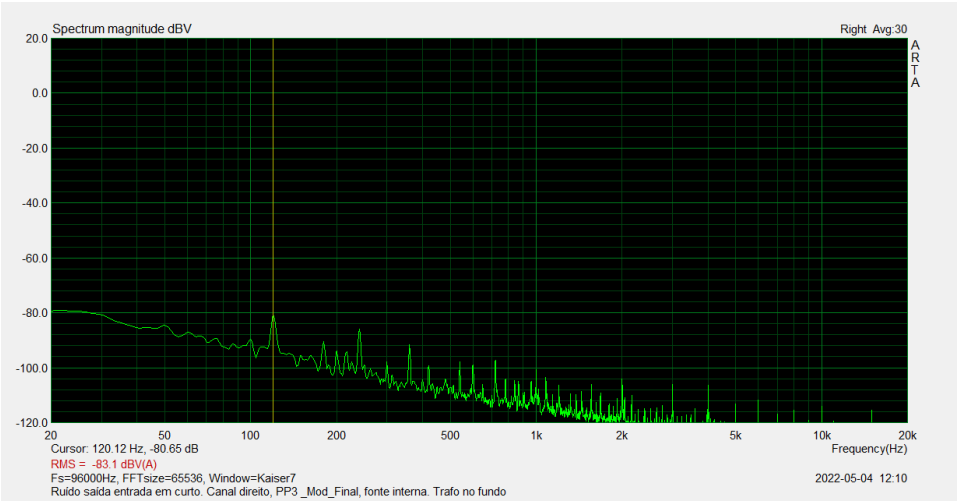


Fig. 9

Tensão máxima de saída:

A 1kHz, carga 5kΩ.

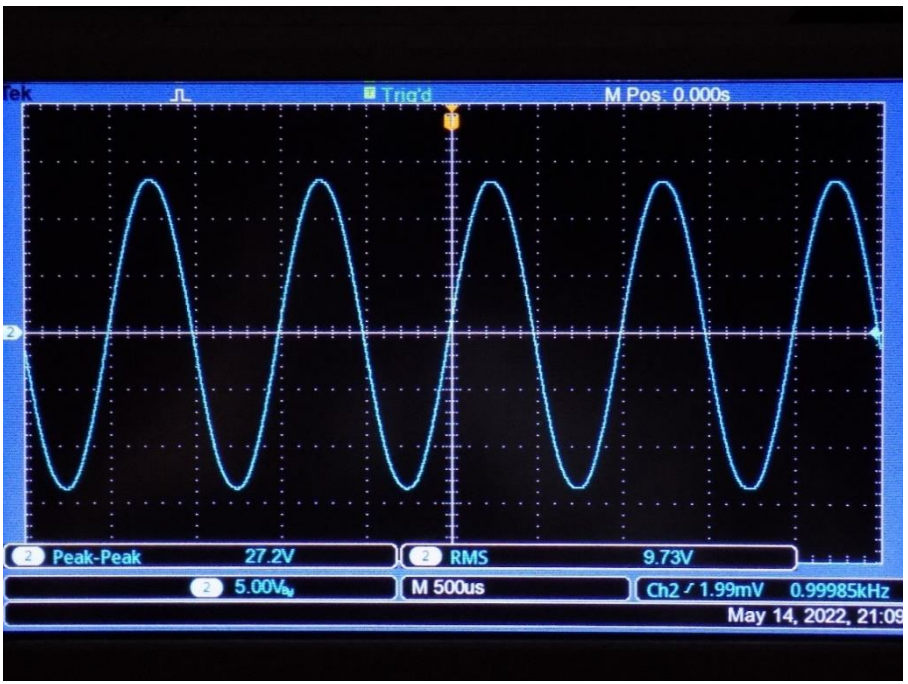


Fig. 10

A 20Hz, idem

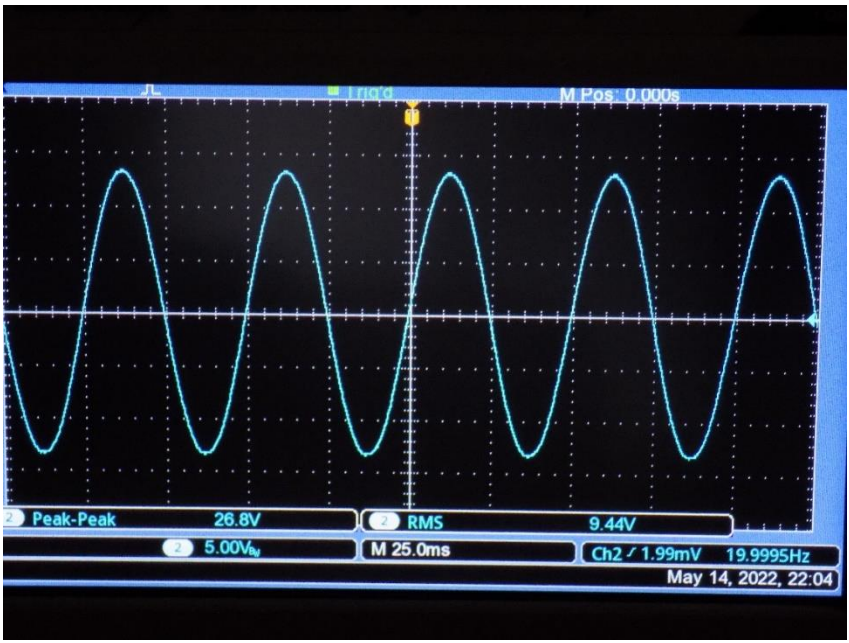


Fig. 11

A 100Hz;

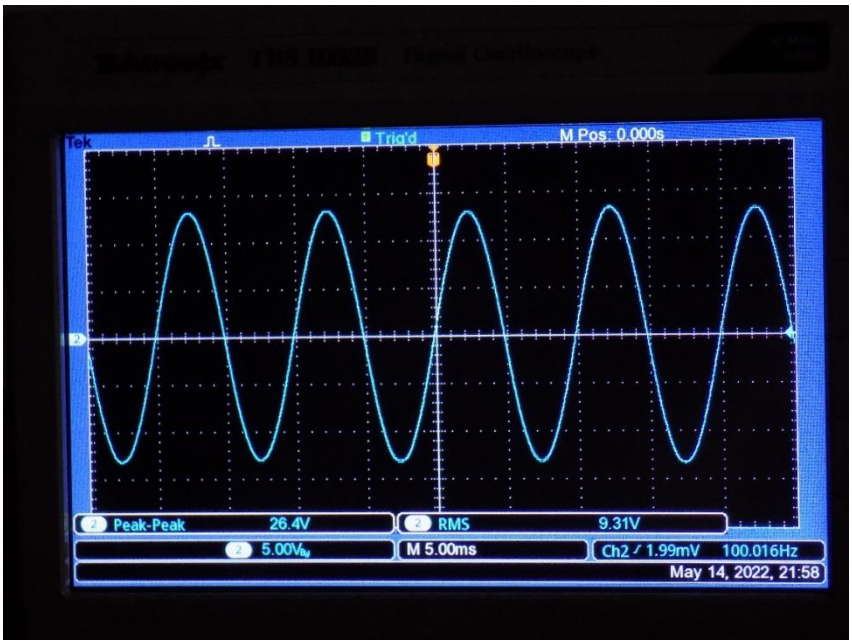


Fig. 12

A 5kHz

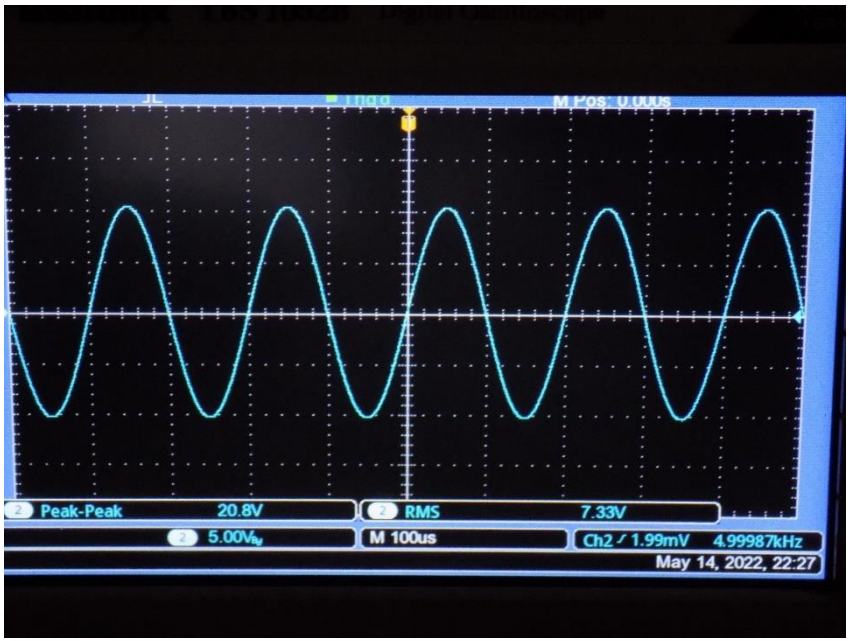


Fig. 13

A 10kHz

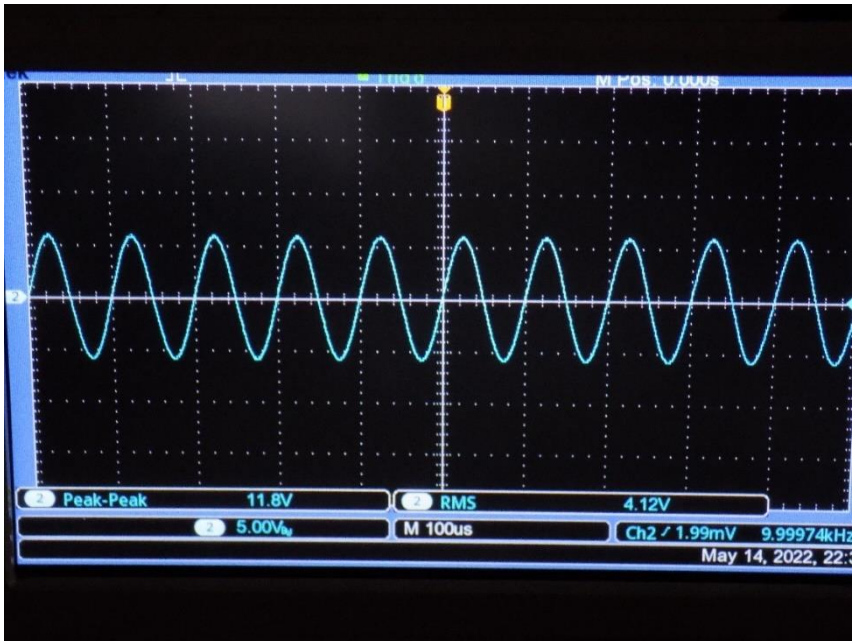


Fig. 14

A 20kHz

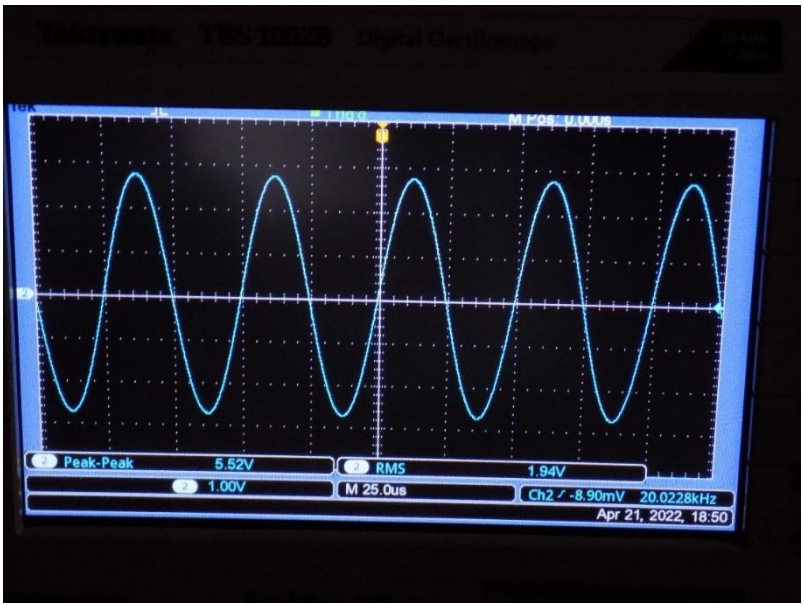


Fig. 15

Lembrem-se de que a tensão de saída nominal desse pré-amplificador é de 0,5V, sendo indicada mais uma etapa de amplificação para chegar ao nível de linha (0,775 ou 1,23Vrms), mas ele será capaz de fornecer sinal suficiente para levar a maioria dos amplificadores à potência máxima, sem distorção apreciável, tendo uma cápsula de saída mais elevada.

Aqui terminamos a análise objetiva da etapa de preamplificação para cápsulas de magneto móvel (MM), desse pré-amplificador e equalizador RIAA.

No próximo número, vamos examinar a etapa pré-amplificadora para cápsulas de bobina móvel (MC). Até lá!

Referências:

1. Self, Douglas; **Small Signal Audio Design**, 1st ed., 2010, Focal Press.
2. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
3. Holman, Tomlinson. **AUDIO**, **"Dynamic Range Requirements of Phonographic Preamplifiers"**, July 1977.
4. Tomer, Robert B. ; **Getting The Most Out of Vacuum Tubes**, 1st ed. Howard W. Sams & Co. Inc.; 1960.
5. Gray, Paul E.; Searle, Campbell L.; **Princípios de Eletrônica**, vol. 3, Circuitos Eletrônicos II; 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.; 1974.

6. 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 (internet).
7. Cauer, W, "**Die Verwirklichung der Wechselstromwiderstände vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit**", *Archiv für Elektrotechnik*, **vol 17**, pp355–388, 1926. **The realisation of impedances of prescribed frequency dependence (in German),** (internet).
8. Maloberti, Franco; Davies, Anthony C.; **A Short History of Circuits and Systems**. River Publishers, 2016.© IEEE 2016.
9. Kuo, Frank F., **Network Analysis and Synthesis**, John Wiley & Sons, 1966.
10. Daryanani, Gobind, **Principles of Active Network Synthesis and Design**, Bell Laboratories, John Wiley & Sons, 1976.
11. Van Valkenburg, M. E., **Introduction to Modern Network Synthesis**, John Wiley & Sons, 1960.
12. Tedeschi, Frank P.; **The Active Filter Handbook**, Tab Books, 1979.
13. Stephenson, Frederick William; et al, **RC Active Filter Handbook**, John Wiley & Sons, 1985.
14. 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.
15. 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.
16. Texas Instruments, **AN-346, High-Performance Audio Applications of The LM833**, agosto de 1985, revisado em maio de 2013.
17. Millet, Pete; **LR Phono Preamps**, disponível na internet em 21/09/2021, no endereço: http://www.pmillett.com/file_downloads/LR%20Phono%20Preamps.pdf
18. Jones, Morgan; **Valve Amplifiers**, 3rd ed., 2003, Elsevier Ltd.
19. Self, Douglas; **Small Signal Audio Design**, 1st ed., 2010, Focal Press.
20. **LM2596 SIMPLE SWITCHER©, 150kHz step down 3A Voltage Regulator datasheet**, Texas Instruments, 1999-2013.
21. Vogel, Burkhard; **The Sound of Silence**, 2008, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
22. Motchenbacher, C. D., Connelly, J. A., **Low-Noise Electronic System Design**; John Wiley & Sons, 1993.
23. Alley, Charles L., Atwood, Kenneth W.; **Electronic Engineering**, 3rd ed., 1973, John Wiley & Sons, Inc.
24. Spangenberg, Karl L., **Vacuum Tubes**; 1948, McGraw-Hill.
25. Blencowe, Merlin, **Noise in Triodes with Particular Reference to Phono Preamplifiers**; AMS Neve Ltd Engineering Report, Journal of The Audio Engineering Society, Vol. 61, N° 11, novembro de 2013.
26. Blencowe, Merlin, **Designing Valve Preamps for Guitar and Bass**; 2nd ed., 2012, Wem Publishing.