ANTENNA

TVKX ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES
Número 7/22 (1231) julho de 2022



ANTENNA E O... FUTEBOL





DICAS E DIAGRAMAS DE RÁDIOS VALVULADOS

A MONTAGEM DO AMPLIFICADOR DE 200W



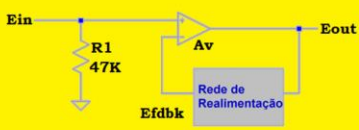
ANÁLISE DO TONOS IC-5

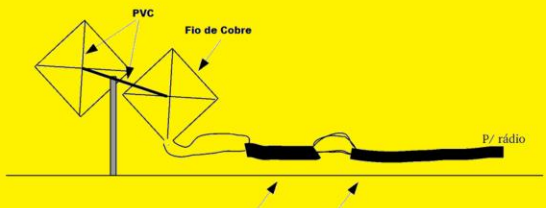


O BLUETOOTH EM ÁUDIO

A HISTÓRIA DO DOLBY

PRÉ-AMPLIFICADORES RIAA COM REALIMENTAÇÃO





MANUAL DAS ANTENAS - III

ANTENNA

Número 7/22 – julho/2022 – Ref. 1231

NOTAS DA EDIÇÃO – julho é o mês da cor **amarela**, para lembrarmos da importância da prevenção, diagnóstico e tratamento das Hepatites Virais.

Pessoal, gostaria de lembrar aqui que alguns de nossos colaboradores têm sítios na Internet e disponibilizam livros e cursos sobre tecnologia, telecomunicações e eletrônica. Vamos prestigiá-los, acessando as suas páginas e as suas produções.

E iniciamos uma nova seção, **Dicas e Diagramas**, para falarmos sobre rádios "vintage", valvulados, em Antenna, com um colaborador "das antigas". Seja bem vindo de volta, Dante Efrom!

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 a busca por Antenna em seu sítio.

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 XIX – O Futebol e o Rádio.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
6 - **CQ-RADIOAMADORES** – Construção da Quadra Cúbica de Alto Ganho para VHF.....
Ademir – PT9HP
8 – Bluetooth Audio.....
João Yazbek
12 - MEMÓRIA - O Dolby.....
Alfredo Manhães
22 - **TVKX** – O TV do Pimpão.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
27 - Análise do Pré-amplificador TONOS IC-5 .....
Marcelo Yared
35 - Manual de Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos - Parte III.....
Ademir – PT9HP
43 – Dicas e Diagramas.....
Dante Efrom
49 - Projeto de Pré-Amplificadores RIAA - Parte XX.....
Álvaro Neiva
58 - Construa o Amplificador Superraiende MK-MCMLXV - Parte II.....
Marcelo Yared
80 - Experimentos com Python Para Técnicos em Eletrônica – Parte VIII.....
João Alexandre Silveira

ANTENNA – Uma História - Capítulo XIX

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*

O FUTEBOL E O RÁDIO



Não nos esqueçamos de que Antenna surgiu como uma publicação oficial do Rádio Club do Brasil e que muitos artigos publicados nada ou pouco tinham a ver com a Radiofonia, como foi o caso das transmissões esportivas.

Ao final dos anos vinte, o futebol começava a se firmar como esporte popular, com alguns times de agremiações disputando taças e troféus.

O estádio do Clube de Regatas Vasco da Gama, em São Cristóvão, era, na época, algo comparado a um atual Maracanã, como centro das maiores disputas. Até os dias de hoje, quem passa pela Rua São Januário (antiga Rua Abílio), apesar da decadência do bairro em suas adjacências, ainda se admira da grandiosidade do estádio.

Portanto, é bem compreensível que as primeiras estações de rádio também se dispusessem a transmitir as partidas de futebol. O Radio Club do Brasil timidamente começou as primeiras transmissões, utilizando como “link” a linha telefônica convencional, porém, ainda não havia receptores suficientes para que tal feito causasse algum impacto financeiro nos clubes. O formato, digamos assim, das transmissões atuais ainda era desconhecido e o resultado final era bastante precário.

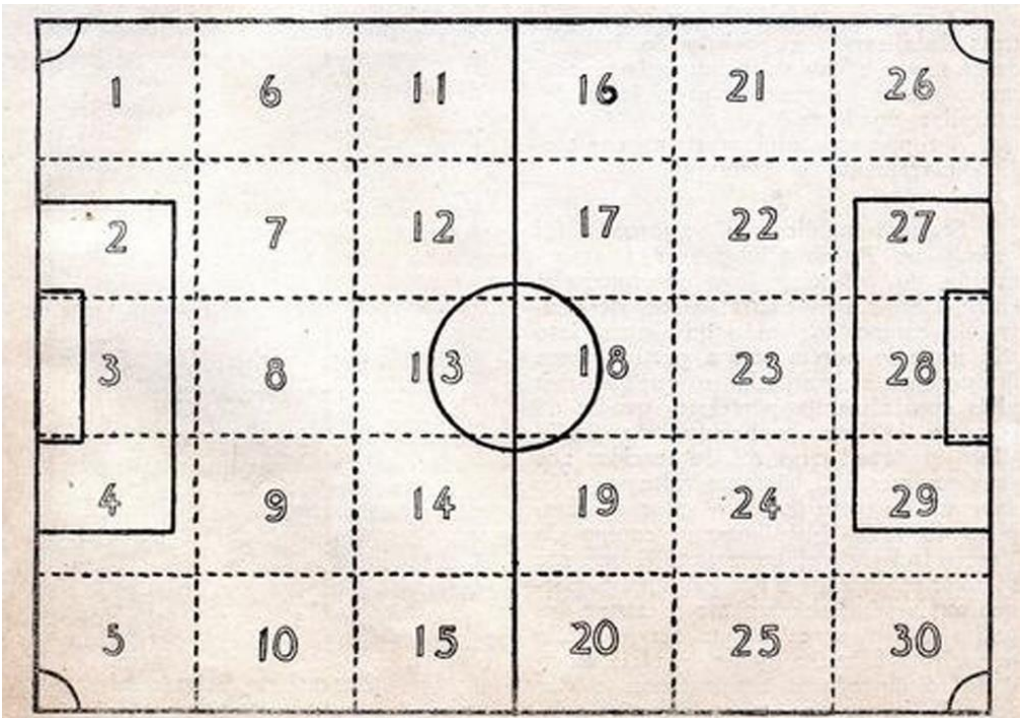
A grande maioria dos ouvintes das Rádios Sociedade e Clube do Brasil jamais havia posto os pés em um estádio, daí a dificuldade dos primeiros “speakers” em transmitir uma partida de futebol. O Rádio Clube, desde o início de suas transmissões esportivas, designou Amador Santos como o seu cronista oficial, cabendo a ele toda a responsabilidade pela perfeita irradiação dos jogos. Vejamos o relato publicado em “Antenna”, no ano de 1930:

- “ Até então a descrição dos jogos era feita de uma maneira simples, sem que o ouvinte tivesse uma referência para saber onde se localizava a bola sobre o gramado.” “O Speaker anuncia que a mesma se acha em poder de tal ou qual jogador, mas não encontrava meios de determinar o local do campo em que os jogadores se encontram“.

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

Apesar desta dificuldade, o Radio Club conseguia transmitir clandestinamente algumas partidas, contornando tal problema de uma maneira bastante engenhosa: E como era feita a coisa? Muito simples: para que cada ouvinte tivesse uma ideia do andamento das partidas, eram utilizados mapas, semelhantes a uma “batalha naval” , onde cada um ia acompanhando a trajetória do “balípodo” (como era conhecida a nossa bola atual).

Tais mapas eram afixados em bares e em outros locais públicos para que a “rodinha” de ouvintes se deleitasse com as narrações do “speaker”. Um exemplar de tal mapa foi publicado em outubro de 1930 e reproduzido abaixo.



Planta de referencia para as transmissões de foot-ball feitos pelo Radio Club do Brasil.

No entanto, em 1931, os dirigentes Vascaínos resolveram cobrar uma taxa das emissoras, o que criou um sério problema, uma vez que o orçamento das estações de rádio provinha apenas das contribuições de seus associados.

Por não concordar com tal pagamento, o Rádio Club foi proibido de ingressar no estádio com seus equipamentos de transmissão, bem como de toda a equipe coordenada por Amador Santos.

Como o número de receptores crescia a cada dia, alcançando um número razoável, os clubes criaram a "Liga Carioca de Foot-Ball de profissionaes", uma vez que viam nas transmissões das partidas "um pavoroso atentado a seus cofres". Quem tentasse se referir às transmissões de partidas de futebol era "malsinado e execrado pelos clubs".

Claro que a coisa não poderia ter ficado nisto... Iniciou-se uma briga de gato–e–rato, culminando com a proibição total das transmissões no interior dos estádios.

Uma vez que a imaginação sempre sobrou para aqueles pioneiros, o "speaker" Amador Santos lançou mão do que chamava de "posto das nuvens", que consistia em uma arquibancada improvisada com sarrafos e tábuas, encimada por duas cadeiras, montada em um galinheiro de uma das casas da "barreira" do Vasco.

Uma foto da equipe de transmissão foi publicada em 1931 nas páginas de Antenna, onde se percebe a precariedade de tal montagem.



Vista geral do posto de observação improvisado pelo Radio Club do Brasil, perto do Stadium do Vasco.

Os dirigentes do Vasco da Gama ficaram furiosos, porém nada podiam fazer, afinal de contas, o locutor esportivo (na época o "speaker") não estava dentro das dependências do estádio. Depois de protestar junto ao Rádio Club os dirigentes vascaínos tentaram de arrumar um meio para impedir a visão do campo.

Para isto, esticaram uma enorme faixa com publicidade, na linha de visão do “speaker” para que este não visse o jogo. Porém, não contavam os Vascaínos com os efeitos do vento forte sobre tão longa tira de pano, que acabou por se romper.



Um dos problemas que surgiam durante a transmissão era o cantar dos galos e dos perus, pois sempre havia algum engraçadinho de plantão pronto a provocar tais ruídos.

Porém o mais difícil mesmo eram os jogos noturnos. Não que a iluminação fosse precária, ao contrário: os “possantes reflectores” tornavam o gramado perfeitamente visível a distância, exceto para Amador Santos, devido a um estratégico “reflector” virado diretamente para o tal galinheiro. Sua luz era suficiente para ofuscar a visão se... o nosso “speaker” não lançasse mão de óculos escuros, mesmo sendo à noite.

Posteriormente, devido ao fracasso da estratégia, o clube afixou um “reclame” na direção das balizas, porém a gritaria dos torcedores não deixava qualquer dúvida quanto ao gol.

Mas não era só o futebol... A equipe de esportes do Rádio Club do Brasil ainda teria muitas histórias para contar...

CQ RADIOAMADORES

***A cargo de Ademir, PT9HP**

CONSTRUÇÃO DA ANTENA QUADRA CÚBICA PARA VHF

Vamos construir nossa antena quadra cúbica, considerada a rainha das antenas, pelo seu alto ganho... e pelas dificuldades mecânicas apresentadas.

Adotamos o estilo “diamante”, que embora aproxime mais o quadro do chão, dá mais firmeza nos quadros e facilita a colocação do cabo coaxial próximo ao tubo de PVC.

Cada quadro da antena é suportado por uma cruzeta de PVC de boa qualidade e tubos também o mais retilíneos possível. Veja os detalhes nas fotos da seção de junho passado.

NOTA: toda antena com irradiantes ou refletores (Yagi e Quadra Cúbica) necessita de um acoplador de impedâncias para ajuste correto. Uma antena dipolo não precisa de acopladores de impedância.

Eis as medidas da antena para a faixa de RADIOAMADORES – 144 MHZ:

REFLETOR: 2,5 metros de comprimento total de fio 10
Cada lado do elemento tem 55 cm

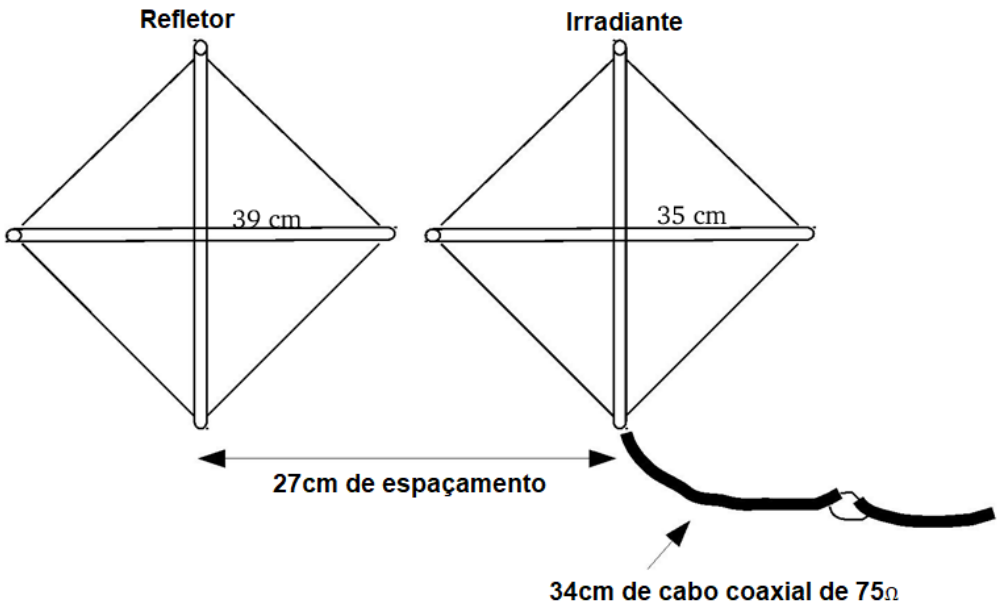
IRRADIANTE; 2 metros de comprimento total de fio 10
Cada lado do elemento tem 49 cm

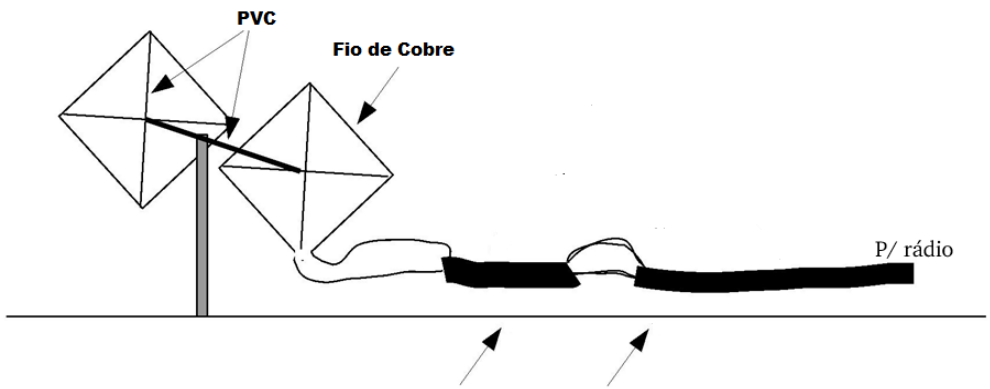
Espaçamento na vareta (spreader), onde vai o furo para passar o fio:

Refletor: do centro para a ponta: 39 cm

Irradiante: do centro para a ponta: 35 cm

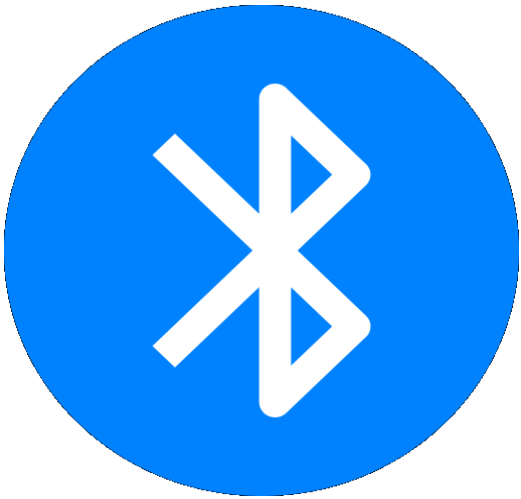
A gôndola (boom) tem 27 cm de comprimento total, que é o espaçamento ideal entre os dois elementos. Nada impede usar um pouco maior, para ajustes. Nota: o desenho abaixo mostra os elementos lado a lado, mas na montagem final, eles estão defronte um ao outro!





Seção casadora (gamma-match) é constituída de 34 cm de cabo coaxial de 75Ω, ligado em série com o resto do cabo coaxial, que é de 50Ω

Bluetooth Audio



João Yazbek*

A tecnologia Bluetooth já é velha conhecida dos usuários de celulares e de computadores, estando disponível há um bom tempo nesses produtos, sendo usada para a transferência de arquivos e para impressão de documentos.

Há algum tempo, começaram a surgir em grande quantidade no mercado produtos que utilizam a tecnologia Bluetooth para o envio ("streaming") de áudio de um produto como um smartphone ou tablet para um receptor, que pode ser um receiver ou pré-amplificador/processador de Home-theater, como também outros aparelhos com alto-falantes e amplificadores embutidos, num conceito parecido com as docking stations para MP3 players, porém com comunicação sem fio.

Escolhi o Bluetooth como assunto para este mês, pois ele é mais facilmente encontrado no mercado do que seu concorrente direto, o Airplay da Apple, que inclusive trabalha de uma forma totalmente diferente, utilizando a rede Wi-Fi.

Novamente, um pouco de teoria

O Bluetooth é uma das tecnologias padronizadas de comunicação digital sem fios para envio de dados a curtas distâncias, utilizando a frequência de 2.4 GHz (a mesma dos telefones sem fio que utilizam a frequência de 2.4 GHz).

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

Ela foi criada pela empresa de telecomunicações Ericsson em 1994, como alternativa às comunicações seriais por fio, bem comuns até a década passada nos PC´s (lembra-se da porta serial RS-232?).

Da mesma forma já discutida quando falamos do HDMI, a tecnologia Bluetooth também é gerenciada por uma organização. Nesse caso ela é a Bluetooth SIG (Special Interest Group – Grupo de Interesse Especial), que foi criada em 1998. O SIG supervisiona o desenvolvimento da especificação e gerencia o programa de qualificação de produtos. Para ser vendido como um equipamento Bluetooth, o produto precisa ser avaliado e aprovado pelas regras criadas pelo SIG.

A tecnologia Bluetooth usa a tecnologia de Spread Spectrum (espectro de frequências espalhado), que divide os dados a serem transmitidos em pedaços e transmite-os em até 79 frequências diferentes separadas em espaços de 1 MHz, dentro da faixa de 2402 a 2480 MHz. A tecnologia de Spread Spectrum faz com que a transmissão seja muito mais imune a ruídos do que uma transmissão normal. A frequência de 2.4 GHz é usada por vários produtos e também pelo Bluetooth, pois é uma frequência livre (não necessita de licenciamento), chamada de ISM (de Industrial, Scientific and Medical-uso Industrial, Científico e Médico).

Como todas as conexões digitais modernas, o Bluetooth é um protocolo baseado na transmissão de pacotes. Possui uma estrutura de mestre-escravo, onde um mestre pode se comunicar com até sete escravos em uma rede; o relógio (clock) do mestre é utilizado em todos os produtos conectados. A conexão é segura, e o protocolo foi feito originalmente para ser um protocolo de transmissão de sinais a baixa velocidade. Atualmente, o Bluetooth evoluiu bastante, aumento usa velocidade e capacidades e está na versão 5.3.

A versão 5 suporta taxa de dados de até 50 Mbits/segundo e tem um alcance de até 100 metros, (exceto na versão de baixa potência, onde o alcance máximo é de 10m) e inclui três modos de operação em sua especificação: Classic Bluetooth, Bluetooth High Speed e Bluetooth Low Energy. A versão High Speed é baseada em Wi-Fi e somente o controle é efetuado pelo Bluetooth e a versão de baixa energia tem alcance e capacidades limitados em função da necessidade de economia de energia. Já a versão Bluetooth Classic consiste dos protocolos tradicionais já existentes.

Audio via Bluetooth

O protocolo de streaming de áudio em Bluetooth é o chamado A2DP (Advanced Audio Distribution Profile), capaz de realizar a transferência de um sinal de áudio em dois canais estéreo, com banda disponível de 768 Kbps.

Logo, para uso de Bluetooth com qualidade similar ao CD, é necessário se usar compressão para que a capacidade máxima do canal sem fio não seja ultrapassada. Existem várias formas de se fazer a compressão e a posterior descompressão do sinal de áudio, realizada através de um bloco de circuito chamado de codec, mas a especificação Bluetooth recomenda um codec padrão para isso, o SBC, sendo todos os outros opcionais.

Além de suportar o SBC padrão, o Bluetooth tem como opcionais, entre outros, os padrões tradicionais MPEG-1 e MPEG-2. Há também suporte para alguns codecs proprietários, como, por exemplo, o codec AptX, que é um codec de qualidade conhecido no mercado de áudio como umas das melhores soluções de compressão e descompressão de áudio disponíveis.

O problema de se usar um codec não padronizado é que pode haver problema de compatibilidade. Todos os fabricantes são obrigados a usar o padrão SBC, que garante a compatibilidade do Bluetooth de seu produto com o de outros.

Chamado de Low Complexity Subband Coding (ou Codificação de Sub Banda de Baixa Complexidade)**,** ele é um codec de áudio desenvolvido pela Philips para obter uma qualidade de áudio razoável, utilizando taxas de transferência de bits pouco elevadas e com baixa complexidade computacional, suportando dois canais estéreo ou um mono, com taxas de amostragem máximas de 48KHz. As taxas máximas de transferência do SBC são de 198 Kb/s para canais mono e 345 Kb/s para estéreo, no modo de alta qualidade e utilizando 48 kHz.

Há diversas variáveis a se levar em conta na escolha dos codecs, como compatibilidade, qualidade de áudio e consumo de energia, entre outros.

Para piorar as coisas, de forma o obter a melhor compatibilidade possível com produtos existentes no mercado, alguns fabricantes enviam seus produtos na pior condição de qualidade, com o codec padrão SBC trabalhando com as taxas de transmissão mais baixas, pois dessa forma a compatibilidade estará garantida, às custas da qualidade, que nem sempre pode agradar o consumidor.

O jitter, que já foi discutido anteriormente para as outras conexões, existe também em Bluetooth. A informação que o autor possui sobre o jitter na conexão Bluetooth é que ele depende da implementação do sistema e também do codec utilizado, sendo que o aptX apresenta melhor desempenho que o codec padrão. Mas avaliações mostram que o jitter da tecnologia é pior do que o jitter encontrado nas outras conexões digitais.

Logo, lembrando que todos os codecs utilizados apresentam perdas de qualidade por compressão e a conexão apresenta jitter acima das outras conexões, a conexão Bluetooth não é superior às conexões já avaliadas e discutidas.

Lembro que as soluções já discutidas para a redução de jitter podem ser utilizadas aqui também, logo a qualidade da implementação é parte significativa do resultado final.

Muitas vezes também, a culpa não é do Bluetooth em si, mas dos periféricos existentes como conversores DAC ou partes analógicas de baixa qualidade, como pré-amplificadores ou amplificadores e até mesmo alto-falantes, que fazem com que alguns produtos tenham qualidade sonora sofrível.

Cabe ao consumidor avaliar todas essas características, e em produtos que o permitem, como PCs e produtos mais sofisticados, verificar se o Bluetooth não está sendo utilizado com taxas muito baixas.

O codec aptX, que iniciou sua vida na área de áudio profissional, está se tornando o padrão em produtos de alta performance e a qualidade de uma conexão Bluetooth utilizando esse codec é bastante superior ao padrão SBC.

Enfim, antes de comprar qualquer produto com Bluetooth, se informe sobre o codec e as taxas de transmissão de dados (se estas informações estiverem disponíveis), se elas podem ser alteradas facilmente, ouça o produto e então decida.

Finalizando, uma dica importante

Uma recomendação prática para extrair melhor qualidade da conexão Bluetooth é não utilizar o produto portátil que está enviando sinal como controle de volume, se o produto que receptor tem essa mesma função, assim como não equalizar o sinal no transmissor e sim no receptor, se existe essa possibilidade.

Em resumo, todas as tarefas de controle de volume e tonalidade devem ser feitas, se possível, no receptor e não no transmissor. O transmissor deve ser mantido com o volume no máximo e com a equalização plana.

Com isso, uma qualidade final superior pode ser obtida e eventualmente alguns problemas de operação que afetam a qualidade, como deixar o volume muito baixo no transmissor e ter de aumentá-lo demais no receptor, que degradam bastante a qualidade do sinal, podem ser evitadas.

MEMÓRIA - Dolby

Alfredo Manhães*

Há 57 anos surgia no mercado uma empresa de áudio que marcaria diversas gerações com seus produtos inovadores: a Dolby Laboratories (Dolby Labs). Fundada em maio de 1965 pelo engenheiro norte-americano e inventor Ray Milton Dolby (1933-2013), ela continua até os dias atuais desenvolvendo diversas tecnologias para áudio e vídeo.



Figura 1- Ray Milton Dolby

Ray Dolby ainda era um adolescente em meados da década de 1940, quando conseguiu um emprego de meio período na Ampex Corporation durante o verão.

Neste período o interesse pelo áudio começou a despontar, e assim teve oportunidade de trabalhar no projeto de seu primeiro gravador de áudio em 1949.

***Mestre em Engenharia da Computação**

Logo depois, se tornou estudante de engenharia na Universidade de Stanford, mas continuou atuando na Ampex.

Mesmo antes de concluir sua graduação, Ray teve papel fundamental no desenvolvimento do protótipo do gravador de fita de vídeo Quadruplex (figura 2), criado em 1956 e que logo depois entrou em produção.

Assista um vídeo de demonstração do Quadruplex acessando o Youtube no link https://youtu.be/zHDU1wXw1sU

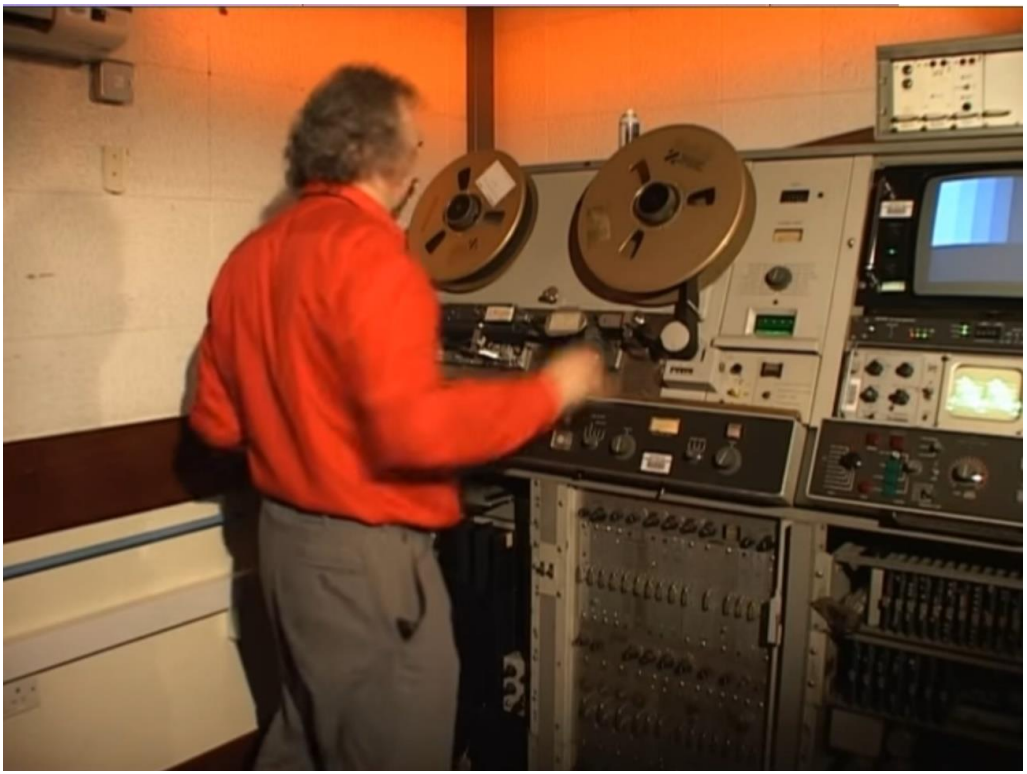


FIGURA 2 – SISTEMA QUADRUPLEX COM FITA DE VÍDEO DE 2 POLEGADAS.

Após concluir seus estudos, Ray ainda atuou na Ampex, mas logo depois criou sua própria empresa, a Dolby Labs.

O primeiro produto foi o Dolby Noise Reduction A301, um compander (compressor e expansor), que atua diretamente na relação sinal/ruído das fitas magnéticas, tratando os ruídos de menor intensidade (equivalentes a 3 dB).



Figura 3 - Dolby Noise Reduction A301

O uso do produto ficou restrito às gravadoras, que, por questões de custo e demanda, estavam reduzindo a velocidade padrão de gravação de 30 ips (polegadas por segundo) para 15 ips. Essa redução provocava certa perda na qualidade do áudio e tornava o sinal mais suscetível à interferência do ruído natural da fita, o conhecido “hiss”, principalmente nos trechos mais silenciosos da música. Sendo assim, o redutor de ruído trouxe uma solução bastante razoável para o problema.

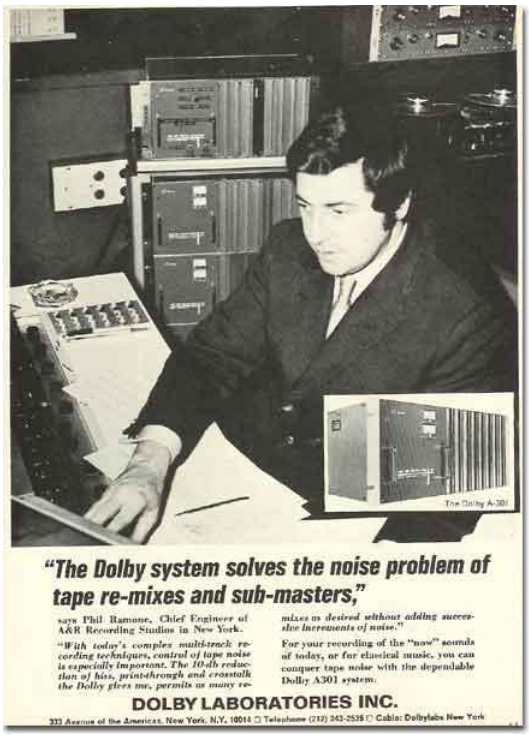


FIGURA 4 – PROPAGANDA DO A301

Uma década depois, o Dolby NR começou a integrar sistemas de áudio doméstico, inicialmente em máquinas de carretel aberto e depois nos decks K7, tecnologia apresentada ao mundo pela holandesa Philips em 1963. O formato K7 foi adotado como mídia de gravação magnética por diversos fabricantes da indústria do áudio.

O padrão estabelecia a velocidade de 1 7/8 ips, com cabeças de gravação/reprodução num layout de quatro pistas divididas em dois canais estéreo, esquerdo e direito, com largura da fita de aproximadamente 1/8 de polegada.

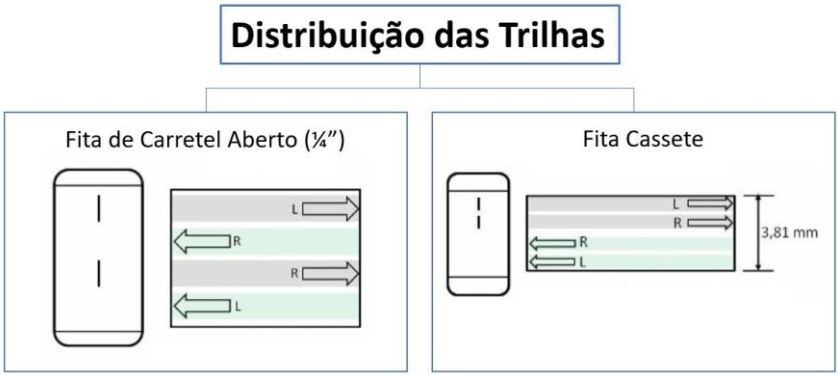


FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DAS TRILHAS MAGNÉTICAS EM FITAS DE CARRETEL ABERTO E K7.

Devido às características da fita K7, as gravações apresentavam um "hiss" considerável, que tornava as audições de música um pouco desagradáveis em certas passagens. O problema foi analisado pela Dolby, que propôs a integração de um módulo com o sistema Dolby NR nos decks K7.

Essa prática foi gradualmente adotada pelos principais fabricantes, que, inicialmente, colocavam o NR apenas nos decks topo de linha, mas depois foram equipando também os modelos de entrada. Dificilmente se vê um deck K7 dos anos 80 sem esse recurso, mesmo os modelos mais simples.



FIGURA 6 – DETALHE DO TAPE DECK SANSUI D-550M.

De forma geral, os sistemas de redução de ruído propostos pela Dolby utilizam circuitos de “pre-emphasis” e de “de-emphasis”, conforme mostrado na figura 7.

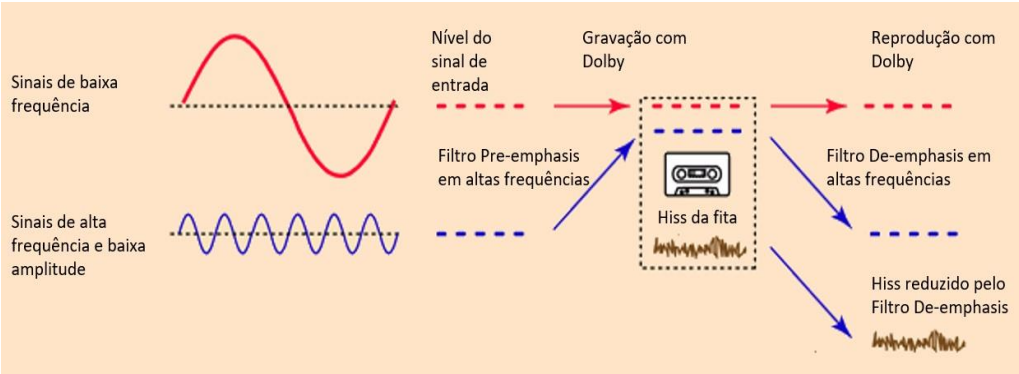


FIGURA 7 – ATUAÇÃO DOS FILTROS DE “PRE-EMPHASIS” E “DE-EMPHASIS”.

Na etapa de pre-emphasis, as altas frequências passam por um reforço antes de serem gravadas na fita, tornando-se mais elevadas que o hiss. Após a gravação um filtro de-emphasis promove o processo inverso, restaurando as altas frequências ao nível adequado de audibilidade, porém mantendo o hiss em nível bem mais baixo.

É importante lembrar que os avanços nos sistemas de redução de ruído tiveram estreita relação com as tecnologias utilizadas na produção das fitas magnéticas, sejam as de rolo ou K7.

Basicamente, uma fita magnética é constituída por um material plástico flexível (poliéster) revestido por uma fina camada responsável por armazenar magneticamente o sinal a ser gravado, e posteriormente reproduzido.

Inicialmente, essa camada utilizava o óxido de ferro (Fe2O3), mas outros materiais foram propostos como forma de melhorar os resultados das gravações. Com o tempo surgiu uma classificação para as fitas, com base na camada magnética:

- IEC Type I – Óxido de ferro.
- IEC Type II – Dióxido de cromo.
- IEC Type III – Ferrocromo (camada dupla com óxido de ferro e dióxido de cromo).
- IEC Type IV – Ferro puro ou Metal.

Essa classificação é visível nos painéis dos decks onde há ajuste de equalização e bias, de acordo com a composição da fita. Como cada tipo de fita tem impacto direto na relação sinal/ruído, a Dolby procurou acompanhar de perto esse mercado.



Figura 8 – Detalhe do tape deck Technics M95.

Um detalhe: era bastante comum, nessa época, os fabricantes de gravadores fornecerem junto com o manual uma tabela com os valores de equalização e bias para as fitas encontradas no mercado. A figura 9 mostra a tabela que acompanhava o deck Pioneer RT-707 de carretel aberto. Isso ajudava bastante nas operações de gravação e reprodução.

Major Tape Brands & BIAS, EQ Switch Settings Table. 1

Make of tape		BIAS switch		EQ switch	
		STD	LH	STD	LH
SCOTCH	177,206,218,229,CLASSIC		○		○
	203, 211, 212, 213, 228	○			○
FUJI	FB-151		○		○
	FM-150, FG-150	○			○
SONY	SUPER	○		○	
	SLH, DUAD		○		○
TDK	SD-150, AUDUA		○		○
	T-555	○		○	
MAXELL	LN-50		○	○	
	UD50, UD35, LNE-50		○		○
AGFA	PER-525		○	○	
	PE-36, PE-46	○			○
BASF	LH PROFESSIONAL LP35LH-HIFI, LP35LH LH SUPER		○		○
AMPEX	434, 444, 456	○			○
HITACHI	UDO		○		○

- This table is based on values displayed by the RT-707.
- The tapes' absolute values are not shown.
- If the sound is not to your liking with the EQ and BIAS positions listed in the table, try a different position.

FIGURA 9 – TABELA DE EQUALIZAÇÃO E BIAS DO DECK PIONEER RT-707.

Com o passar dos anos, vários tipos de sistemas redutores de ruído foram desenvolvidos e colocados no mercado pela Dolby Labs. De forma resumida, estes foram os produtos em ordem cronológica (informações do fabricante):

- **1965** – Dolby A: é um compander (compressor e expansor) de quatro bandas separadas e que promove uma atenuação de ruído da ordem de 14 dB. Foi utilizado em gravadores de rolo multipista de alta velocidade (30 ips e 15 ips).
- **1968** – Dolby B: versão bastante difundida nos anos 1970, tanto em decks de rolo quanto em decks K7 mais populares. Utiliza uma única faixa de compressão e produz cerca de 10 dB de atenuação nos ruídos.
- **1970** – Dolby FM: sistema desenvolvido para redução de ruído em transmissões de FM, tendo por base o Dolby B modificado no circuito de pre-emphasis. Pode ser visto em alguns receivers e tuners da época, como é o caso do Gradiente T-I, da linha System One.
- **1980** – Dolby C: sistema um pouco mais refinado e complexo que os anteriores, é equivalente a um par de circuitos Dolby B em série, ou seja, um compander duplo. Sua faixa de atenuação de ruído é da ordem de 20 dB.
- **1981** – Dolby HX/HX Pro (Headroom eXtension): criado por Jørgen Selmer Jensen (Bang & Olufsen) e licenciado para a Dolby Laboratories, foi anunciado como NR mas não deve ser considerado um redutor de ruídos. O que ele faz realmente é ajustar o nível de polarização (bias) do sinal de saída em altas frequências e com isso melhorar o headroom do sistema de áudio com um todo.
- **1986** – Dolby SR (Spectral Recording): desenvolvido para uso profissional ele utiliza uma série de filtros que atuam ativamente de acordo com o sinal de entrada. Embora tenha um circuito mais complexo que os anteriores e seja bem mais caro de implementar, pode fornecer atenuação de ruído da ordem de 25 dB.
- **1989** – Dolby S (Standard): sistema profissional de redução de ruído proposto para utilização em fitas K7 pré-gravadas no final dos anos 1980. Lançado numa época em que os gravadores e reprodutores de CDs já eram uma realidade de mercado, e as fitas K7 perdiam espaço, consistia em uma adaptação refinada do SR, atuando não somente em altas frequências, com atenuação de ruído da ordem de 24 dB, mas também em baixas frequências, com atenuação de ruído da ordem de 10 dB.

A atuação do sistema de redução de ruído Dolby B pode ser observada na figura 10, onde é mostrada uma curva de resposta de frequência para o deck Nakamichi 580M com uma fita Nakamichi ZX.

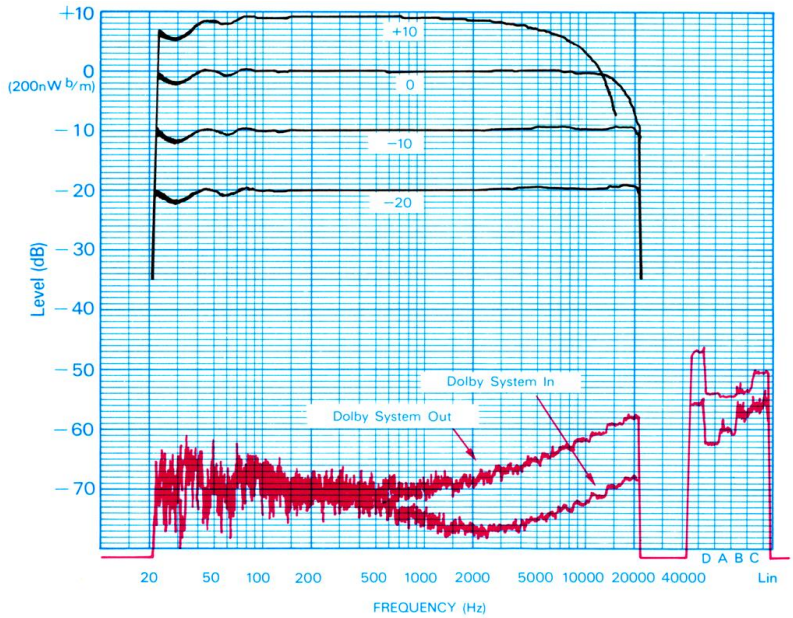


Figura 10 - Atuação do Dolby C (nível de sinal x frequência).
Fonte: Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=96054653

A figura 11 mostra as características de redução de ruído com o Dolby C para uma variedade de níveis de sinal de entrada.

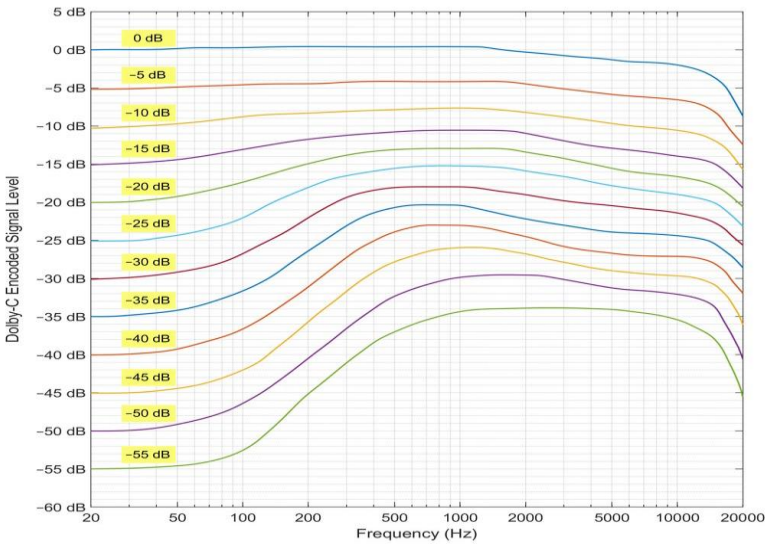


Figura 11 – Atuação do Dolby C (nível de sinal x frequência).
Fonte: Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=96054653

A figura 12 mostra o circuito Dolby HX, que é acionado pelo circuito integrado NEC UPC1297. Sua função é modular a corrente de polarização de entrada para as cabeças de gravação do deck.

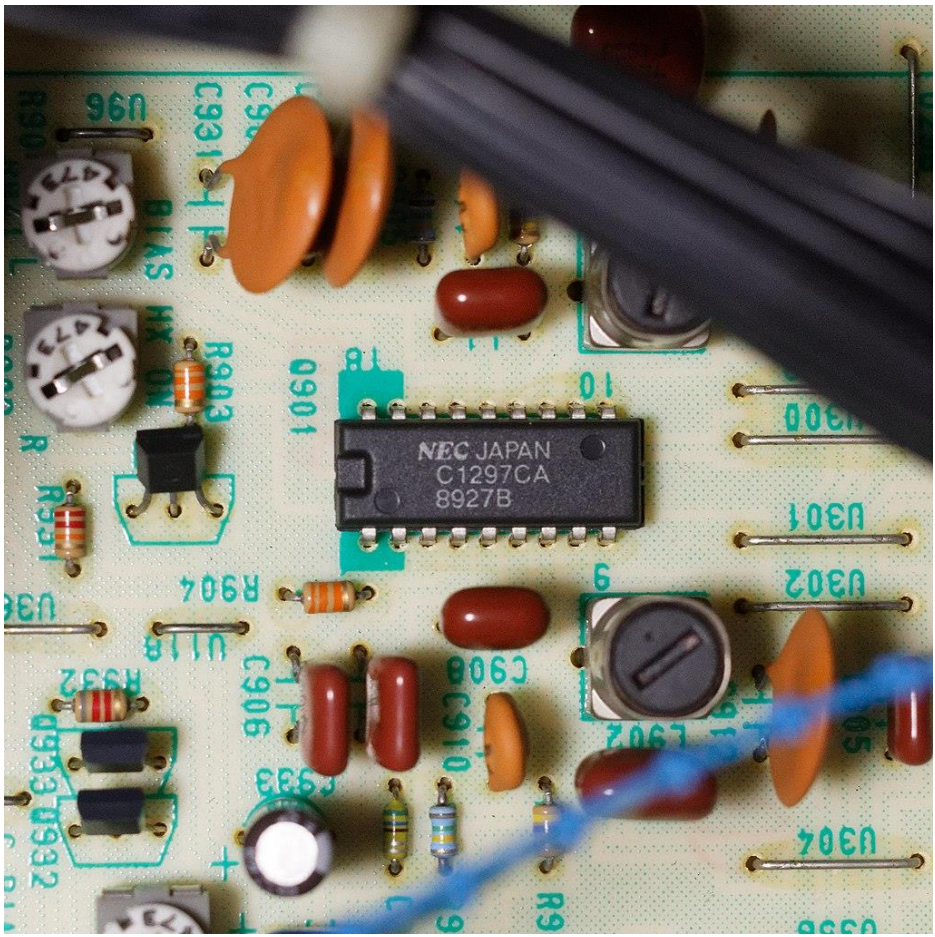
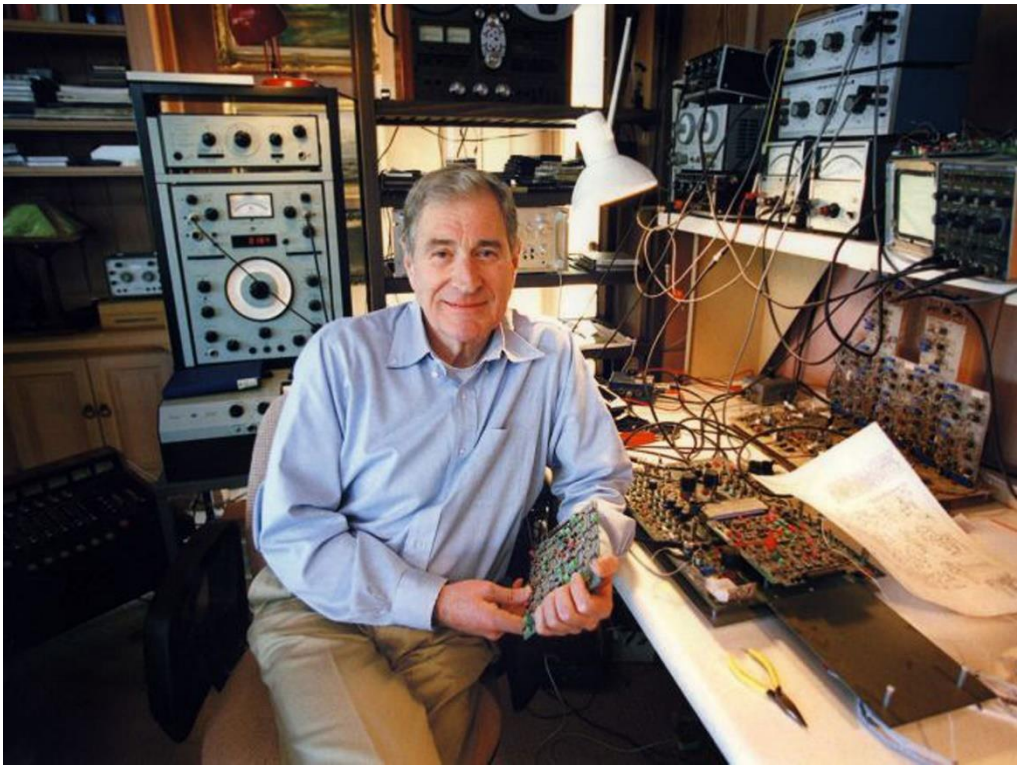


FIGURA 12 – CIRCUITO DOLBY HX

Ray Dolby faleceu em 2013, aos 80 anos. Sem sombra de dúvidas, ele deixou um grande legado para todos aqueles que vivenciam o universo das gravações magnéticas analógicas, e utilizam, ainda hoje, os produtos que saíram das mentes criativas de todos da Dolby Laboratories.

Vale lembrar que a indústria do cinema também se beneficiou de diversas iniciativas da Dolby, como é o caso do sistema Dolby Surround e seus descendentes, chegando até o Dolby Atmos.



Além do Dolby NR, havia a concorrência de outros sistemas para redução de ruído em áudio, como é o caso do ANRS (JVC), DBX etc, além de módulos para atuação em tempo real, como o utilizado no NR800 da Cygnus, mas falaremos sobre eles em um outro momento.

Até a próxima!



Você, leitor amigo, já esteve às voltas com algum problema (pouco comum) na instalação, manutenção ou conserto de um televisor, rádio amplificador de som ou mesmo qualquer outro aparelho eletrodoméstico?
Se sim, ajude seus colegas, divulgue o que você observou e como resolveu o problema. Basta escrever um resumo do caso e mandá-lo para o e-mail contato@revistaantenna.com.br, deixando o resto por conta do redator de TVKX. Se ele considerar o assunto de interesse, será feita uma estória, com os populares personagens do TVKX. O seu nome será mencionado no artigo.

O TV do Pimpão

Como acontece em todos os dias, vamos encontrar nossos três amigos, Carlito, Zé Maria e Toninho, sentados em uma das mesinhas da padaria do Mario, aguardando que o relógio assinale as oito e meia, para então irem para a oficina.

- Não sabem da maior: O Pimpão deixou o seu televisor na oficina, ontem à noite.

- Faça um orçamento detalhado, Zé Maria. E tente fazer um diagnóstico detalhado antes de fazer qualquer tipo de intervenção.

- Hei! Já viram ali, colado no espelho? Pão Francês: R$19,90 o Kg!

- Isto dá um Real por cada pãozinho... Vamos ter de reajustar nossos preços também!

- E o que tem a ver o preço do pão da padaria com o que vamos cobrar em um reparo de televisor? Ficou maluco, Toninho?

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

- Bom... acho que tudo vai aumentar, ora! Basta ir ao mercado e abrir os olhos. Os preços dispararam. Como tenho de fazer compras periodicamente, sou obrigado a manter o nível aquisitivo. Como? Reajustando a nossa retirada!

- Mas não podemos sair aumentando os preços! A clientela já caiu bastante, em relação ao que tínhamos há uns anos atrás.

- Não podemos aumentar mais nada, Toninho! Temos é que reduzir as despesas.

- Mais ainda? No final do mês passado acabamos com as chamadas para atendimento em domicílio. Os televisores são leves o suficiente para que cada um traga o seu aparelho para a oficina.

- Leve? Pegue no televisor do Pimpão...

- Por falar nisso, estamos em cima da hora! Quem paga a conta hoje?

Dali a pouco estavam na oficina, em torno do tão falado televisor.

- Não me lembro de algum dia ter feito qualquer reparo neste televisor. Olhe aqui na etiqueta! Nove anos de uso sem problemas.

- Em compensação temos agora uma encrenca daquelas. De acordo com o relato do Pimpão, o televisor começou a parar do nada. Mais tarde ele descobriu, não sei como, que dando um tapinha na tampa traseira ele, às vezes, não todas... Voltava a funcionar.

- A velha história de socar o aparelho até que pare de vez...

- E tem mais... Ontem cansamos de bater na tampa traseira e nada aconteceu.

- Pelo menos a LED indicado de “stand-by” está aceso, não é mesmo?

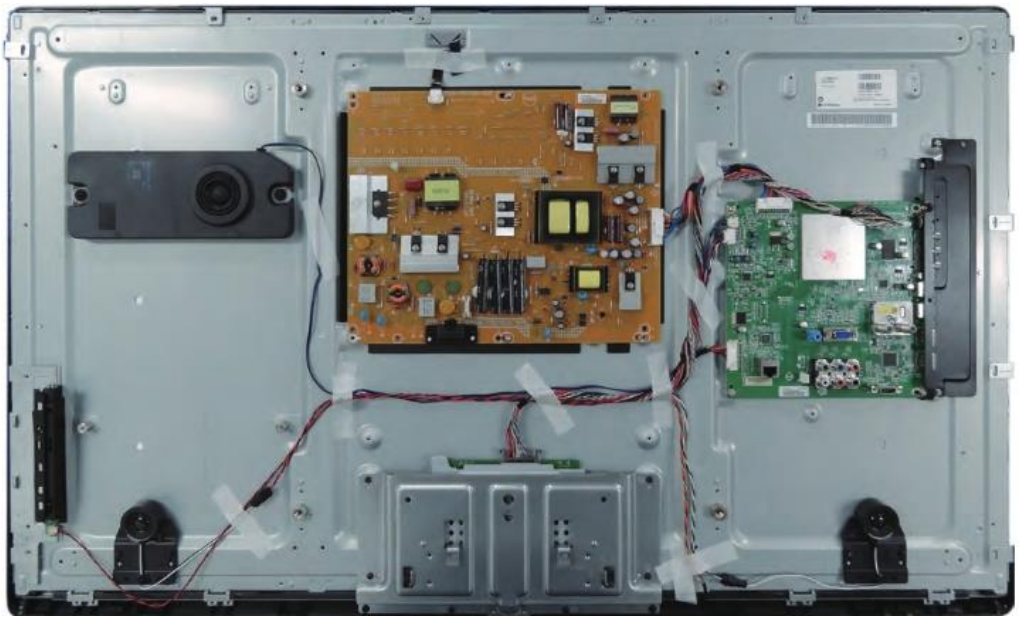
- Vamos com calma! Trata-se de um Philips 42PFL4007G/78, bastante conhecido, fabricado por volta de 2013. Proprietário: Pimpão!

- Faça o favor de escrever o nome correto na Ordem de Serviço, Toninho. Não fica nada bem tratar os clientes por apelidos.

- Vou retirar a tampa traseira. Chegue para lá, Zé Maria. Ainda bem que esse é da época dos parafusos. Nada de travinhas, arames e encaixes.

- Olhem só... Está praticamente novo! Vou passar o aspirador ali nos cantinhos e mais nada.

- Belo chassi... Fonte separada, tudo bem à mão.



- Pelo menos isto! Por onde começamos?

- Pela fonte, claro! Veja se as tensões estão corretas aqui nesse conector.

- Enquanto isto, vou ligar o Notebook para que a gente possa acompanhar pelo Manual de Serviço.

- Manual de Serviço! Foi-se o tempo em que as coisas eram mais elaboradas. Algumas marcas hoje em dia não possuem nem o esquema. Ainda mais um Manual desse tipo...

- E onde conseguiu o Manual?

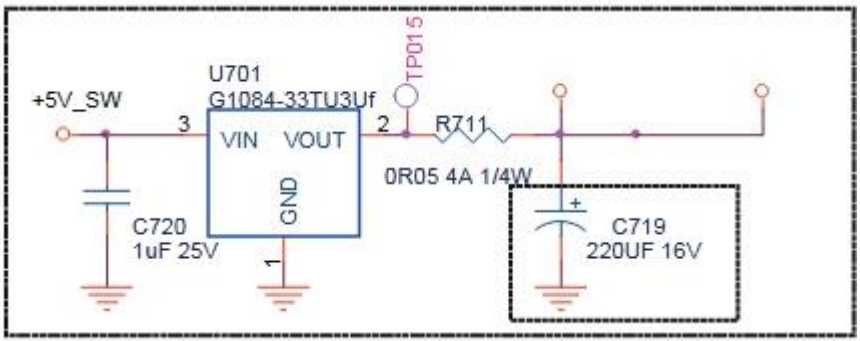
- Electrónica PT, ora pois!

- Para sua informação: As tensões aqui no conector da fonte estão todas corretas e estáveis.

- Vamos passar para a placa principal. Veja aqui: Temos dois reguladores: um para 1,5V e outro para 3,3V . Meça a saída de cada um.

- Hum... Nesse daqui, que alimenta a NAND, tudo normal... Nesse outro que fornece 3,3V temos... 4,4V!

- Pare por aí! Temos de substituir esse regulador.



- Temos em estoque?

- Tenho um guardado, que retirei de uma placa danificada. Dá para ver se o televisor irá funcionar

- Depois vamos colocar um novo! Concordo com um reparo provisório, mas “só para ver”!

- Deixe-me soldar os terminais... entrada.... pronto!

- Vou ligar o televisor, e... Funcionou!

- Ótimo! Vamos agora pensar no orçamento!

- Calma Toninho... E o tapinha na tampa traseira? O que tem a ver com o regulador de 3,3V?

- Certo Carlito! Vamos colocar o televisor na posição normal e dar umas bati...

- Só coloquei na posição correta. Apagou de vez!

- O que indica algum componente com mau contato.

- Diria que, com dez anos de uso, a possibilidade de encontrarmos uma solda trincada é muito grande.

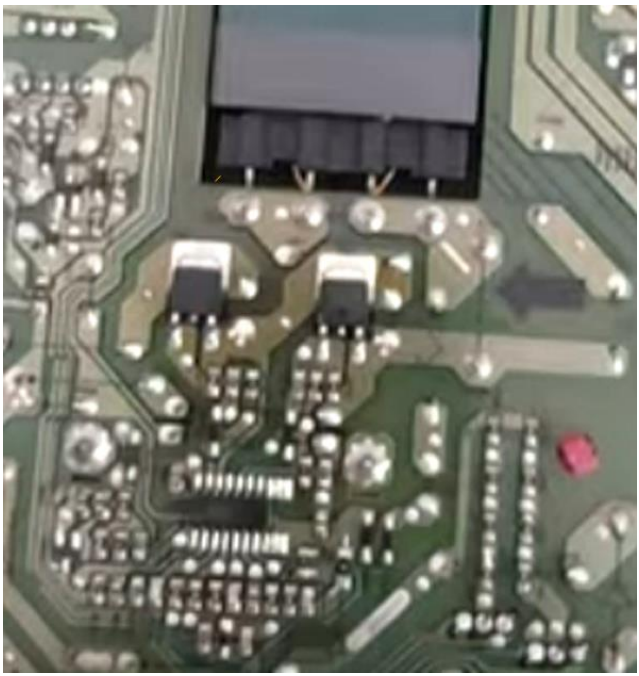
- Vamos ressoldar toda a placa, Carlito?

- De jeito nenhum! Vamos raciocinar: estatisticamente, onde ocorre ao maior número de soldas trincadas?

- Nos componentes com maior variação de temperatura ou aqueles de maior tamanho.

- Então... Por onde você começaria?

- Hum.... Deixe-me ver... Aqui, pelo transformador! Vou retirar a placa da fonte e examinar com a lente.



- Veja bem, Toninho... os terminais do seu lado direito: totalmente soltos... Aí, onde tem essa seta preta! Retire toda a solda antiga e refaça tudo.

- Não entendi! O que tem a ver o transformador com soldas frias com o regulador defeituoso?

- Provavelmente, da primeira vez que parou, seu amigo deu um tapinha no televisor e aí o transformador, cuja soda provavelmente já estava trincada, soltou-se. Dois defeitos sem qualquer relação de um com o outro!

- Falta só fazer o orçamento... Por onde começar?

O Pré-amplificador TONOS IC-5



Marcelo Yared*

A Embrasom, fabricante do equipamento objeto deste artigo, era uma empresa sediada na cidade do Rio de Janeiro e que, a partir da década de 1970, passou a produzir diversos equipamentos de áudio, que ganharam reconhecimento por sua qualidade e robustez. Anteriormente, já produzia equipamentos para instrumentação.

Começou suas atividades em um conjunto de salas em Copacabana, passando, depois, para um galpão improvisado e, com o sucesso (merecido) de seus produtos e o aumento de vendas, mudou-se para um prédio industrial adequado, em Benfica, na mesma cidade.

Entre os seus produtos, o que mais fez sucesso, sem dúvida, foi o misturador IC-3, de custo acessível e de alta qualidade. Foi objeto de análise em Antenna, em seu número de janeiro de 1980, sendo bastante elogiado.

Uma linha bastante abrangente e com reconhecimento do mercado como sendo de produtos de qualidade. A caixa DM10 foi avaliada em Antenna de maio de 1980 e saiu-se muito bem, também.

A Embrasom entrou, para valer, no mercado de equipamentos de som em meados da década de 1970, sendo o misturador IC-2 seu primeiro produto de grande sucesso. Em maio de 1978, a empresa lançou uma atualização do equipamento, denominada IC-3, e, posteriormente, o amplificador ST-200 e o pré-amplificador IC-4. Acompanhavam o conjunto, para uso residencial nominalmente, os sonofletores DM-10.

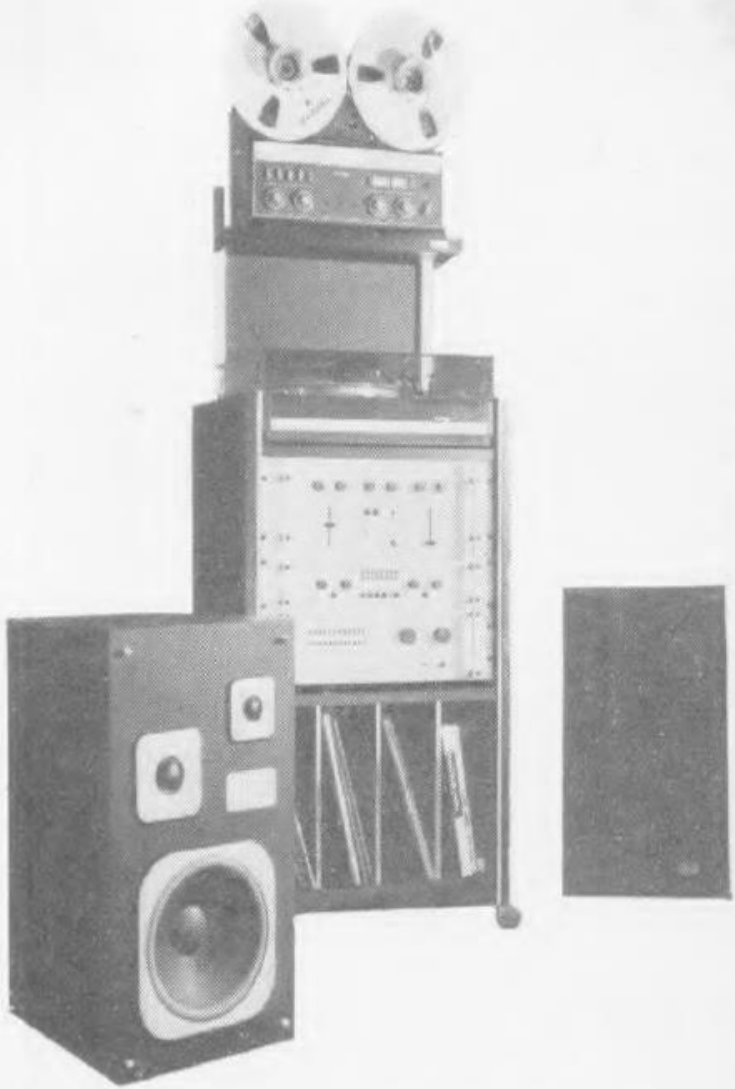
Os equipamentos fizeram bastante sucesso, reconhecidos por sua qualidade, e foram usados também em sonorização de ambientes, discotecas e boates. A empresa os fabricava com acabamento alumínio escovado e também anodizado em preto.

O sucesso da linha entre os audiófilos da época foi muito grande, e os seus projetistas chegaram, inclusive, a projetar um rack para comportar os equipamentos.

***Engenheiro eletricista**

"RACK" TONOS

Visando oferecer ao Audiófilo uma peça que possibilite a instalação simples e funcional de seu sistema de Som modular, a Tonos se prepara para lançar no mercado, no decorrer do mês de julho, um "rack" que alia à facilidade de operação um desenho sóbrio e elegante.



Posteriormente, em maio de 1980, foi lançado o pré-amplificador IC-5, complementando a linha.

Esse modelo, na verdade, incorporava as funções de seleção de entrada de sinal do misturador IC-3 e as funções de controle do pré-amplificador IC-4, com certeza para atender a um público que não necessitava de um misturador. Também reduziu significativamente o custo de aquisição e a necessidade de espaço físico, pois os dois equipamentos seriam substituídos por apenas um.

Os projetos eram de responsabilidade dos engenheiros Ary Braga e Manuel Pinho. Infelizmente, questões de sociedade levaram à saída dos dois da empresa, e, com isso, vários projetos não foram levados adiante, como, por exemplo, um modelo de potência superior à do ST-200, com 300W contínuos por canal em 4Ω, bem como, em visita à fábrica, os repórteres da Revista do Som informaram ter visto mecanismos de tape-decks cassete. Nada disso foi adiante e, em 1984, talvez por conta das questões acima citadas, Antenna noticiava que a Embrasom encerrou suas atividades em áudio.

Vamos ao IC-5, então.

Sua avaliação será interessante também para efeitos de comparação com outro produto, da WB, o WB 606, analisado mês passado em Antenna. Ambos são pré-amplificadores, da mesma época e fabricados por empresas de porte menor.

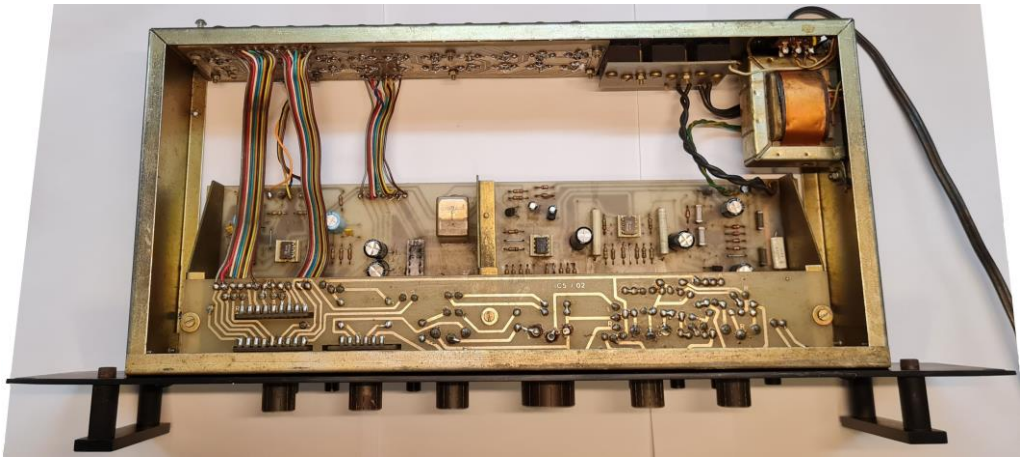
O IC-5 apresenta todas as funções de um bom pré-amplificador, com painel bonito, bem feito e controles suaves, com chaves e potenciômetros de boa qualidade.

Filtro subsônico, controle do modo reprodução, monitoração para dois tape-decks, possibilidade de desativação dos controles de tonalidade, entrada e saída para “loop” de processamento externo, como o uso de um equalizador, por exemplo, compõem funcionalidades adicionais do aparelho.

A unidade que testamos foi adquirida um pouco “surrada” pelo uso, mas com todas as chaves e controles em bom estado. Aparentemente era usada em sonorização, o que era um problema, como veremos adiante.

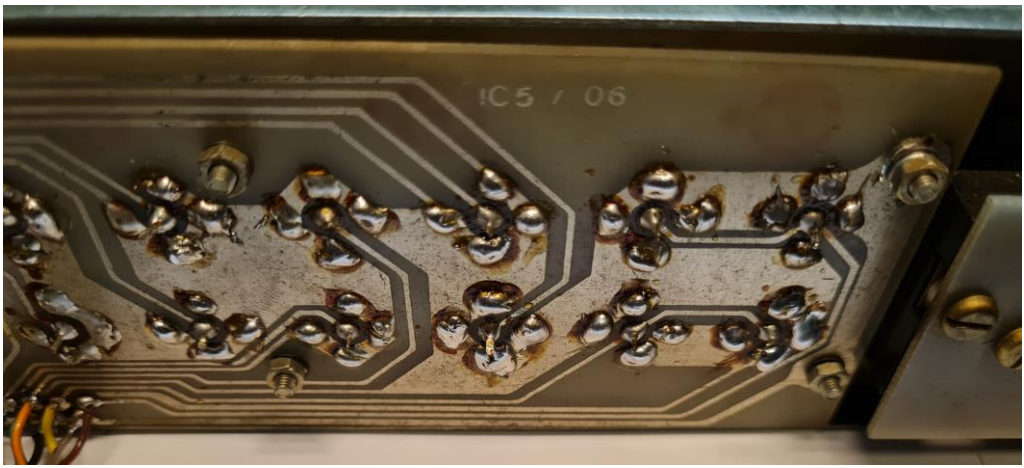
Providenciamos a troca de todos os capacitores eletrolíticos e o refazimento do painel frontal, trabalho, muito bom, do restaurador Maurício Chagas.

Como pode ser observado na foto a seguir, o equipamento é bem montado, limpo e com componentes de muito boa qualidade, em placas de fibra de vidro.



O uso de amplificadores operacionais tornou a montagem mais simples e permitiu resultados objetivos bem superiores aos dos concorrentes com componentes discretos, na época.

O único porém, que vale também para os demais equipamentos da linha, é que os conectores traseiros do tipo RCA são montados diretamente nas placas impressas. Isso é ótimo para a redução de ruídos e de erros de montagem, mas, infelizmente, não foram utilizadas unidades com ancoramento físico na placa (garras ou travas), e toda a rigidez mecânica é providenciada pelos pontos de solda.



Para equipamentos de uso residencial, que serão montados e ficarão, praticamente, estáticos durante muito tempo, isso não é grande problema.

Porém, a qualidade e praticidade dos equipamentos das linha Tonos os tornou muito apreciados para sonorização, particularmente o misturador, e, então o constante "coloca e tira" dos cabos RCA poderia levar a problemas de contato e enfraquecimento das soldas dos conectores. Foi o que ocorreu com esta unidade. Deu bastante trabalho recuperar as trilhas de cobre e garantir bom contato nas placas impressas. Construtivamente, é o único senão que observamos.

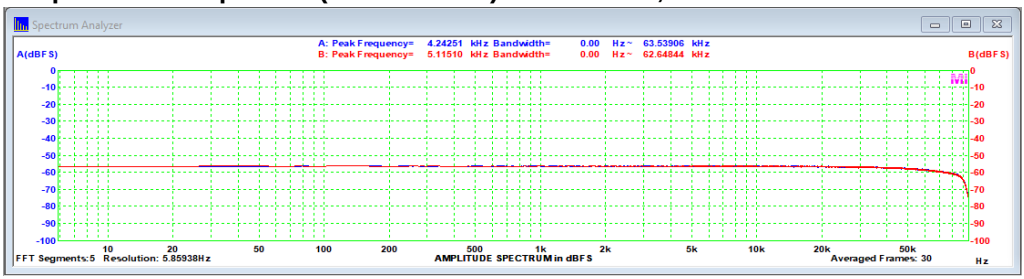


O painel traseiro é simples bem distribuído em suas conexões.

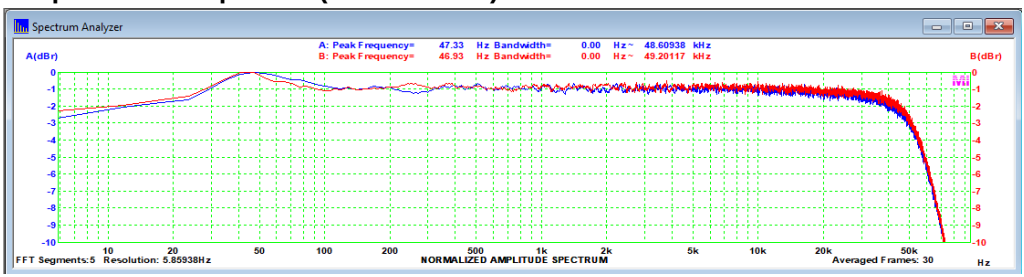
Medições Objetivas

As medidas foram tomadas em 220VAC/60Hz, com carga de 47kΩ, resistiva, à saída.

Resposta em frequência (ruído branco) – 0dB a 4Hz, -3dB a 63kHz

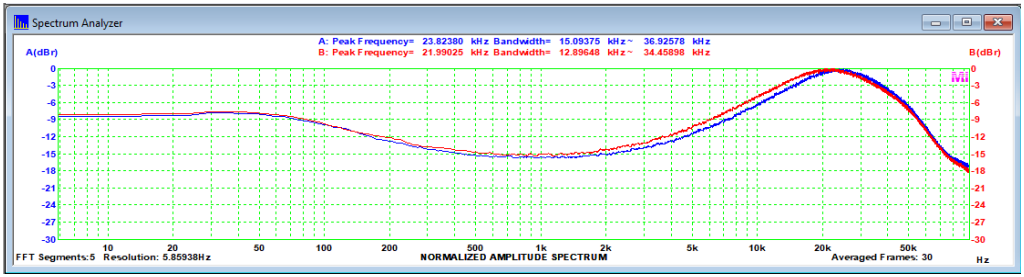


Resposta em frequência (ruído branco) – com filtro subsônico

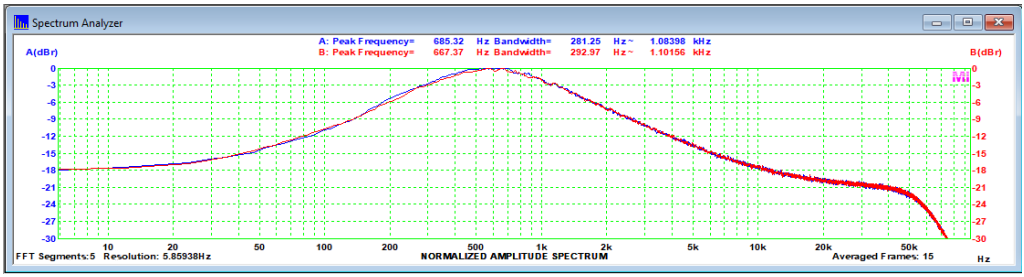


Resposta excelente. Bastante plana. O filtro subsônico é efetivo.

Resposta em frequência (ruído branco) - controles de tonalidade no máximo

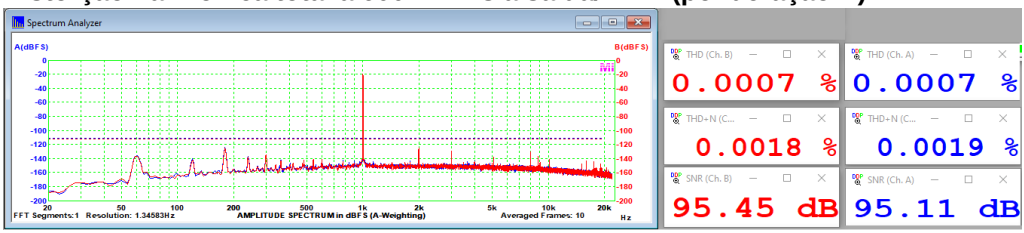


Resposta em frequência (ruído branco) - controles de tonalidade no mínimo

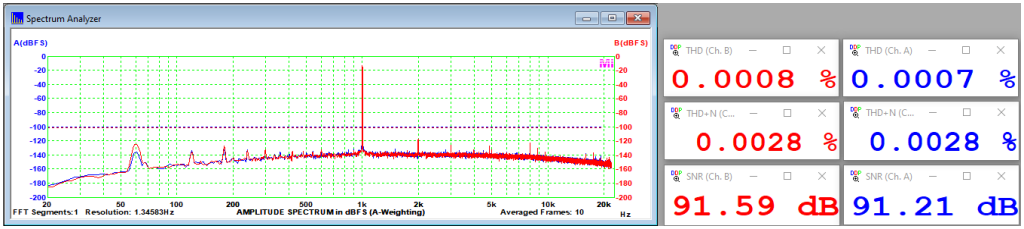


À exceção do reforço nos graves, o resto está compatível com o anunciado em Antenna. São valores normais para a funcionalidade.

Distorção harmônica total a 600mVrms à saída/1kHz (ponderação A)



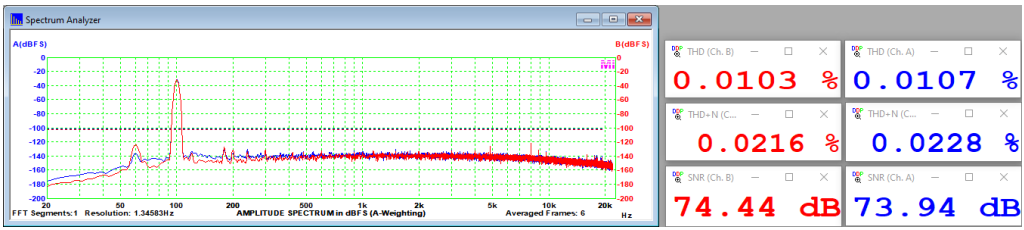
Distorção harmônica total a 1Vrms à saída/1kHz (ponderação A)

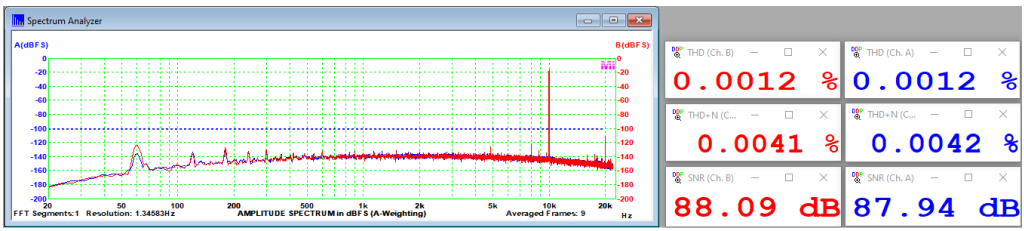


Os valores são excelentes e ajudam a explicar a boa fama dos equipamentos Tonos. A entrada auxiliar, utilizada nas medidas, suportou 400mVrms, sem saturar.

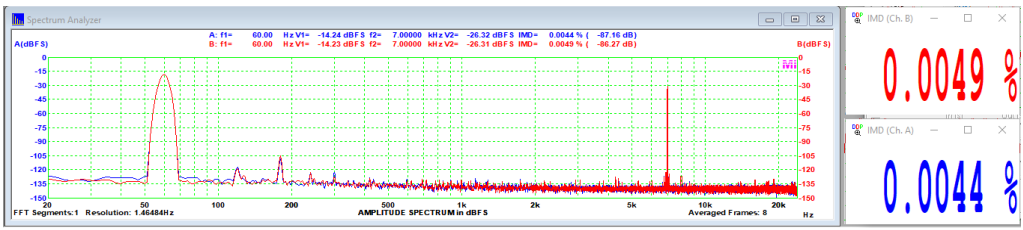
As medidas foram feitas com o volume a aproximadamente 50% de seu curso no painel.

Frente aos ótimos resultados, medimos, nas mesmas condições, em 100Hz e 10kHz.

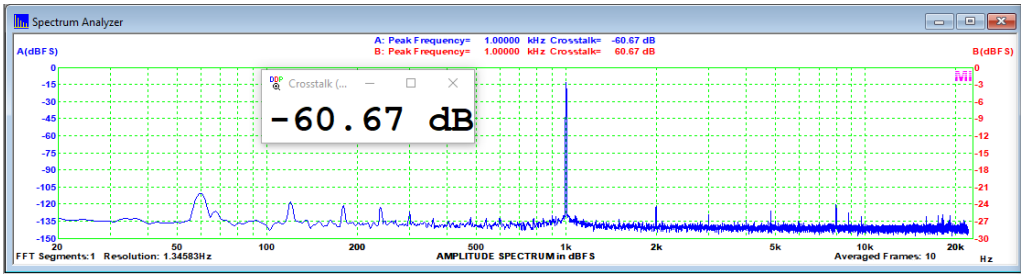




E eles mostram a excelente linearidade do equipamento, corroborada, aliás, pela medição de **distorção por intermodulação (SMPTE) a 1Vrms à saída**.



A **diafonia** (crosstalk), nas mesmas condições é muito boa, normal em pré-amplificadores de boa qualidade



Como podemos observar, este pré amplificador apresenta características objetivas muito boas, com certeza superiores às da maioria de seus concorrentes à época. A excelente relação sinal-ruído e a linearidade global são indicadores de um projeto eletrônico muito bom e de uma montagem correta, além do uso de bons componentes.

Não foi diferente dos resultados das análises dos demais componentes da liha Tonos, projetados pelo Ary e pelo Manuel.

O Tonos IC-5, mesmo pelos padrões atuais, seria considerado um pré-amplificador de alta qualidade, se ainda estivesse em produção.

Vejam, abaixo, o que reportava Antenna, à época, sobre o desenvolvimento de produtos da empresa.

Equipamentos e Serviços, anunciando no Indicador do Som. Rio: Av. Mal. Floriano 143, sobreloja, fone 223-1799 (em data ainda não confirmada pela TELERJ, este telefone passará para: 283-7742). São Paulo: R. Vitória 383, fone 221-0105.

Continuando com a Embrasom, está para sair o IC-5, um **pré-mixer** de endoidar. Para se ter uma rápida idéia, ele possui cinco entradas (Fono, Aux., Sintonizador, **Tape** 1 e **Tape** 2), chave de modo de operação com cinco posições (mono, reverso, esq., dir., normal), **loudness** (audibilidade), filtro subsônico em 15 Hz (12 dB/8ª), chave para resposta

566/70 — Junho 1980 **ANTENNA**

plana (**tone defeat**), chave seletora de ganho fornecendo diferentes níveis para tornar o IC-5 compatível com qualquer **power**, controles de graves, agudos, volume e equilíbrio, chave para EPL (**external process loop**) permitindo a ligação de um equalizador ou um analisador de espectro, etc., saída para fones, etc., etc. E por falar em equalizador, também está na plataforma de lançamento o IC-10 com dez controles em cada canal (31, 62, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 8.000 e 16.000 Hz), permitindo um reforço ou uma atenuação de 15 dB nestas freqüências, saída e entrada para dois **decks**, controle de nível, chave para resposta plana e uma bossa que não vamos contar, mas já vimos e está um barato! Aguardem... Aliás, algo de misterioso anda acontecendo na Embrasom, pois, numa rápida olhada no laboratório de projetos, sacamos um emaranhado de fios com um mecanismo de **deck** cassete ladeado por um Nakamichi 680-ZX (tremenda fera) e um Harman Kardon KH-3500 (outro monstrinho). Será?...

trole de equilíbrio entre os falantes dianteiros e os traseiros. É uma pena que ele não traga o VU duplo incorporado ao power **SPA-80. Ficaria muito mais versátil e atraente.**

* * *

A família está crescendo e mantendo a mesma tradição de qualidade que sempre marcou o nome Spectro. Após o lançamento do **mini-mixer** AP-1 (mostrado na foto), vem aí o AP-2, um **pré-mixer** com filtro subsônico permanentemente ligado ao circuito, controles de volume independentes para cada canal, dois monitores de gravação, controles de graves, médios, agudos, **loudness** e chave seletora de ganho para nível de saída variável de acordo com a sensibilidade do **power** acoplado ao AP-2. As demais características são idênticas às do AP-1.



SPASOM

Lamentavelmente, uma boa empresa, com bons produtos, fechou suas portas à produção de áudio por questões internas. Até a próxima análise!

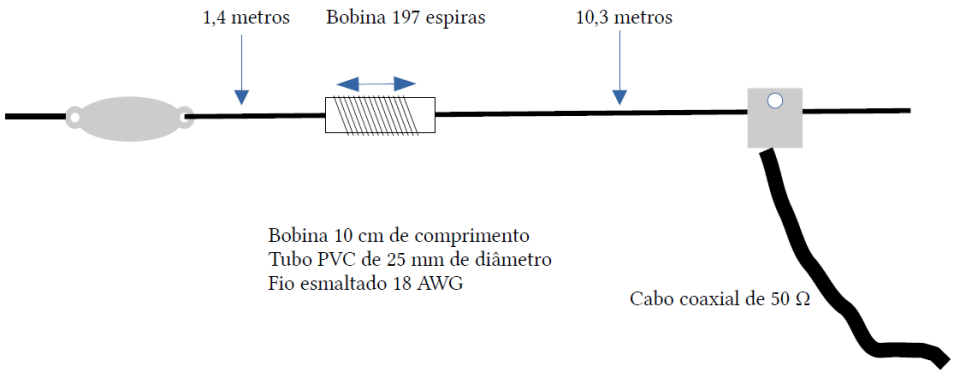
Manual das Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos

Parte III

Ademir Freitas Machado – PT9-HP

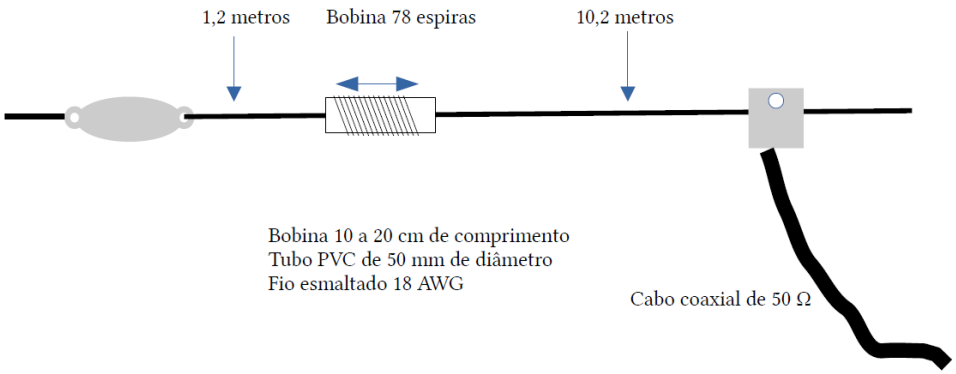
Dipolo encurtada para 40 e 80 metros

Este é um desenho clássico, divulgado na internet por vários colegas. Costuma ser usado na forma de V invertido, economizando o precioso espaço daqueles que moram nos grandes centros urbanos. O comprimento total é pouco maior que um dipolo para 40 metros. Veja os detalhes no desenho abaixo.



Outra versão encontrada na net, de autoria do colega IK1-ZOY

Comprimento total da antena é de 23,3 metros



NOTA: Não encontramos o comprimento da bobina, especificamente. Enrole sobre o tubo a quantidade de espiras e veja no que dá.

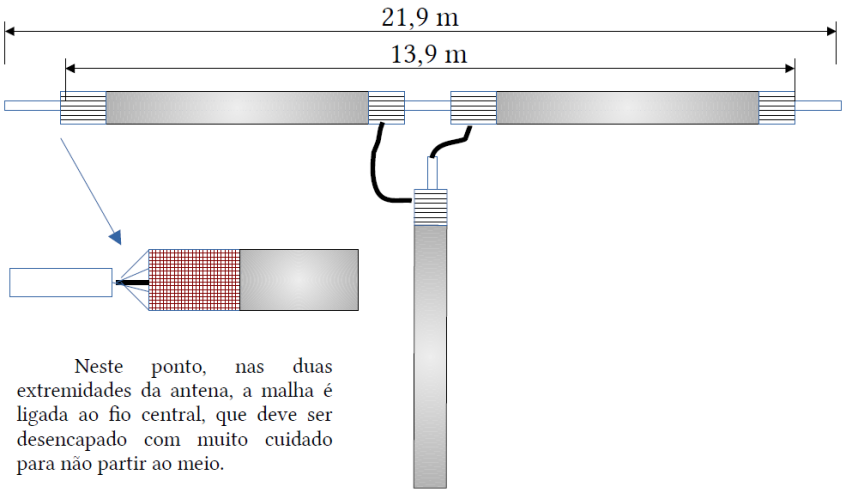
Antena Bazooka Para 40 Metros

Também é um dipolo muito apreciado por funcionar em toda a faixa com baixa ROE, devido ao diâmetro do fico usado (coaxial). Isso torna-a uma antena “banda larga”.

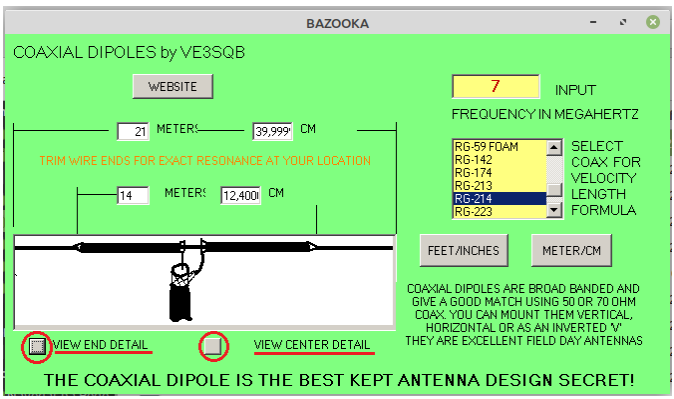
A dificuldade talvez seja a terminação do dipolo, já que tensão mecânica é grande, devido ao peso e à tendência do cabo coaxial se expandir com o calor. A parte do cabo coaxial (13 m) incluindo a alma e a malha é emendada a um fio de cobre de um bom diâmetro.

Detalhes para a construção desta antena podem ser obtidos no programa “coaxial dipoles”, do colega VE3-SQB.

No centro da antena, a malha (só a malha!) é cortada nuns 2,5 cm ou mais e cada ponta emendada ao cabo coaxial de descida para o rádio.



Aqui você tem os detalhes do meio e do final da antena. →



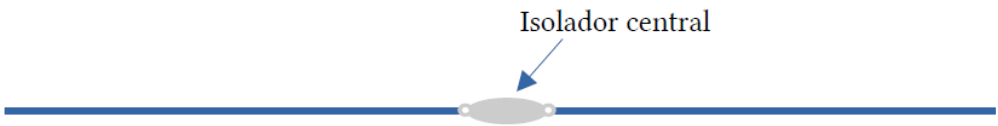
Antenas Encurtadas

Se existe um campo cheio de polêmicas é o dos projetos e construções de antenas. Pois vamos arranhar um pouco a superfície e deixar que você leitor, tire suas conclusões, ou, se achar conveniente, que faça mais pesquisas sobre o tema!

Algo que observamos ao longo destes quatro anos, após publicarmos na Internet, e gratuitamente, nosso livro “Manual das Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos”, foi a cobrança dos colegas interessados em radioescuta (SWL) de emissoras em ondas médias e curtas.

Esse é outro campo um bocado difícil, pois pouco se encontra em termos de informações técnicas. Vamos atualizar nosso livro e incluir alguma coisa que garimpamos pela internet e em alguns livros.

O que é uma antena encurtada? Nada mais que uma antena com suas dimensões reduzidas para caber num determinado espaço. Claro, com certos limites! Nos desenhos abaixo temos algumas ideias de uma antena encurtada. Acho que vocês, colegas veteranos, já conhecem estes macetes.



Eis aí em cima uma típica antena dipolo para 40 metros. Cálculo dela: 142,5/F = 142,5/7.1=20,07 metros no total. Cada lado tem a metade deste número, ou seja, cada “perna” tem 10,03 metros.



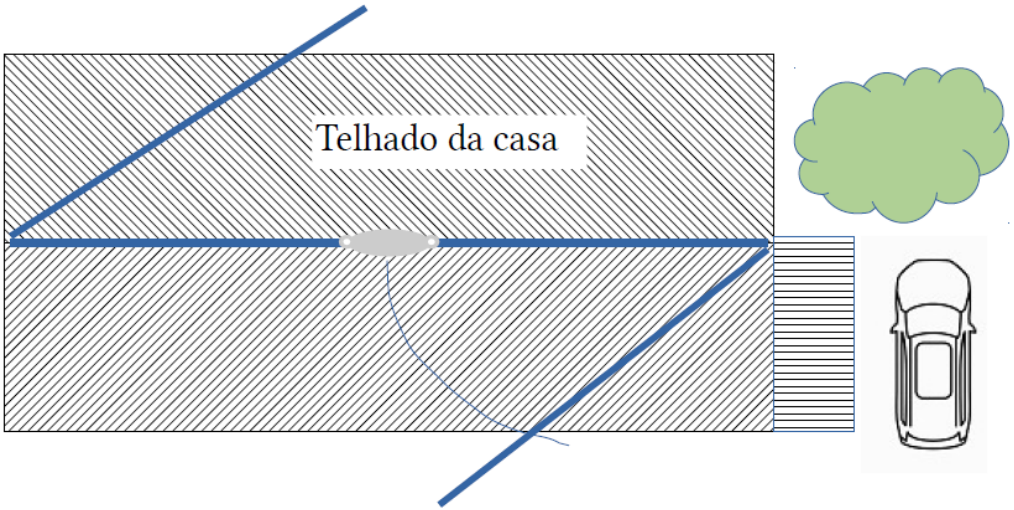
Pronto! Você já tem um dipolo de dimensões físicas reduzidas, mas, eletricamente, é a mesma antena de 20,07 metros. Tem perdas? Sim, tem alguma, mas pode ser a única solução para você colocar uma antena de 40 ou 80 em seu quintal. Quando falo em quintal, aqui no Mato Grosso do Sul é algo em torno de “alguns” hectares!

Brincadeira à parte, na nossa cidade os terrenos são padronizados em 12x30 metros. Cabe uma dipolo de 40 tranquilamente, mas uma de 80 já é necessário usar algum artifício como o acima, para caber. Um detalhe importante: a antena deve estar numa boa altura e as pontas o mais elevado do solo, de pessoas e animais.

Uma V invertido pode ser uma boa solução para pouco espaço.

Nas próximas páginas, mostraremos algumas sugestões que conseguimos na Internet.

Infelizmente, o “copy/paste” tão comum na rede mundial de computadores não permite saber exatamente quem é o autor ou inventor desta ou daquela antena. Claro, os princípios de todas as antenas – senão a maioria – você consegue na bíblia das antenas: Antenna Book da ARRL.



Na figura acima, uma ideia de como você poderia colocar sua antena, aproveitando melhor o espaço que tem à disposição.

Como disse, este é um assunto polêmico e muitos vão questionar isso ou aquilo, mas no final, você tem uma antena que vai irradiar, mesmo tendo alguma perda devido a alguma estrutura metálica ou muitas árvores nas proximidades. Isso não é problema, pois a maioria dos radioamadores que tem recursos financeiros faz uso de um bom acoplador de antenas.

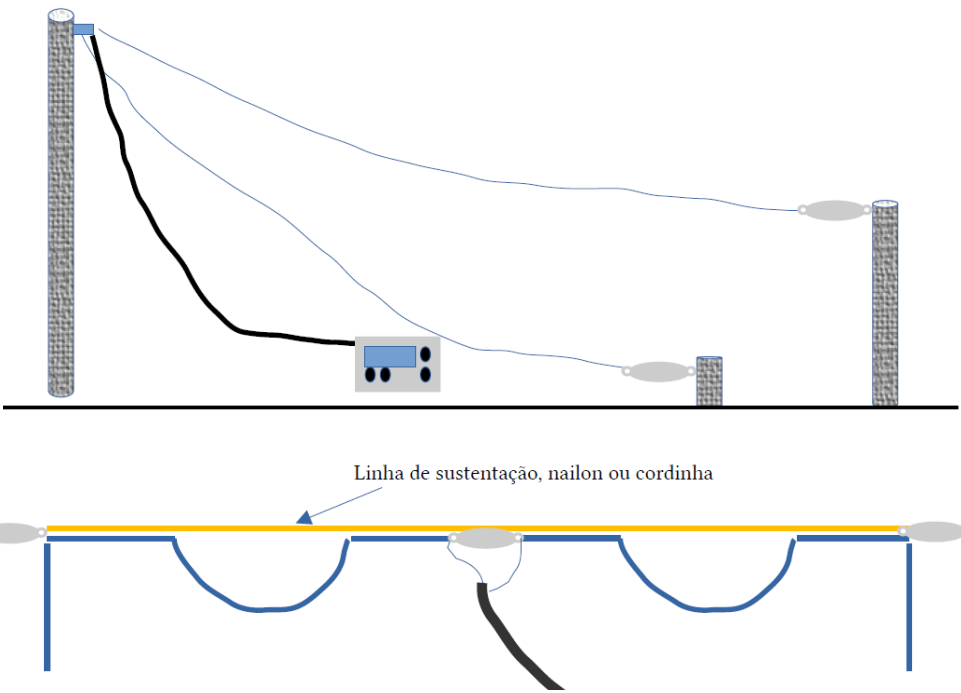
Aliás, isso faz parte da cultura dos radioamadores norte-americanos, ter um acoplador, um linear de RF e muitas antenas sobre o telhado.

Antena Loop – Uma Boa Solução Para Espaços Pequenos

A propósito, e como divulgamos na edição passada da revista, não seria uma má ideia você construir uma antena loop ou loop de quadro, ou delta loop – dependendo da forma geométrica de como ela ficará sobre o seu imóvel. O importante nas antenas loop ou quadras, é casar bem os 120 ohms de impedância.

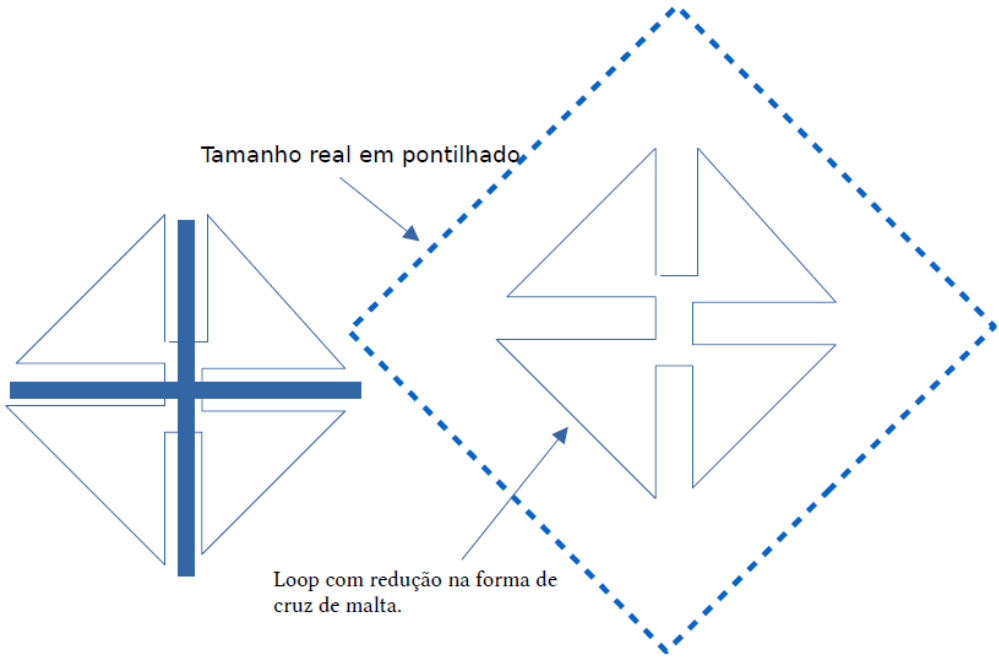
Só lembrando: o comprimento do fio, ou perímetro, é o mesmo cálculo de uma antena de onda completa, ou seja, 305/F=L. Traduzindo, 305 dividido pela frequência em MHz – exemplo 7.1 MHz. O resultado é 42,9 metros de fios. Você pode pegar esse fio e fazer um triângulo, um losango, um quadrado ou o que vier à sua mente, inclusive um círculo perfeito. Mas vai precisar do casador de impedâncias (2:1) do mesmo jeito.

Abaixo temos um tipo de V invertido deitado. Também funciona e é parecido a uma antena sloper. Apenas as pernas que devem estar bem separadas ou pelo menos não muito próximas uma da outra. O cálculo de uma V invertido é o mesmo para o dipolo.



Como você pode observar, existem várias formulas para se fazer uma antena ficar “menor” e ainda assim funcionar relativamente bem na faixa para a qual foi construída.

O colega Andrew Pfeiffer, K1-KLO, mencionado no início deste artigo, construiu diversas antenas com alumínio rígido, reduzindo em quase 50% o comprimento físico delas.



No desenho acima, uma quadra reduzida, também inventada pelo Andrew Pfeiffer, batizada por ele de quadra maltesa, tendo em vista sua forma em cruz de malta.

Neste tipo de antena, o perímetro (comprimento) do fio é quase sempre um pouco maior do que o apresentado nos cálculos padrões para a construção de uma quadra cúbica. Até agora, os colegas que montaram este tipo de antena – e com bons resultados – partiram de um projeto inicial e ajustaram de modo empírico até obter os resultados desejados.

Na internet você encontra o manual original do colega Andrew com antenas para as principais faixas de radioamador, inclusive para 40 metros. Isso mesmo: uma quadra cúbica para 40 metros tão pequena quanto uma quadra para PX!

Se existe um campo cheio de polêmicas é o dos projetos e construções de antenas. Pois vamos arranhar um pouco a superfície e deixar que você leitor, tire suas conclusões, ou, se achar conveniente, que faça mais pesquisas sobre o tema!

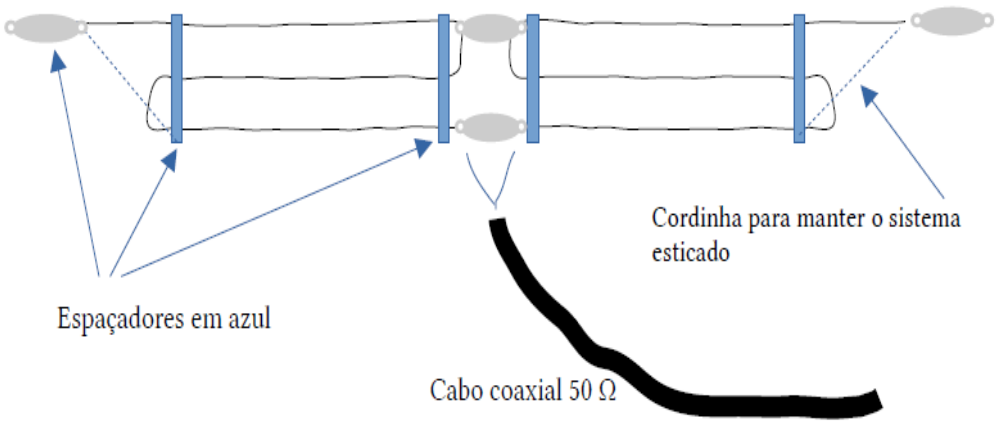
Pesquisando diversas páginas de radioamadores, encontramos alguma coisa produzida por colegas espanhóis e argentinos. Trata-se de uma dipolo encurtada com “carga linear”.

A matemática da “coisa” é bastante escassa, mas parece concordar com aquilo que já sabemos, ou seja, o perímetro de uma antena é o que manda, independente (ou quase!) da forma que ela toma.

Assim como mostramos nas páginas anteriores, um dipolo pode ser dobrado ou “picotado” em diversos desenhos, provocando seu encurtamento.

Porém, todo “milagre” tem seu preço: a eficiência vai cair, especialmente no que diz respeito ao lóbulo de irradiação. Se esta for a solução para você sair em 160 ou 80 metros, é válido.

No desenho abaixo, uma destas antenas ditas com “carga linear”.



Acho bom você usar um balun de 1:1. A fórmula para o cálculo é a mesma de uma antena dipolo: 142,5/F. O resultado divide-se por dois e você terá o comprimento de cada “perna” da antena.

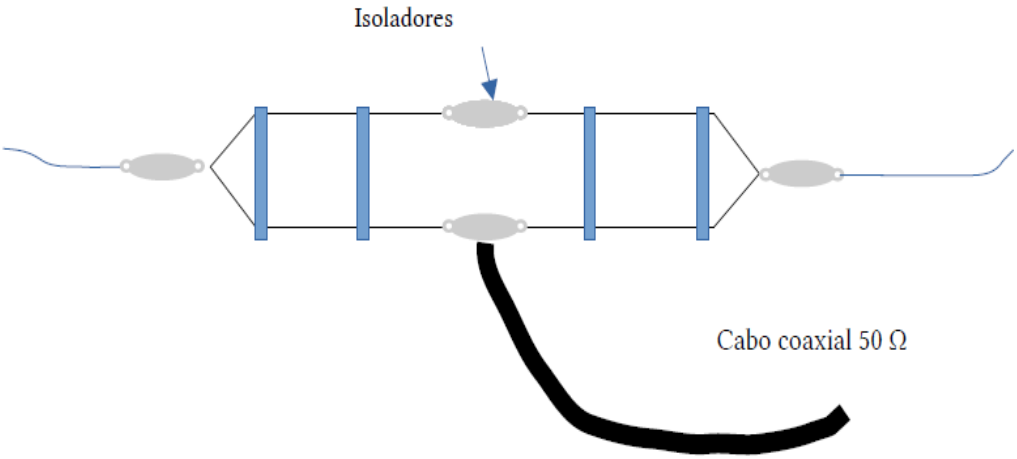
Os textos encontrados nas publicações e sites que visitamos não informam qual o espaçamento entre os fios – que inclusive podem ser dois, três ou mais. Mas sugerimos uns 20 centímetros entre eles, de material isolante, como tubinhos de PVC ou caninhos roliços de madeira, destes usados em banner.

Não sei porquê, mas esta antena nos lembra a Morgain... vamos falar sobre ela em futura revisão deste manual.

Um detalhe que percebemos é que a redução não deve passar dos 50% do comprimento total da antena.

Não experimentamos, mas você pode fazer seus testes e nos contar. Se possível, envie fotos, ok?

Abaixo, uma maneira de reduzir em 50% o comprimento de uma antena dipolo, num sistema praticamente igual ao do desenho da página anterior.



Um dipolo com carga linear. Na verdade, um dipolo dobrado, visto que tem o comprimento normal, de meia onda, apenas com cada perna dobrada sobre si mesma, com um espaçamento em torno de 20 centímetros.

Deve-se usar tantos isoladores quanto for necessário para que os fios não se toquem, pois, inevitavelmente, irá formar uma “barriga” no centro da antena.

Fórmula padrão para cálculo de antenas de meia onda: 142,5 dividido pela frequência em MHz.

O valor é o comprimento total da antena, portanto, divida por dois o resultado e você terá o comprimento de cada perna da antena.

A “dobra” vai depender de você, mas, obviamente, é quase 50% de cada perna.

Os isoladores centrais podem variar de 5 a 10 cm.

Não é má ideia utilizar-se um balun de 1:1.

Dicas e Diagramas

Técnicas de bancada, apontamentos de oficina, características e curiosidades sobre componentes antigos, dicas e circuitos sobre recuperações e restauracões de rádios dos velhos tempos

Por Dante Efrom*



O interesse por válvulas, rádios antigos e seus circuitos está tendo um renascimento no mundo todo, na atualidade. A restauração e o colecionismo de velhos radiorreceptores estão na moda. Sempre é uma satisfação para o profissional ou amador conseguir fazer que um equipamento valvulado histórico volte a funcionar. O fascínio de ver os elétrons brilhando no escuro não é de agora: perpetua-se até os dias de hoje, desde que as primeiras válvulas termiônicas foram inventadas.

- **Segurança em primeiro lugar**

Uma palavra de advertência para quem está se iniciando no ofício de lidar com circuitos valvulados: é preciso cuidado e conhecimento para quem pretende manusear, consertar e utilizar tais equipamentos. USE SEMPRE UM TRANSFORMADOR ISOLADOR, em especial nos rádios antigos, tipo CA/CC ou "rabo-quente".

Rádios CA/CC são também chamados de "duas correntes" ou de "alimentação universal". Rádios tipo "rabo-quente" são os que possuíam cabo resistivo, isto é, um resistor de fio embutido no cabo de alimentação do aparelho. Todos são perigosos por terem o chassi ligado diretamente à rede pública de corrente alternada. No Brasil foram poucos os receptores fabricados no verdadeiro sistema "rabo-quente", a maioria de forma artesanal.

Dê preferência, na utilização, para um transformador isolador que tenha primário para a tensão da rede da sua localidade (220 ou 127 V, o padrão atual) e secundário para a tensão de funcionamento do receptor. Rádios antigos geralmente foram projetados para funcionamento em 110 ou 115 V: use estas tensões e não secundários de transformadores isoladores para os atuais 127 V da rede elétrica.

Dante Efrom, PY3ET. Antennófilo, jornalista, radioamador, redator e autor de textos técnicos sobre eletrônica, radioamadorismo e reparações. Assinante, leitor e colaborador de Antenna/Eletrônica Popular no tempo de Gilberto Affonso Penna, PY1AFA.

Conectar rádios antigos fabricados para 110 ou 115 V diretamente aos atuais 127 VCA da rede elétrica pode provocar danos por sobretensão, se em operação prolongada, em muitos radiorreceptores antigos. Não se esqueça de usar também uma lâmpada em série ao tentar colocar em funcionamento rádios valvulados antigos: funcionará como proteção contra curtos-circuitos eventualmente existentes no aparelho.

Tenha em mente também que, mesmo usando transformador isolador — que pode evitar choques letais ao se encostar no chassi ou em outras partes metálicas de receptores antigos — há tensões elevadas de +B em partes do circuito. Estas são igualmente perigosas. Reparações de aparelhos valvulados devem ser executadas com o equipamento desconectado da tomada e por quem esteja familiarizado com circuitos que operam com potenciais de tensão perigosos — e sempre adotando os indispensáveis recursos e dispositivos de proteção contra choques elétricos.

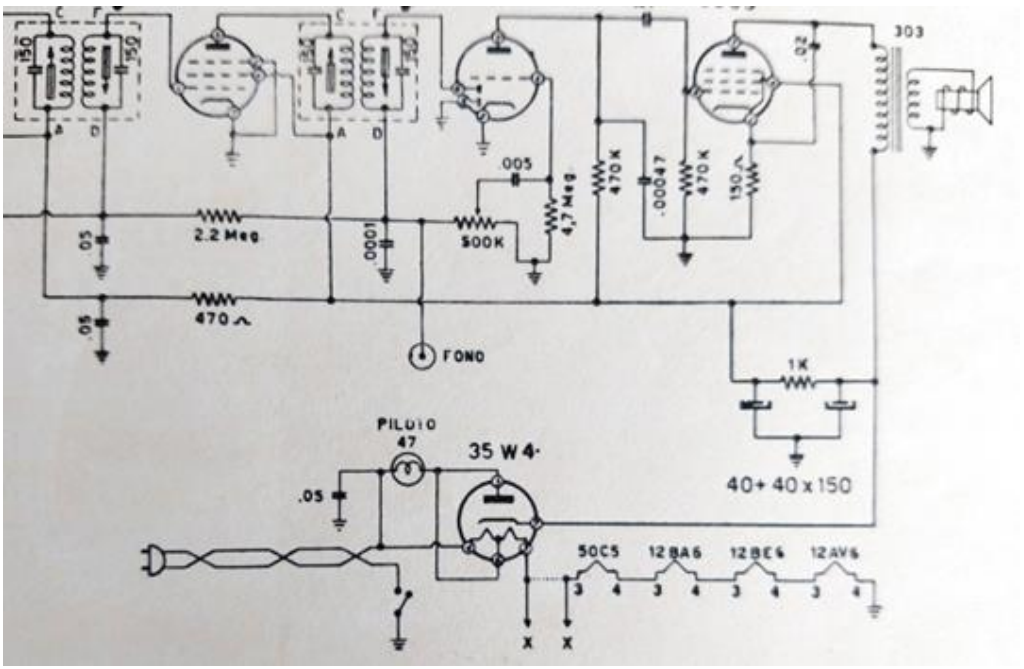


Figura 1 - No diagrama esquemático vê-se a fonte de um típico receptor valvulado sem transformador, com o chassi ligado diretamente à rede elétrica.

Pode-se observar, no esquema da **Figura 1** que apenas "inverter o plugue do receptor na tomada" não oferecerá garantia contra choques. O chassi sempre poderá estar energizado. Uma criança, por exemplo, ao encostar em alguma parte metálica do rádio (pode ser até o parafuso do knob) terá um choque que pode ser fatal — ora quando o interruptor estiver desligado, ora quando estiver ligado: basta o plugue do cabo de alimentação do aparelho estar inserido na tomada da parede.

- **Do antigo caderno de notas da oficina: substituição de válvulas europeias obsoletas**



Figura 2. Válvulas Telefunken e Philips tipo "pata-de-elefante".
A pintura metálica funciona como blindagem.

Houve diversos tipos de válvulas com pinagem tipo "pata-de-elefante", que depois de certo tempo foram declaradas obsoletas por seus próprios fabricantes ─ deixando de ser produzidas. Alguns receptores também tiveram as válvulas substituídas pelas fábricas na linha de produção. Os reparadores foram obrigados a lançar mão de equivalentes para dar manutenção nos aparelhos. A Miniwatt tipo AB2 (com pintura metalizada dourada, na foto) foi indicada pela própria Philips para substituir a obsoleta AB1, por exemplo.

As válvulas tipo "pata-de-elefante", também chamadas de base "Transcontinental" ou "Europa Side Contact P8A", tiveram muitas variações nas denominações das bases, conforme a origem e o fabricante.

A base da válvula EF6 holandesa, por exemplo, tinha a denominação de "CT8 da Philips". Somente mais tarde é que houve uma padronização das pinagens.

Eis aqui alguns dos tipos obsoletos e seus substitutos. Não estranhe se o seu receptor antigo tiver alguma válvula que não seja a indicada no diagrama esquemático do circuito original: a substituição pode ter sido indicada pelo próprio fabricante.

Tipo obsoleto	Substituta	Observações
AB1	AB2	Trocar o soquete no receptor
AC2-P	ABC 1	
AL2	46B2	
C1	C8	
C9	C10	
CBC 1	EBC 3	
CF 2	EF9	
CL4	CBCL 1	
CY 1	CY2	Ligar entre si os dois catodos e as duas placas
EAF 41	EAF 42	
ECH 41	ECH 42	
EF 5	EF 9	
EF 8	EF 9	
EL 6	4699 N	
UAF 41	UAF 42	
UCH 41	UCH 42	
UY 21	UY1N	Trocar o soquete no receptor
506	1805 ou AZ1	Com adaptador de base "A" para "P"

- **Os receptores da linha Philco Tropic**

Apresentada em 1938, para comercialização no mercado mundial em 1939, a linha "Tropic" de receptores da Philco foi anunciada como voltada principalmente para exportação, para a Europa, América do Sul e Central, África e Australásia. Essa linha de receptores foi produzida nos EUA, no México, na Inglaterra e em outros países, inclusive na Argentina.

Muitos desses equipamentos chegaram ao Brasil e alguns continuam em uso até hoje. Eram aparelhos que se diferenciavam por sua robustez, bons projetos, boas montagens e por bom desempenho, principalmente na recepção em ondas curtas, geralmente de 1,7 ou 2,3 até 22 MHz.

A linha Tropic da Philco era a recomendada pelo fabricante especialmente para utilização nas regiões tropicais do mundo. Os receptores Tropic tinham gabinetes com tratamento contra a umidade, um problema que afetava muitos modelos de fabricação europeia. Componentes como indutores e transformadores também recebiam uma cera especial, resistente a temperaturas elevadas, como proteção contra a umidade e oxidação. Os chassis dos aparelhos eram reforçados quimicamente contra a ação da oxidação e corrosão.



PHILCO SERVICE

PHILCO-TROPIC RADIO, MODEL 48-828

CIRCUIT DESCRIPTION

Philco Model 48-828 is a six-tube superheterodyne radio, providing reception on the standard broadcast band, 550-1600 kc., and three short-wave bands, 3—9.8 mc., 9.3—12 mc., and 11.8—22 mc. Manual tuning is employed for all bands.

A 100-foot (over-all) external aerial, such as Philco Outdoor Aerial, Part No. 45-1494, is recommended.

The converter stage employs a type 7J7E tube, the triode section operating as the oscillator, and the heptode section as the mixer. See figure 5. Oscillator r-f voltage is supplied to the mixer from the oscillator grid, which is connected, within the tube, to the injector grid of the mixer.

A type 7B7 tube is used in the i-f-amplifier stage. A 7C6 dual-diode, triode tube operates as second detector and first-audio amplifier; the a-v-c voltage is also developed in the diode circuit. The output circuit of the triode section is resistance-coupled to the push-pull output stage, which employs two 7B5E tubes in a phase-inverter circuit. In this phase-inverter circuit, the audio signal is applied to the control grid of one 7B5E tube. An audio voltage is developed across the voltage divider, R206 and R207, in the screen-grid circuit of this tube; this voltage, which is of opposite phase to that at the control grid, has suitable amplitude for application to the control grid (through condenser C204) of the other 7B5E tube.

The output circuit of the push-pull stage is transformer-coupled to the 5-inch, electrodynamic speaker.

Philco TROUBLE-SHOOTING *Procedure*

In this manual the circuit is divided into four sections, with individual chassis base layouts and a complete schematic showing test points for each section. The first step in each trouble-shooting chart is a master check, making it possible to determine whether trouble exists in that section without going through the entire test procedure. Failure to obtain "NORMAL INDICATION" in a given step indicates trouble, which should be located by voltage, resistance, or capacitance checks of the parts associated with the point under test, and remedied before testing further.

TP-1583

MODEL 48-828

SPECIFICATIONS

CABINET	Wood
CIRCUIT	Six-tube superheterodyne
FREQUENCY RANGES	
BROADCAST	550—1600 kc.
SHORT WAVE:	
S.W. 1	3—9.8 mc.
S.W. 2	9.3—12 mc.
S.W. 3	11.8—22 mc.
AUDIO OUTPUT	3 watts
OPERATING VOLTAGE	115/230 volts, a.c., 60 cycles
POWER CONSUMPTION	50 watts
AERIAL	Philco Outdoor Aerial, Part No. 45-1494
INTERMEDIATE FREQUENCY	455 kc.
PHILCO TUBES (6)	7J7E, 7B7, 7C6, 7B5E (2), 6X5GT
PANEL LAMP,	6—8-volt, bayonet base, Part No. 34-2064

PRELIMINARY CHECKS

Before connecting the radio to a source of power, the following steps are recommended:

1. Inspect both top and bottom of the chassis. Make sure that all tubes are secure in the proper sockets, and look for any broken or shorted connections, burned resistors, or other obvious sources of trouble.

2. Measure the resistance between B+ (pin 8 of the 6X5GT rectifier tube) and the radio chassis. When the ohmmeter test leads are connected in proper polarity, the highest resistance reading will be obtained. If the reading is lower than 50,000 ohms, check condensers C100 and C101 for leakage or shorts.

Copyright, 1947, Philco Corporation

Figura 3. Capa do manual de serviço do modelo 48-828 da linha Philco Tropic, com quatro bandas e gabinete de madeira.

Uma das características principais dos modelos Philco Tropic era o funcionamento multifaixas em ondas curtas. Os estágios de RF e de conversão funcionavam comutando não apenas os indutores e os trimmers dos respectivos circuitos ressonantes, mas também tipos diferentes de circuitos osciladores, para manter o mesmo rendimento e as mesmas gamas de coberturas na sintonia. Para ondas médias o circuito oscilador era tipo Hartley modificado. Para ondas curtas o circuito oscilador era de grade com faixa ampliada para as bandas de 49, 31, 25, 19, 16 e 13 metros.

Outra característica interessante introduzida pela Philco na linha Tropic, como no modelo 3454, foi a adoção de fonte de alimentação com transformador de primários duplos e sistema de comutação em paralelo, por chave, para funcionamento em 90-125 V, ou em série para operação em redes de 180-250 V. Não foram poucos os reparadores iniciantes que se confundiam — no início e ainda hoje — com as ligações desse sistema seletor de tensões de funcionamento. Aqui está, para que não pairem dúvidas, o diagrama esquemático das ligações do Philco modelo 3454, adotado também em outros modelos da mesma linha Tropic:

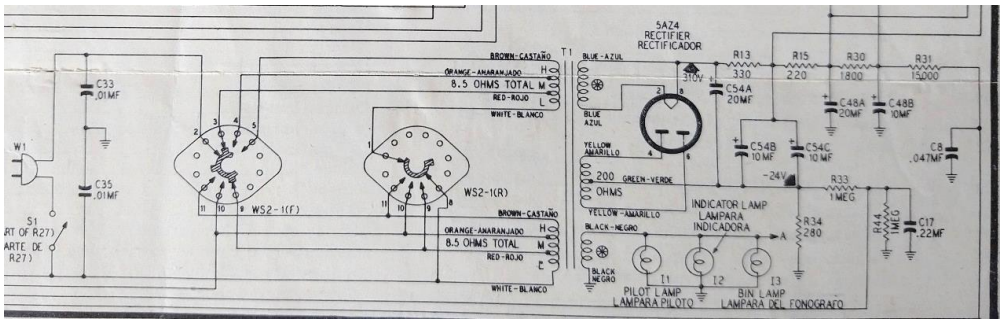


Figura 4. O sistema seletor de tensões de funcionamento do receptor Philco Tropic modelo 3454 com enrolamentos primários duplos: em paralelo para 90-125 VCA ou em série para operação em redes de 180-250 VCA.

Os equipamentos da linha Tropic da Philco inovaram também em circuitos de recepção. O modelo 3454, por exemplo, adotava um revolucionário sistema múltiplo de CAV, controle automático de volume que utilizava como diodos elementos de três válvulas do circuito (amplificadora de FI 7E7, conversora/misturadora 7S7 e a detetora/primeira amplificadora de áudio 7B6). Com esse tipo de circuito era eliminada a distorção no circuito detetor quando o sistema operava com ganho total ante sinais fracos, além de manter a sensibilidade elevada.

Foi um trunfo da engenharia de projetos da Philco que despertou enorme curiosidade nos concorrentes. Oportunamente, traremos mais detalhes a respeito dos interessantes modelos da linha Philco Tropic.

Projeto de Pré-Amplificadores RIAA

Parte XX

Álvaro Neiva*

Circuitos Usando Realimentação Negativa

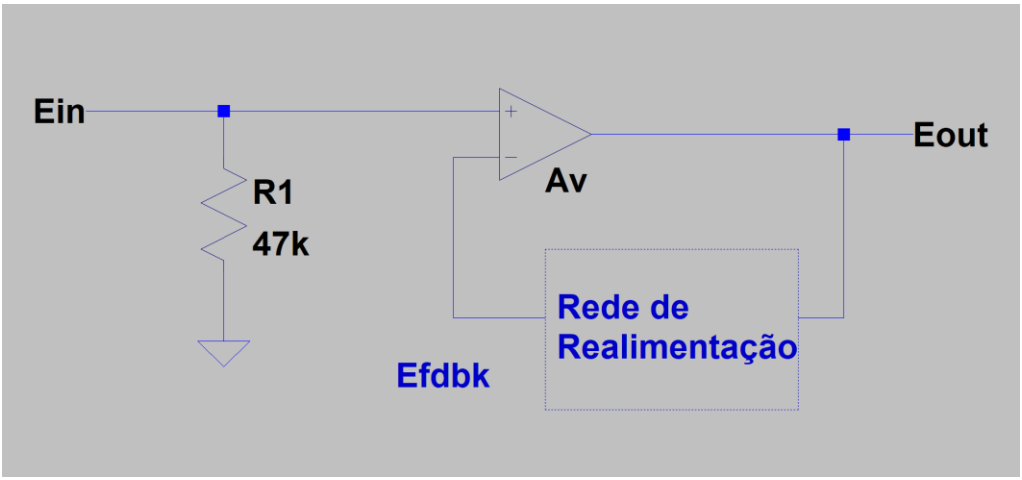


Fig. 1

O diagrama em blocos de um amplificador com ganho de tensão diferencial $\mathbf{A_{VOL}}$, sem realimentação, mas com uma rede de realimentação entre sua saída e entrada, está na figura 1 acima. O sinal de entrada da rede de realimentação será a tensão de saída do amplificador sobre sua carga (**Eout**), o sinal de saída da rede (**Efdbk**) será uma tensão também. Portanto, temos um exemplo de amostragem e comparação de tensão, fazendo o sinal a ser amplificado ser a **diferença** entre a tensão de entrada para o amplificador com realimentação (**Ein**) e a tensão de saída da rede de realimentação (**Efdbk**), uma das quatro possibilidades de realimentação que temos a nossa disposição [4].

A rede de realimentação pode ser um simples divisor de tensão resistivo, quando se deseja obter um ganho constante em função da frequência, ou pode ser uma rede RC, ou até mesmo RLC, para obter ganho e fase variáveis em função da frequência, como no caso dos filtros e equalizadores.

***Engenheiro Eletricista**

Então, nesse caso, podemos escrever:

$$E_{out} = A_{VOL} \cdot \left(E_{in} - E_{fdbk}\right)$$

Se definirmos:

$$\frac{E_{fdbk}}{E_{out}} = \beta = ganho\ da\ rede\ de\ realimentação$$

Então:

$$E_{out} = A_{VOL} \cdot (E_{in} - \beta \cdot E_{out})$$

$$E_{out} = A_{VOL} \cdot E_{in} - \beta \cdot A_{VOL} \cdot E_{out}$$

$$E_{out} + \beta \cdot A_{VOL} \cdot E_{out} = A_{VOL} \cdot E_{in}$$

$$E_{out}(1 + \beta \cdot A_{VOL}) = A_{VOL} \cdot E_{in}$$

$$E_{out} = \frac{A_{VOL} \cdot E_{in}}{(1 + \beta \cdot A_{VOL})}$$

A partir daí, o **Ganho de Tensão com Realimentação** (**Closed Loop ou Malha Fechada**), será:

$$A_{VCL} = \frac{E_{out}}{E_{in}} = \frac{A_{VOL}}{(1 + \beta \cdot A_{VOL})}$$

Demonstra-se que a variação percentual do ganho, a distorção e, para realimentação de tensão, a impedância de saída do amplificador sem realimentação, serão divididas pelo fator $(1 + \beta \cdot A_{VOL})$, também chamado de fator de dessensibilizaçao, como na referência [4].

Também não é difícil de ver que, quando $(\beta \cdot A_{VOL}) \gg 1$, o ganho com realimentação A_{VCL} se torna aproximadamente:

$$A_{VCL} \cong \frac{1}{\beta}$$

O que significa que **o ganho com realimentação** será aproximadamente **igual à atenuação da rede de realimentação**.

Portanto, uma condição necessária para conseguir um determinado ganho com realimentação será:

$$A_{VOL} \gg A_{VCL}$$

Isso mostra que, conseguindo atender a essa condição, o ganho passará a depender praticamente apenas da rede de realimentação, a qual é feita com componentes passivos (resistores e capacitores) que podem ter variações muito menores (menores tolerâncias), por um custo menor.

Os próximos passos serão:

1. Determinar o ganho A_{VOL} (ganho em malha aberta) adequado para atender ao A_{VCL} e projetar, ou escolher, um amplificador que tenha um ganho igual, ou maior [1][4], além das impedâncias de entrada e saída desejadas;
2. Projetar, sintetizando ou escolhendo, a rede de realimentação para atender à resposta prescrita [1][4] [6] [8][9] [10];

Nesse momento, seria bom reler os capítulos de VII a XI da série, para revisar os conceitos que vamos usar no desenvolvimento a seguir.

O ganho desejado seria assim, subtraindo o ganho em dB a 1kHz:

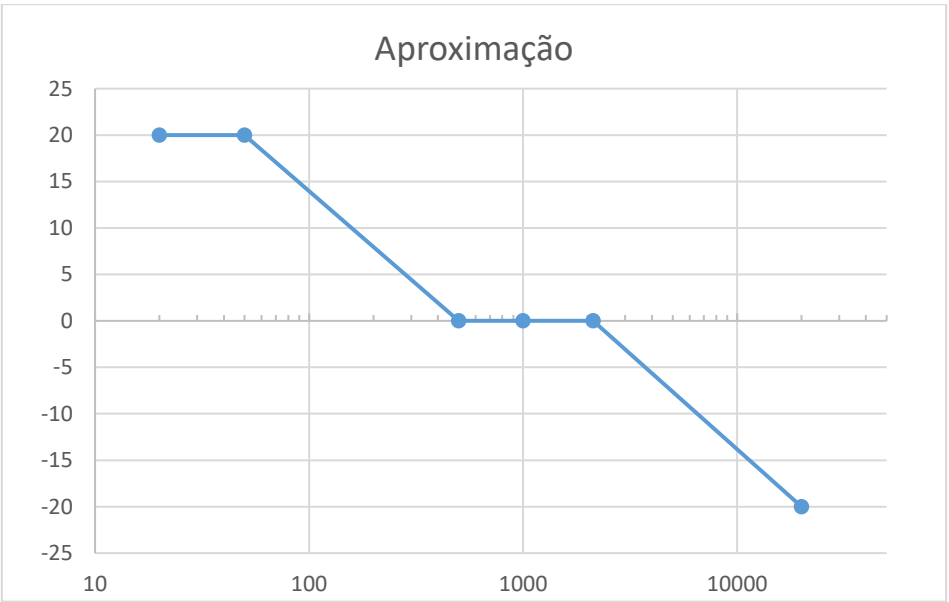


Fig. 2

Como já sabemos, o ganho que vamos precisar na faixa média será de 34dB a 40 dB. Portanto, vamos precisar de 54dB a 60dB para frequências entre 20Hz e 50Hz.

Como a redução da distorção harmônica e dos erros no ganho A_{VCL}, devido à variação do ganho dos transistores, válvulas ou amplificadores operacionais, depende da redução do ganho presente no amplificador sem realimentação (A_{VOL}), ou da diferença em dB entre os mesmos ganhos expressos em dB.

Então, como:

$$A_{VCL} \cong \frac{1}{\beta}$$

Para realizar a resposta em frequência desejada, basta projetar uma rede de realimentação, cuja atenuação em função da frequência tenha a mesma forma do ganho pretendido.

Por exemplo:

Para realizar um equalizador RIAA com ganho de 100 vezes (40dB) a 1kHz, vamos precisar de um ganho em malha fechada de 1000 vezes (60dB), aproximadamente, na frequência de 20Hz.

Qualquer redução da distorção harmônica (DHT) ou do erro no ganho em malha fechada (∆G), devido à variação do ganho no amplificador, vai depender de quantas vezes o ganho em malha aberta é maior que o ganho em malha fechada.

Portanto, para uma redução de 100 vezes nesses parâmetros (DHT e ∆G), vamos precisar de um ganho A_{VOL} de 100x1000= 100.000, ou 40+60=100dB.

Um valor típico para bons amplificadores operacionais (opamps) atuais.

Mas nem sempre vai ser necessária uma redução tão grande na DHT, afinal estamos falando de sinais de pequena amplitude (mV), tanto na entrada quanto na saída, o que faz com que sua amplitude fique a maior parte do tempo em regiões relativamente lineares dos dispositivos amplificadores, como transistores ou válvulas.

Para entender a relação entre a amplitude dos sinais e a linearidade da amplificação, vamos definir, de forma simplificada e um pouco arbitrária, três regiões de funcionamento, válidas aproximadamente para tensões e correntes **de saída** dos estágios de amplificação, que funcionem em classe A:

I. Pequena amplitude:
Variações de tensão e/ou corrente de sinal, na saída, menores que 1% dos valores CC sem sinal, da corrente e/ou tensão de alimentação;

II. Média amplitude:
Variações de tensão e/ou corrente de sinal, na saída, entre 1% e 10% dos valores CC sem sinal, da corrente e/ou tensão de alimentação;

III. Grande amplitude:
Variações de tensão e/ou corrente de sinal, na saída, maiores que 10% dos valores CC sem sinal, da corrente e/ou tensão de alimentação;

Nos estágios de preamplificação de áudio, o sinal a ser amplificado usualmente é uma variação de tensão elétrica, que precisa ter sua amplitude aumentada. As impedâncias de entrada desses estágios estão, usualmente, entre 1kΩ e 100kΩ e sempre são muito maiores que a impedância de saída dos estágios anteriores, ou dos transdutores. As tensões de saída são da ordem de 0,1 a 10Vrms. As correntes vão ser da ordem de miliamperes, ou menores, e as potências envolvidas, da ordem de miliwatts, ou ainda menores. Por isso, são considerados **estágios de amplificação de tensão**.

Usando Válvulas Eletrônicas

Pelo que foi exposto acima, fica claro um dos motivos por que estágios a válvula são tão interessantes para pré-amplificadores: as tensões de saída são **sinais pequenos** para válvulas que trabalham com tensões de alimentação CC da ordem de 100 a 300V. Portanto, como os estágios de amplificação funcionarão em classe A e vão lidar com pequenos sinais, é possível conseguir valores de distorção harmônica muito baixos, com pouca ou mesmo nenhuma realimentação negativa global. Também é possível projetar estágios com baixa impedância de saída, seja com ou sem transformadores de saída.

Mas nem tudo são rosas nessa área, válvulas a vácuo estão raras e caras, consomem potências da ordem de 2W cada uma, só para seu aquecimento, ocupam um espaço considerável, estão sujeitas ao fenômeno da microfonia e pode ser necessário selecioná-las para mínimo ruído.

Outra dificuldade é obter o ganho necessário e adequado para usar realimentação. Estágios com tríodos tem ganho de tensão menor que 100 vezes e mesmo com pêntodos não vamos passar de 200 vezes. Pêntodos tem maior geração de ruídos, portanto costuma-se usar tríodos nos estágios de entrada, embora fabricantes como Leak, Mullard e outros tenham projetado circuitos usando alguns pêntodos excepcionais como a EF86, mas com relação sinal a ruído de 55 a 60dB apenas (figura 3).

Usando dois estágios de amplificação com tríodos de alto ganho, como as 12AX7 ou 7025, na prática o máximo de ganho a 1kHz vai ser de cerca de 5000 vezes ou 74dB (figura 4).

Usar mais estágios vai acumular desvios de fase em baixas frequências, devido à necessidade de acoplamento capacitivo dos circuitos de placa e grade, entre os estágios. Como não há válvulas de tipo “P”, como nos transistores NPN e PNP, já que nos dispositivos de condução termiônica só há elétrons como portadores de corrente, fazer acoplamento direto entre os estágios de ganho também não será trivial. Uma configuração bastante interessante será usar dois tríodos para conseguir ganho e um seguido de catodo para reduzir a impedância de saída, como na figura 4.

Teremos oportunidade de analisar realizações de circuitos usando válvulas nos próximos artigos, como na figuras 3 e 4 abaixo:

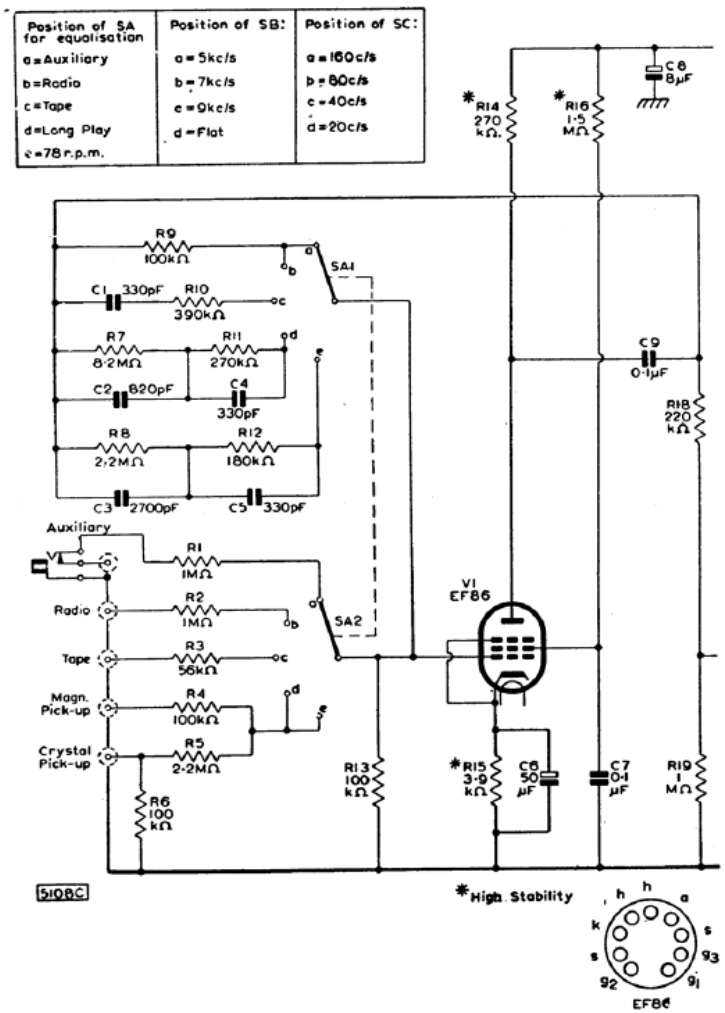


Fig. 3

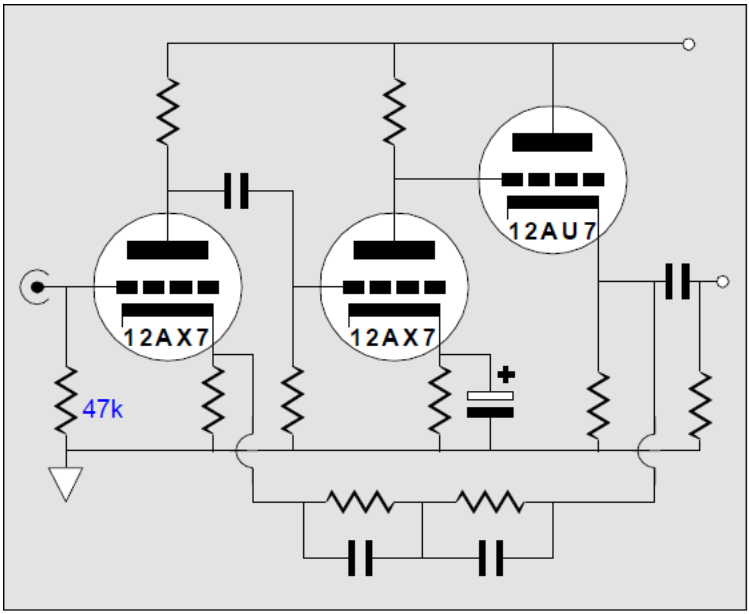


Fig. 4

Usando Transistores Discretos

Na década de 50, a invenção dos transistores trouxe inovação para a tecnologia da amplificação de áudio. Muito mais eficientes e menores, não precisam de aquecer filamentos pois a condução de corrente se dá num cristal semicondutor, e permitiram o uso de menores tensões de alimentação, facilitando o projeto das fontes e reduzindo o tamanho tanto das fontes quanto dos amplificadores.

Os estágios de saída, usando seguidores de emissor, aumentaram sua capacidade de fornecer corrente, reduzindo sua impedância de saída e permitindo menores impedâncias de carga. Acoplamento direto (CC) entre estágios tornou-se muito mais simples.

Por outro lado, a impedância de entrada dos estágios de ganho em emissor comum é relativamente baixa, reduzindo o ganho de tensão possível para estágios em cascata. Mesmo assim, pré-amplificadores com dois estágios de ganho com um transistor e um seguidor de emissor como estágio de saída muito contribuíram para a popularização da tecnologia de estado sólido (figura 5). Mesmo sendo simples, o projeto de um amplificador desses tem muitas dificuldades pela interação entre os diversos estágios.

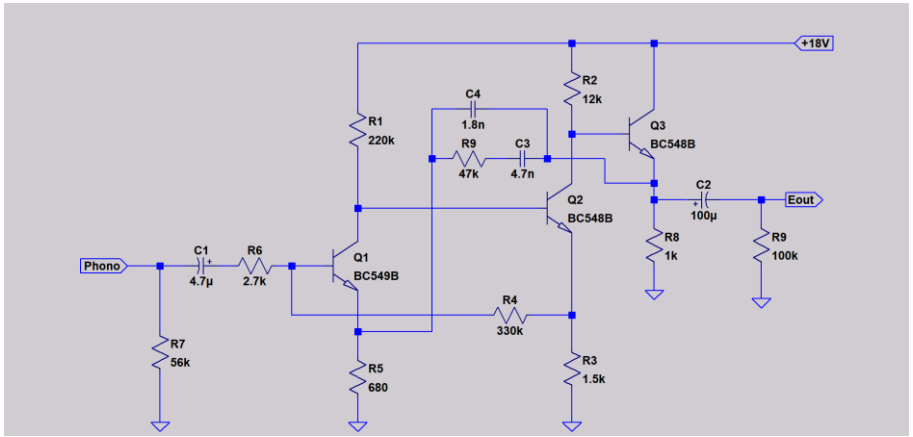


Fig. 5

Muitos projetos mais sofisticados, com estágios de amplificação com vários transistores, usando transistores bipolares e/ou FETs e maiores tensões de alimentação foram desenvolvidos, entre as décadas de 70 a 80.

Usando Amplificadores Operacionais

Na década de 80, apareceram circuitos integrados do tipo “amplificador operacional” (opamp) que integravam numa pastilha de silício um amplificador de alto ganho, com entrada diferencial e saída de baixa impedância, possuindo características compatíveis com amplificação de áudio de qualidade (figura 6).

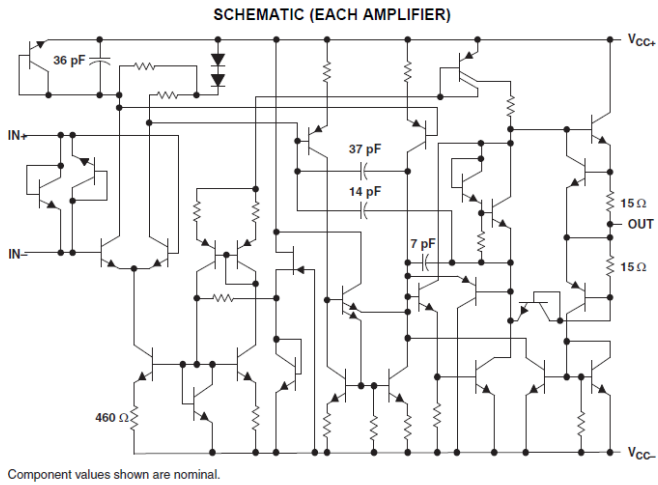


Fig. 6

Desde então, esses vem sendo os blocos de ganho de amplificadores e equalizadores de áudio, permitindo, em conjunto com redes RC (resistência e capacitância) a realização de respostas em frequência prescritas, com precisão.

No próximo artigo, vamos estudar algumas das redes RC usadas nos equalizadores RIAA em conjunto com os amplificadores mostrados.

Até o próximo artigo!

Referências:

1. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1ª ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
2. Holman, Tomlinson. **AUDIO**, "Dynamic Range Requirements of Phonographic Preamplifiers", July 1977.
3. Tomer, Robert B. ; **Getting The Most Out of Vacuum Tubes**, 1st ed. Howard W. Sams & Co. Inc.; 1960.
4. Gray, Paul E.; Searle, Campbell L.; **Princípios de Eletrônica**, vol. 3, Circuitos Eletrônicos II; 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.; 1974.
5. Maloberti, Franco; Davies, Anthony C.; **A Short History of Circuits and Systems**. River Publishers, 2016.© IEEE 2016.
6. Daryanani, Gobind, **Principles of Active Network Synthesis and Design**, Bell Laboratories, John Wiley & Sons, 1976.
7. Tedeschi, Frank P.; **The Active Filter Handbook**, Tab Books, 1979.
8. Texas Instruments, **AN-346, High-Performance Audio Applications of The LM833**, agosto de 1985, revisado em maio de 2013.
9. Vogel, Burkhard; **The Sound of Silence**, 2008, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
10. Motchenbacher, C. D., Connelly, J. A., **Low-Noise Electronic System Design**; John Wiley & Sons, 1993.
11. Alley, Charles L., Atwood, Kenneth W.; **Electronic Engineering**, 3rd ed., 1973, John Wiley & Sons, Inc.
12. Spangenberg, Karl L., **Vacuum Tubes**; 1948, McGraw-Hill.
13. 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.
14. Blencowe, Merlin, **Designing Valve Preamps for Guitar and Bass**; 2nd ed., 2012, Wem Publishing.

Construa o Amplificador Superraiende MK-MCMLXV - Parte II

Marcelo Yared*

Prosseguindo em nossa incursão no mundo dos amplificadores artesanais, vamos mostrar a montagem do “Superraiende” e também os resultados de medições em bancada.

O protótipo de 200W, proposto pela RCA em seus Bipolar Power Transistors databooks, apareceu, inicialmente, conforme os manuais que tenho em meu acervo, na edição de 1975, a partir da página 498 até a página 511.

Baseavam-se em uma série de transistores de potência chamada de 1B, de 1B01 a 1B06, cujos protótipos foram os transistores 2N3055, 2N5239, 2N5240 e 2N6510. Posteriormente os transistores 1B04, 1B05 e 1B06 deram origem aos BD550, BD550A e BD550B, que tiveram como protótipos o RCA8636D e o 2N5240.

A última menção a esses transistores está no databook de 1986, antes da incorporação da RCA Corporation pela GE, naquele ano, e esta corporação, em 1988, vendeu a divisão de semicondutores para a Harris Corporation.

Os laboratórios da RCA foram um importante motor de pesquisa e desenvolvimento na área da eletrônica durante décadas, inicialmente nas tecnologias de válvulas termiônicas e, posteriormente, na de semicondutores.

Alguns links interessantes sobre sua história, e que valem a leitura, são os seguintes:

- https://www.hagley.org/librarynews/sarnoff/rca%E2%80%99s-research-organization-1919-1942
- https://worldradiohistory.com/ARCHIVE-RCA/RCA-Engineer/25-Years-At-RCA-Labs-1942-1967.pdf

O logotipo RCA em semicondutores foi usado pela última vez, isoladamente, em 1987.

Entre muitos outros desenvolvimentos revolucionários, os laboratórios da RCA foram os inventores da tela de cristal líquido, na década de 1960, mas a tecnologia, que se tornou de máxima importância para a eletrônica nas décadas subsequentes, não foi devidamente capitalizada como negócio pela empresa. Um texto interessante sobre isso pode ser visto em: https://www.sciencehistory.org/distillations/how-rca-fell-flat-on-flat-screen-tvs.

***Engenheiro eletricista**

Atualmente, após várias fragmentações e reincorporações de suas áreas de negócio, a empresa está ativa, e sua história de inovações pode ser vista em https://www.rca.com/us_en/our-legacy-266-us-en.

No esquema proposto em 1975, o protótipo do amplificador de 200W é um pouco diferente, no que se refere aos valores de alguns componentes, mas a essência não muda.

Basicamente, os blocos de projeto são os abaixo mostrados:

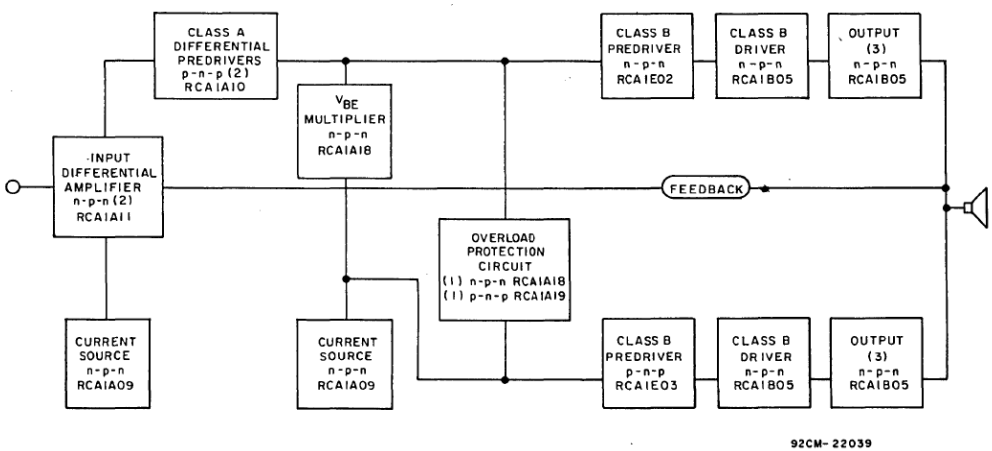


Fig. 1— Block diagram and transistor complement for 200-watt quasi-complementary-symmetry audio amplifier with parallel output transistors.

Nada muito diferente do que podemos ver hoje em dia em amplificadores modernos, a menos do bloco chamado “class A differential predrivers”, que utiliza transistores PNP. Este bloco, como todo estágio em classe A, é bastante ineficiente e os transistores esquentam bastante, tendo os engenheiros da RCA alterado suas correntes de trabalho nas evoluções do projeto.

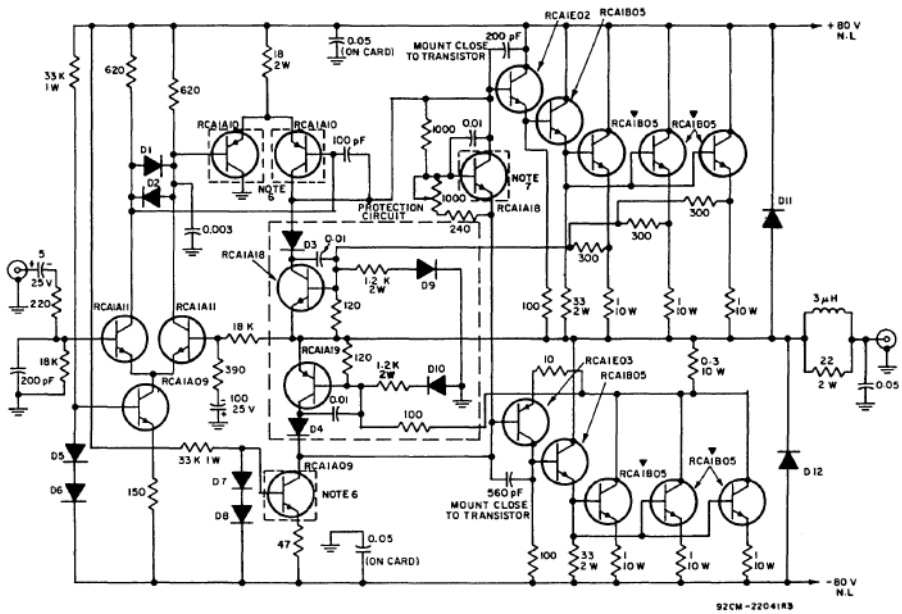
Em nosso caso, foram utilizados os protótipos utilizados pela RCA para os transistores RCA1A09, RCA1A10 e RCA1A11, os transistores 2N3439, 2N5415 e 2N3440. Eles ainda estão à venda e uma busca na Internet é suficiente para localizá-los, inclusive no Brasil, entretanto, sugerimos os transistores mais modernos, similares, também disponíveis no comércio, o MJE340 e o MJE350.

Os pré-drivers em classe B, RCA1E02 e RCA1E03, cujos protótipos são o 2N3583 e o 2N6211 ou 2N6212, em encapsulamento TO66, foram substituídos pelos 2SD401 e 2SB546, mas os MJE340 e MJE350 podem ser utilizados.

Os drivers, RCA1B05, foram substituídos pelos MJE15032 e, no lugar dos transistores de saída, também RCA1B05, foram utilizados os MJW21194. Para quem quiser utilizar o protótipo do original RCA1B05, pode ser colocado o 2N5240, ou o 2N6510, o 2N6511, o 2N6512 ou o RED512.

Os MJE e o MJW foram escolhidos pela facilidade de obtenção e por terem seus parâmetros elétricos similares aos dos originais. Uma vantagem de se usar os mais novos é seu encapsulamento, que permite montagens mais compactas, e sua robustez, pois são unidades com potência máxima superior às do original, no caso dos transistores de saída. Os cuidados tradicionais devem ser tomados quanto a falsificações. Um bom indicador de tratar-se de um componente original, no caso do MJW21194, e de seus equivalentes MJL21194 e NJW21194, é a capacitância entre base e emissor, que deve ser superior a 5nF.

O esquema abaixo foi o utilizado para o protótipo.



NOTES:

1. D1-D8 – 1N5391; D9, D10 – 1N5316; D11, D12 – 1N5393.
2. Resistors are 1/2W ± 10% unless otherwise specified, values are in ohms.
3. Capacitances are in μF unless otherwise specified.
4. Non-inductive resistors.
5. ▼ Provide approx. 1°C/W heat sinking per output device based on mounting with mica washer and ZnO thermal compound (Dow Corning No. 340, or equivalent) with T_A = 45°C max.
6. Mount on heat sink, Wakefield No. 209-AB, or equivalent. (Alternately, this type may be obtained with a factory-attached integral heat sink.)
7. Attach heat sink cap (Wakefield No. 260-6SHSE, or equivalent) on device and mount on same heat sink with output transistor.

Fig. 11 – 200-W audio amplifier circuit featuring paralle output transistors.

As especificações originais para o amplificador de 200W, divulgadas pela RCA, são as abaixo, conforme seu databook de 1975:

File No. 650 — **RCA1B05**

TYPICAL PERFORMANCE DATA
For 200-Watt Audio Amplifier

Measured at a line voltage of 120 V, T_A = 25°C, and a frequency of 1 kHz, unless otherwise specified.

Power:	
Rated power (8-Ω load, at rated distortion)	200 W
Typical power (4-Ω load)	300 W
Typical power (16-Ω load)	130 W
Total Harmonic Distortion:	
Rated distortion	0.5%
IM Distortion:	
10 dB below continuous power output at 60 Hz and 7 kHz (4:1)	0.2%
IHF Power Bandwidth:	
3 dB below rated continuous power at rated distortion	5 Hz to 35 kHz
Sensitivity:	
At continuous power output rating	900 mV
Hum and Noise:	
Below continuous power output:	
Input shorted	96 dB
Input open	84 dB
With 2 kΩ resistance on 20-ft. cable on input	94 dB
Input Resistance	18 kΩ

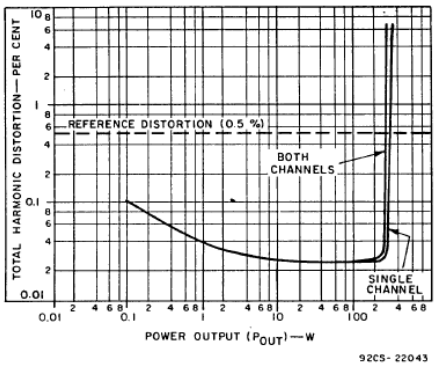


Fig. 7— Typical total harmonic distortion vs. power output for single channel and both channels driven at 1 kHz.

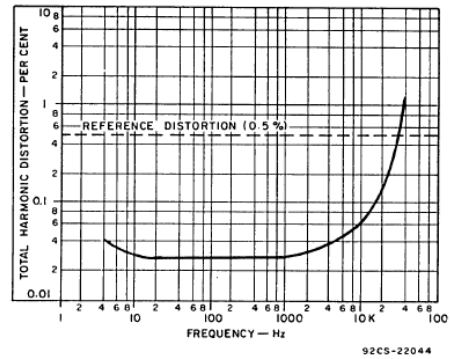
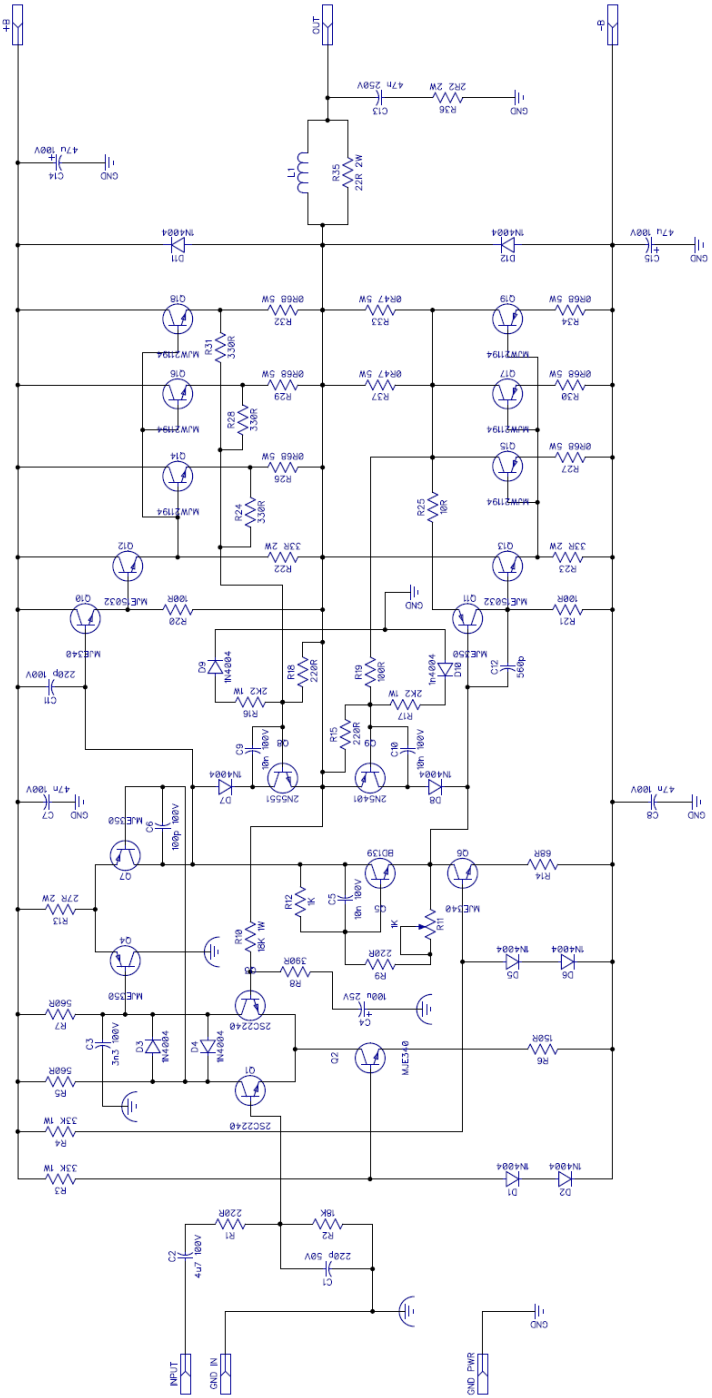


Fig. 8— Typical total harmonic distortion vs. frequency for 100-watt output.

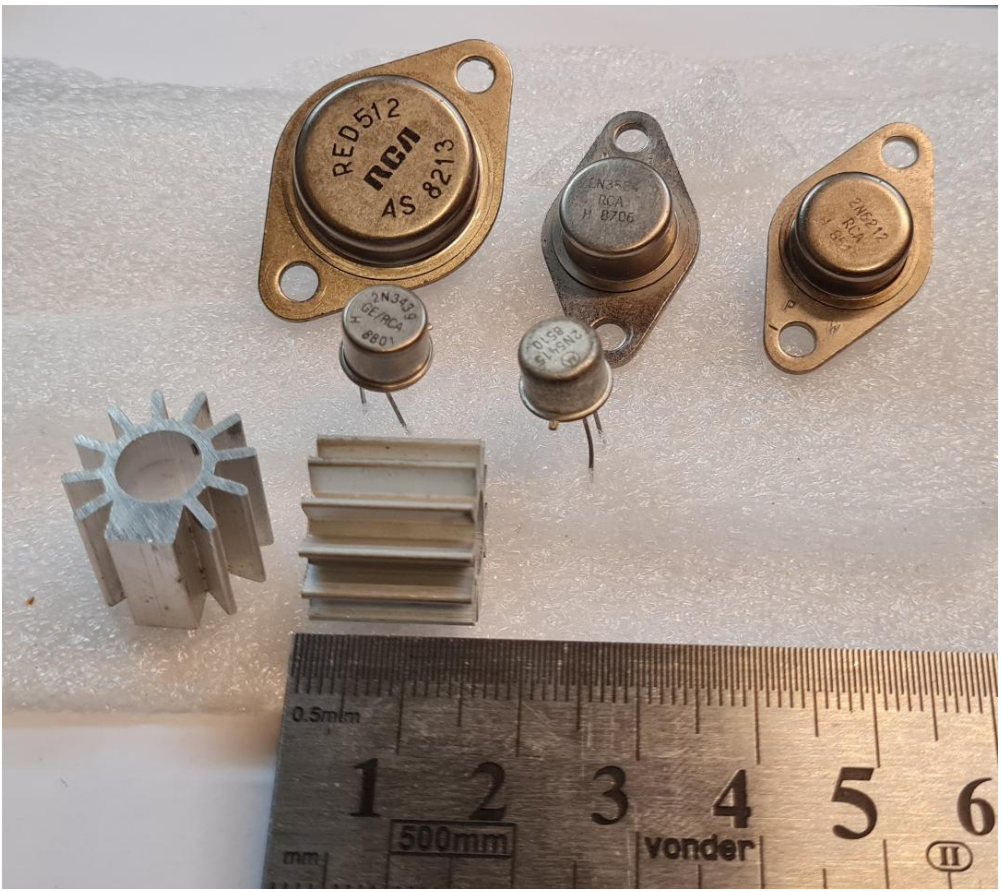
Os valores de alguns resistores foram alterados nos databooks subsequentes, e a potência de saída passou a ser especificada para 8Ω de carga e fonte de 80V simétricos (sem carga). Para 4Ω, subsequentemente, foram mantidos os 200W e a fonte de alimentação sugerida passou a ser de 55V simétricos.

No nosso caso, para reduzir a dissipação nos estágios de entrada em classe A, utilizamos os valores de corrente intermediários entre os do primeiro esquema e os do último, e mantivemos a tensão de alimentação mais alta, com nossas fontes estabilizadas, em valor próximo do que seriam os 80V simétricos, com carga, em uma fonte comum, aproximadamente 68V simétricos, com algumas alterações de componentes.

O diagrama esquemático ficou, então, da seguinte forma:



Para quem quiser utilizar os transistores originais, segue uma foto deles, bem como dos dissipadores sugeridos para os 2N3440, 2N3439 e 2N5415. Esses dissipadores são absolutamente necessários e o uso de unidades maiores é recomendado.



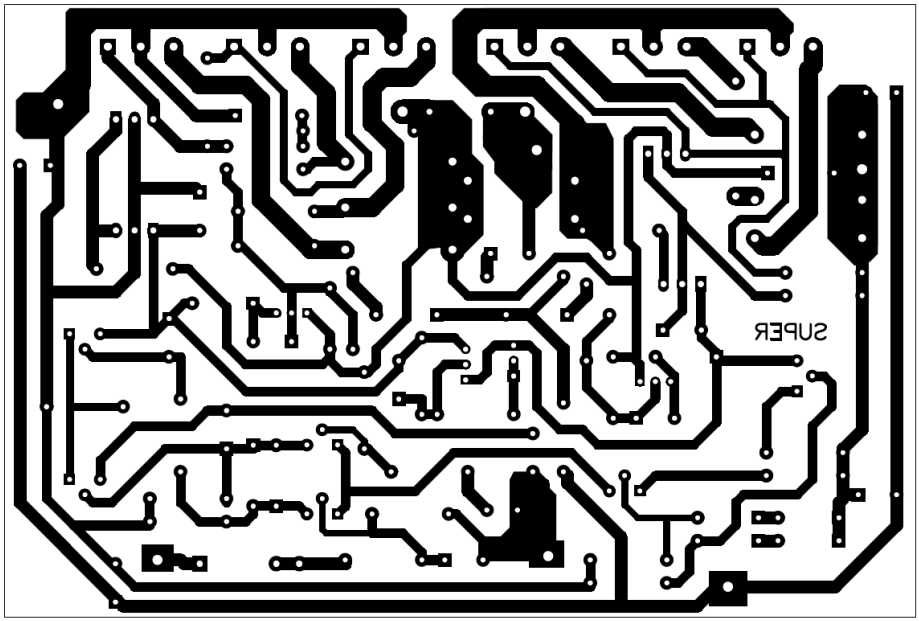
Nosso protótipo foi construído em uma placa de circuito impresso padrão de 15cm por 10cm, de fenolite.

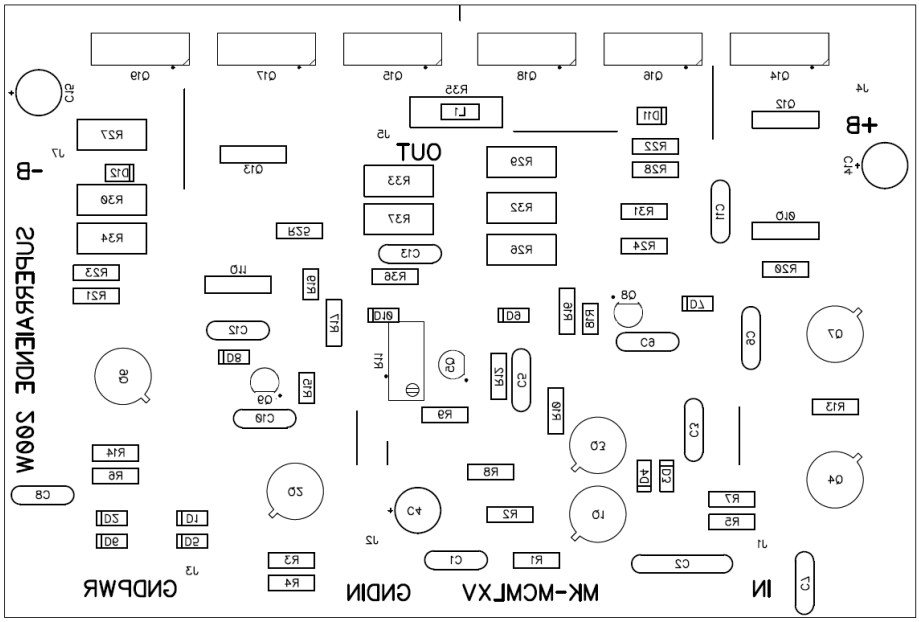
Os cuidados devidos com a separação dos aterramentos de sinais e de alimentação foram tomados. Eles ficam isolados na placa, sendo interligados apenas na fonte.

Para os drivers, Q12 e Q13, dissipadores de cobre, de 1,5mm de espessura, dobrados em forma de U, com aproximadamente 20cm^2 de área, foram utilizados.

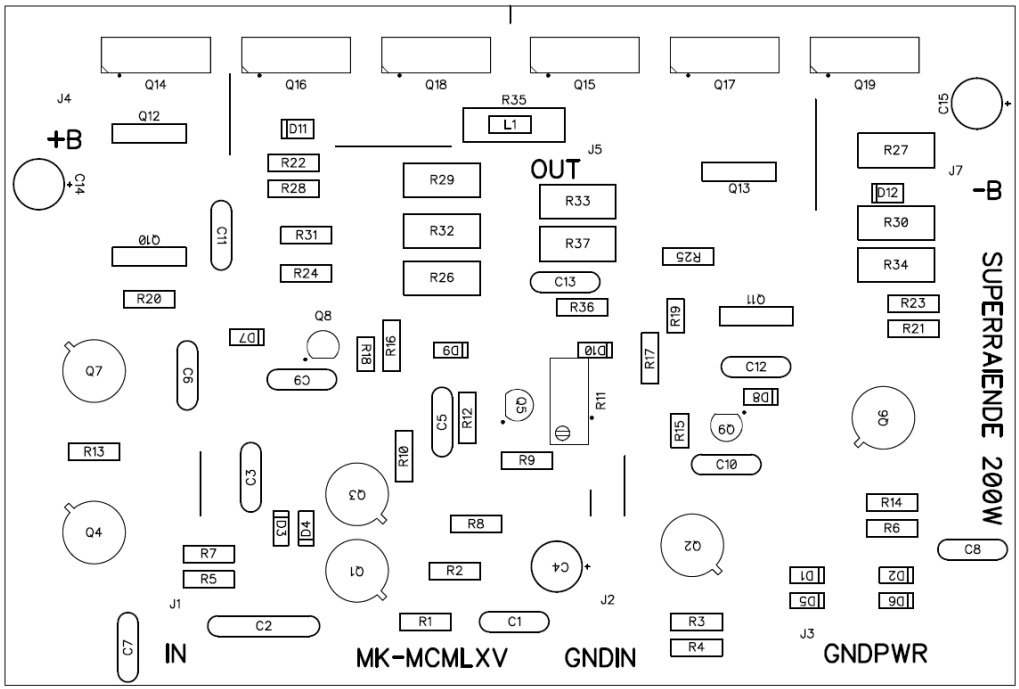
Para Q10 e Q11, utilizamos dissipadores comerciais em forma de U, de alumínio, estriados, medindo aproximadamente 7 cm^2 de área e 2mm de espessura.

Os leiautes, já invertidos para confecção caseira por processo térmico, seguem abaixo:





O leiaute de montagem segue abaixo:



Considerações práticas sobre a montagem

As trilhas de ligação da alimentação dos coletores dos transistores MJW21194 foram reforçadas com fios de cobre rígidos de 1,5mm de diâmetro, soldados a elas, conforme pode ser visto abaixo.



Após soldadas as suas pontas, para fixação, eles foram soldados às trilhas da placa, em todas as suas extensões.

O transistor de controle de V_{BIAS}, Q5, foi colocado no dissipador dos transistores de saída, isolado eletricamente.



O indutor de saída, L1, também mostrado acima, foi enrolado em uma forma de 1,5cm, com fio esmaltado 16AWG, e treze voltas.

O trimpot multivoltas R11 ajusta a corrente de repouso. **Deve ser colocado, incialmente, em sua posição de máxima resistência para esse ajuste**. Ele deve ser ajustado para que se obtenha aproximadamente 26mV sobre qualquer um dos resistores R26, R29 ou R32. Deve-se aguardar uns 15 minutos para que o dissipador (que deve ser bem grande) atinja a estabilidade térmica e, logo após, reajusta-se, novamente buscando-se os 26mV sobre o resistor escolhido. Refaça-o quantas vezes for necessário até que se alcance a estabilidade, em torno de 26mV.

Escolha do dissipador de calor

No artigo do Prof. Álvaro Neiva, na edição de junho de Antenna (https://revistaantenna.com.br/o-pequeno-notavel-parte-iii/4/), temos uma aula sobre como dimensionar corretamente o dissipador de calor para estágios de saída de amplificadores

Esses ensinamentos também nos serão úteis para dimensionarmos o dissipador de nosso “Superraiende”, pois, na vida real, isso poderá ser feito com base nas considerações do artigo do professor Neiva, com o Crest Factor adequado ao regime musical normal.

Inicialmente, cortamos uma barra de alumínio de 17cm por 5cm, com 6mm de espessura, para acomodar os seis transistores de potência. Ela será, depois, acoplada a um dissipador com a capacidade adequada para os testes em regime senoidal permanente do amplificador.

Usamos essa barra para facilitar a construção e o manuseio do protótipo e, sabemos, a interface entre ela e o dissipador principal apresenta uma resistência térmica R_t, que deverá ser considerada no cálculo do dissipador adequado. Vejamos qual seria seu valor aproximado.

Da referência https://www.thermal-engineering.org/pt-br/o-que-e-resistencia-termica-resistividade-termica-definicao/, temos que,

$$R_t = \frac{L}{kA}$$

where
k is the materials conductivity [$W.m^{-1}.K^{-1}$]
L is the plane thickness [m]
A is the plane area [m^2]

Nossa barra de alumínio tem 0,05m por 0,17m de área na superfície de contato (A), o que é **0,085m²**, e a espessura da barra, L, de **0,006m**. A constante de condutividade do alumínio (k) é de aproximadamente **237W.m^{-1}.K^{-1}** à temperatura ambiente (**W. M. Haynes, ed. (2012–2013). CRC Handbook of Chemistry and Physics**). Sabemos também que nossa barra de alumínio não é pura, e que a superfície de contato não é perfeitamente lisa, mas a aproximação será suficiente.

Substituindo os termos na equação acima, teremos

$$R_t = 0{,}006/(237*0{,}085) \approx 0{,}0003 K/W$$

Um valor bastante pequeno, que poderá ser desconsiderado no circuito térmico de nosso conjunto dissipador.

Agora, precisamos determinar qual será a máxima potência a ser dissipada pelos transistores de saída. Como o professor Álvaro Neiva mostrou, ela não ocorrerá quando a carga (alto-falante), estiver recebendo a máxima potência do amplificador em classe B, mas quando a fração de tensão entregue a ela corresponder a um máximo do produto entre a corrente e a tensão sobre os transistores de saída.

Se chamarmos tal fração de tensão de k $(0 < k < 1)$, teremos, para um sinal senoidal de frequência f, dada a tensão sobre cada transistor de saída, na condição quiescente, V_{CEQ}, a corrente de coletor i_C e a tensão entre coletor e emissor v_{CE}, iguais a:

$$i_C = k*(V_{CEQ}/r_L)*sen(2*\pi*f*t) \text{ e } v_{CE} = V_{CEQ}*(1-k*sen(2*\pi*f*t))$$

Com $2*\pi*f$=1, a potência máxima na carga, P_{max}, igual a V^2_{CEQ}/r_L e a potência dissipada no transistor, P_D, sendo o produto a i_C*v_{CE}, com alguma manipulação matemática, temos

$$P_D = 2*P_{max}((k/\pi) - (k^2/4))$$

E o pior caso de potência dissipada, P_D, no transistor ocorre quando

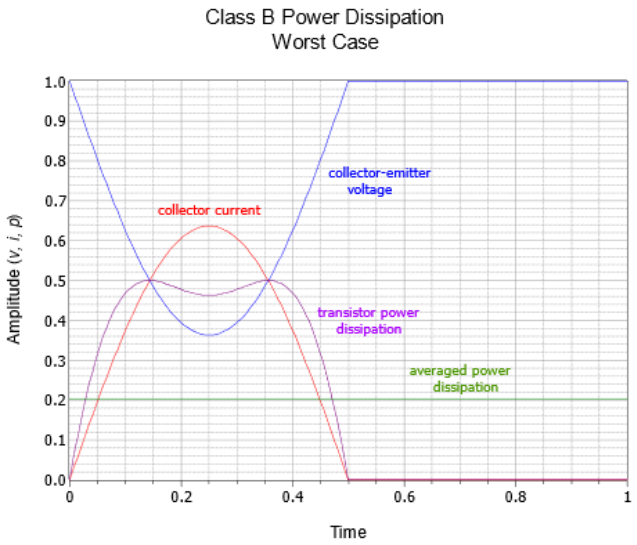
$$2*P_{max}((1/\pi) - (k/2)) = 0$$

Ou seja, $k = 2/\pi$

E a potência dissipada P_D, em cada conjunto de transistor, por malha, neste caso, será, aproximadamente, $Pmax/5$.

Ou seja, quando a tensão na carga for de aproximadamente 64**%** do total ($2/\pi$), e ela estiver recebendo aproximadamente 40% da potência máxima disponível no amplificador, os transistores de saída estarão dissipando aproximadamente **2/5** da potência máxima. Isso vale para qualquer amplificador em classe B.

O gráfico abaixo, disponível em https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Electrical_Engineering/Electronics/Book%3A_Semiconductor_Devices_-_Theory_and_Application_(Fiore)/09%3A_BJT_Class_B_Power_Amplifiers/9.2%3A_The_Class_B_Configuration, mostra o caso de pior dissipação de calor. Neste endereço também pode ser encontrada a derivação das equações acima descritas.

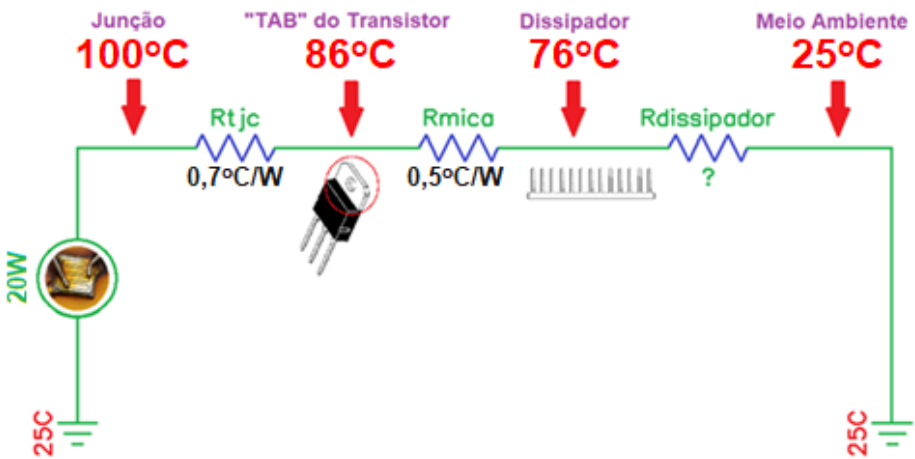


Sabendo que nosso amplificador pode, em tese, entregar 300W para a carga, em 4Ω, a potência máxima dissipada pelos seis transistores, com carga resistiva, será de **300*(2/5) = 120W**, ou **20W** por transistor.

De acordo com a folha de dados do transistor utilizado, o MJW21194, a resistência térmica de sua junção ($\mathbf{R_{\theta JC}}$) para o "*tab*" é de 0,7ºC/W. Um valor comum para seu isolador elétrico, ($\mathbf{R_{\theta i}}$) seria de 0,5ºC/W.

O MJW21194 tem a temperatura máxima junção 150ºC, e vamos considerar a temperatura máxima de trabalho, no pior caso, de 100ºC, por segurança.

Nosso circuito térmico ficará, então, assim, para 20W por transistor:



Logo, Rdissipador = (75ºC-25ºC)/20W = **2,5ºC/W**

Como o dissipador é comum aos seis transistores, sua resistência térmica deverá ser dividida por 6, assim, Rdissipador/6 **≈ 0,42ºC/W.**

Um dissipador grande e, mesmo assim, ainda atinge 76ºC de temperatura nesta condição; lembramos também que cargas com impedâncias complexas podem gerar mais calor para dissipar do que as cargas puramente resistivas ideais aqui consideradas.

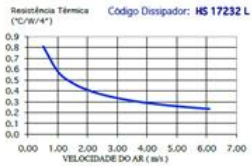
Este é um caso em que a ventilação forçada é recomendável .

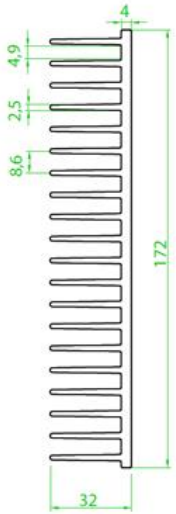
Utilizaremos nosso dissipador Brasele, similar ao HS modelo 17232L, para os testes.

Código: HS 17232 L

Perímetro: 1442 mm
Resistência Térmica: 1,07ºC / W / 4"
Peso Linear: 4,8 kg/m
Capacidade Térmica: 921 J/kg K

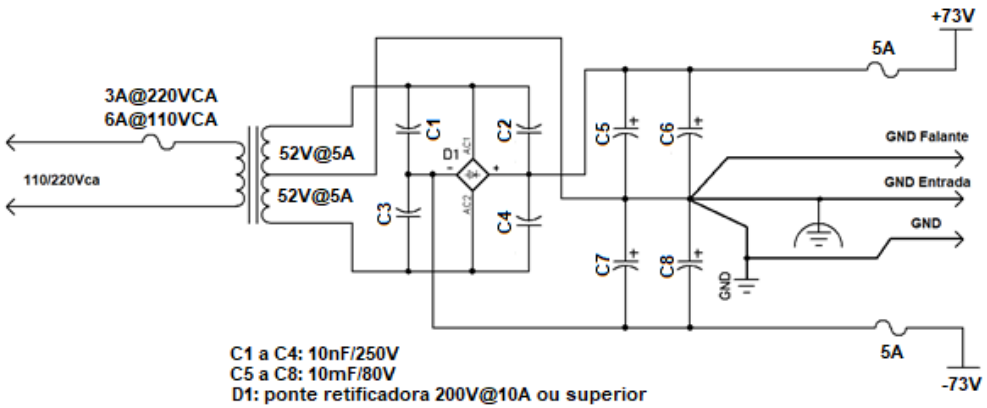




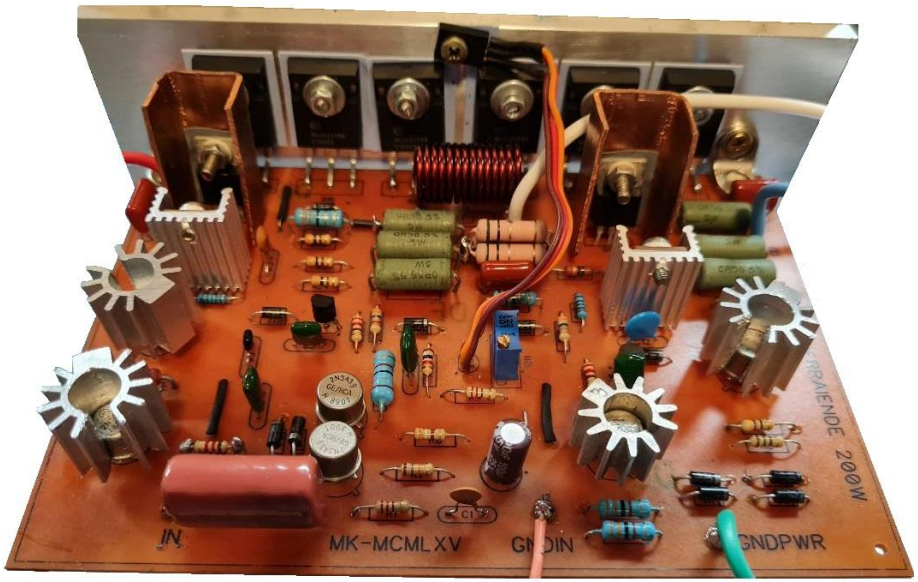


Com o comprimento de 25cm, a 1000m acima do mar, esse modelo apresenta resistência térmica de aproximadamente 0,81ºC/W, com convecção natural. Um fluxo de ar entre 1m/s e 2m/s, que é algo relativamente baixo, poderá reduzir sua resistência térmica à metade, atendendo nossa necessidade. Utilizaremos, então, ventilação forçada, quando necessário.

A fonte de alimentação sugerida segue abaixo. A disposição da fiação de terra é fundamental para obter-se baixa distorção. As tensões são especificadas sem carga.



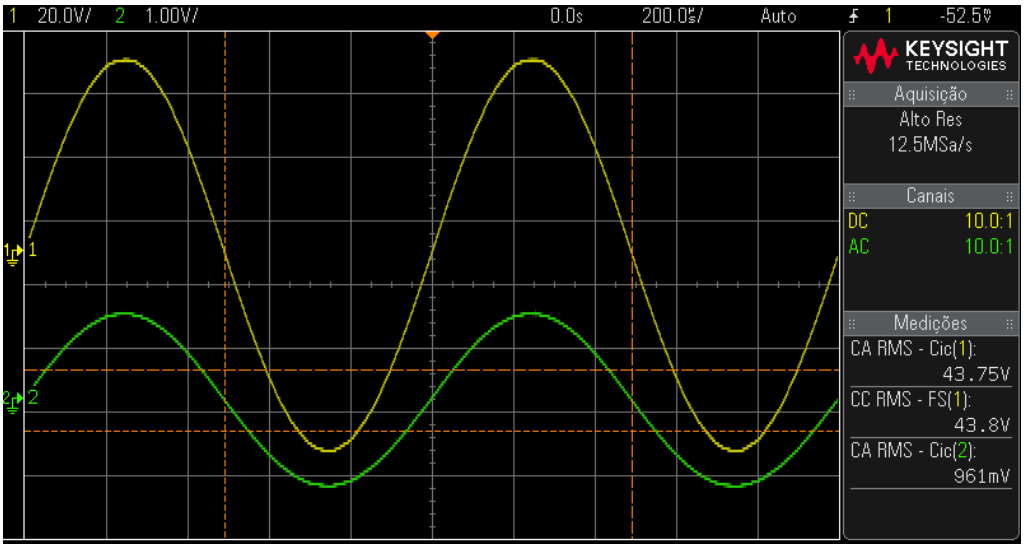
A montagem final ficou assim:



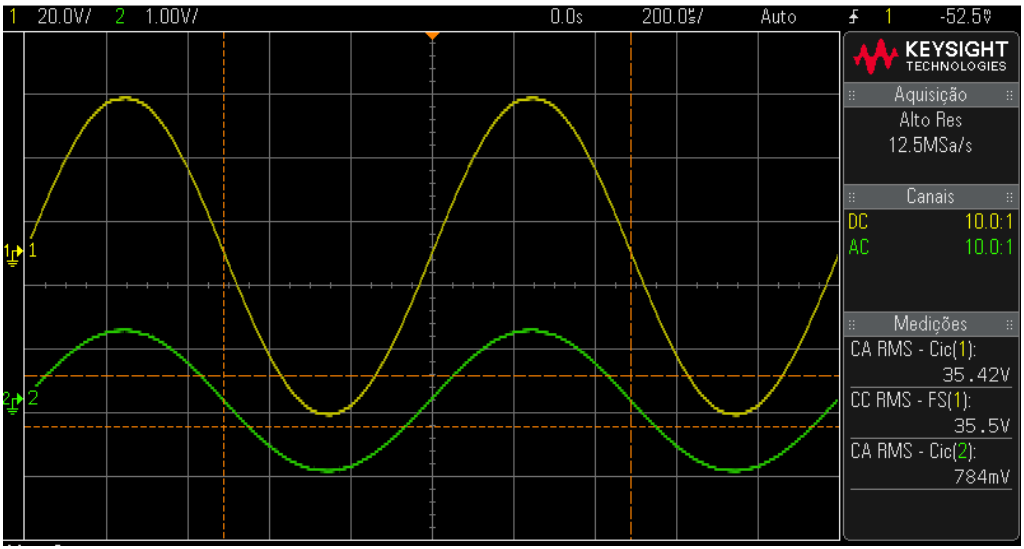
Medições na bancada de testes

Utilizamos uma fonte simétrica estabilizada de 67V por malha. Todas as medidas foram tomadas a 1kHz, em 8Ω e em 4Ω, exceto onde especificado de outra forma.

Potência no limite do ceifamento em 8Ω - 240W

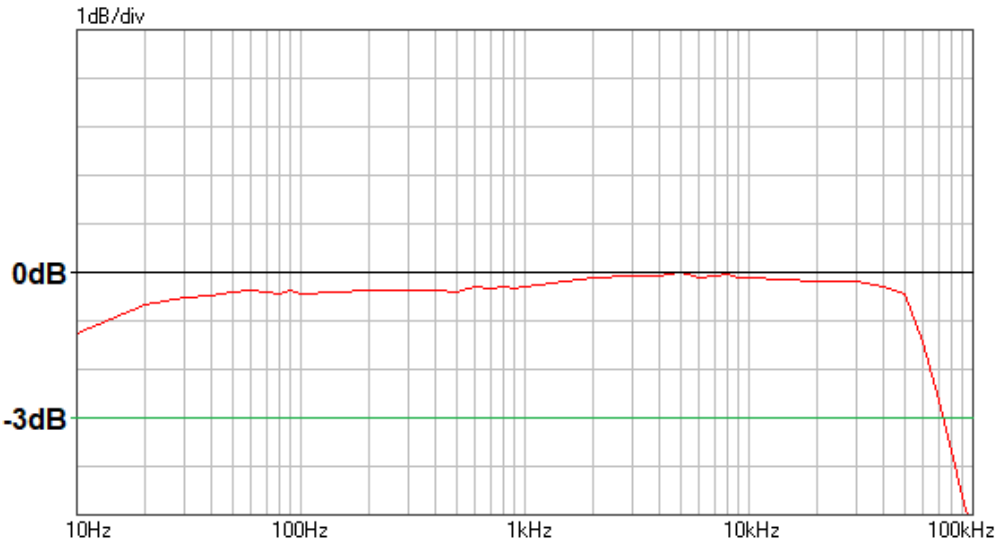


Potência no limite do ceifamento em 4Ω - 315W



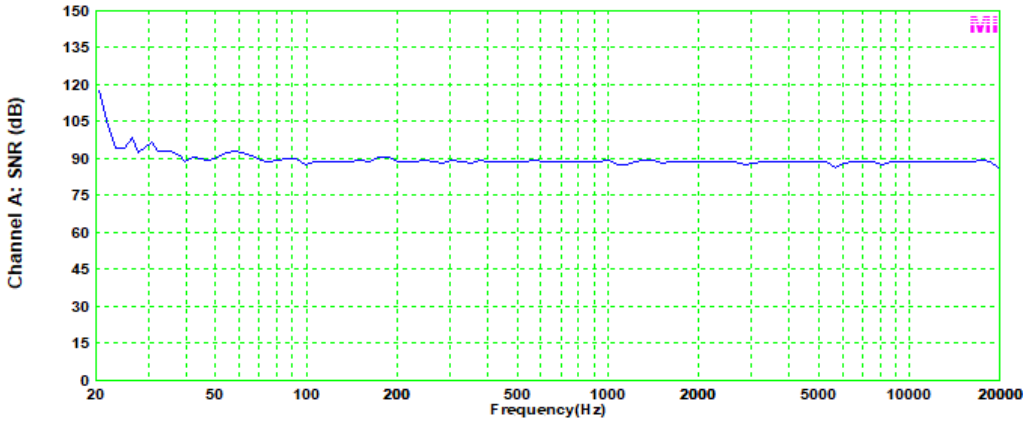
Os valores excedem os informados pela RCA, e são muito bons. O valor obtido em 4Ω está limitado pela capacidade de minhas fontes, mas, ainda assim, supera o especificado.

Resposta em frequência a 100W/8Ω - (10Hz (-1,3dB) a 74kHz (-3dB))



Resposta boa e extensa, melhor do que a informada pela RCA.

Relação sinal-ruído a 100W/8Ω - >90dB



Medida sem ponderação, a -3dBFS, mostra que, a 200W, alcançará o especificado pela RCA.

O **fator de amortecimento**, a 3W/8Ω, atingiu o valor de **325**, o que é excelente.

O "**Slew-rate**", medido a 1khz/8Ω, atingiu o valor de **7V/µs**.

O databook especifica a distorção harmônica como sendo inferior a 0,5% na potência máxima, sem ponderação, em 8Ω; também fornece um gráfico para a variação da DHT em função da potência.

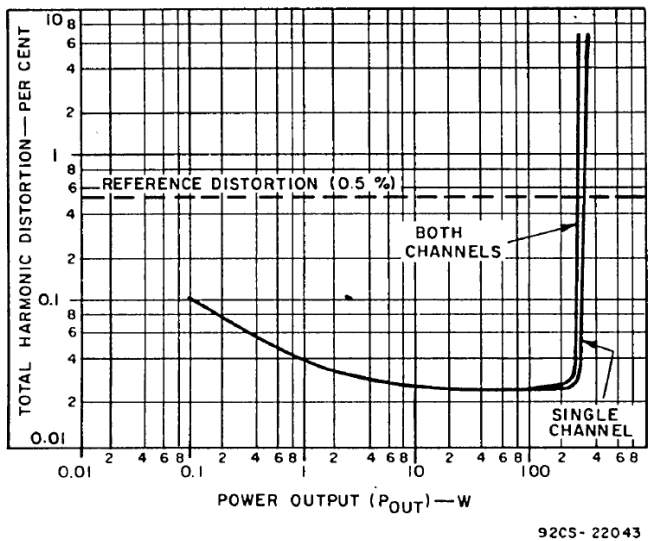
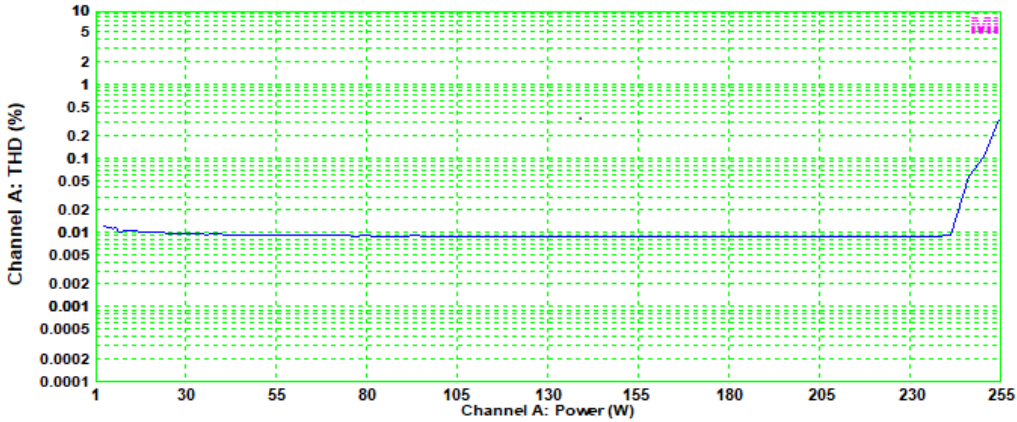


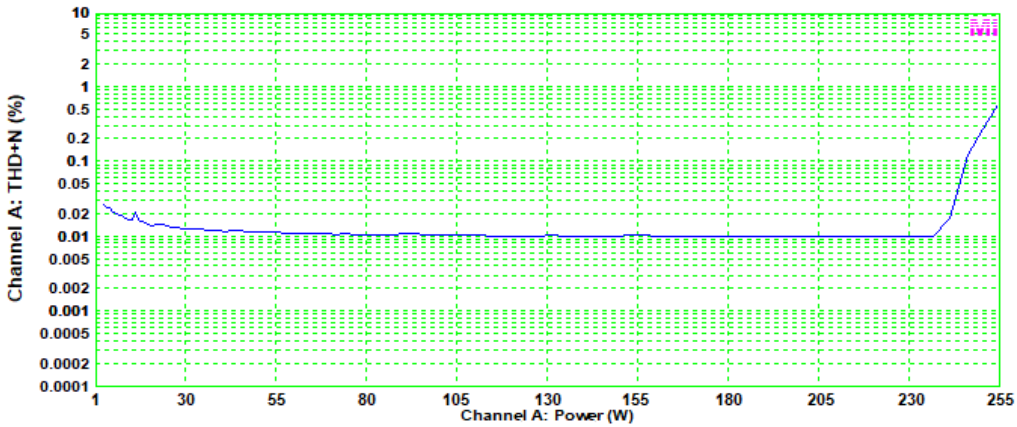
Fig. 7— Typical total harmonic distortion vs. power output for single channel and both channels driven at 1 kHz.

Nossa medida, sem ponderação, até o limite em que a distorção alcança em torno de 0,5%, foi a seguinte:



Considerando-se que nossa fonte de alimentação fornece um pouco menos de tensão do que a citada no databook, mas é estabilizada, a potência alcançou 255W contínuos com distorção a 0,3%, o que indica que há mais reserva de potência disponível. O correto posicionamento da fiação de aterramento e o ajuste da corrente de repouso para seu valor ótimo permitem que a distorção seja melhor do que a medida pela RCA, em torno de 0,01% contra aproximadamente 0,025%, no melhor caso.

E também, se considerarmos a curva de distorção harmônica + ruído, chegaremos a uma forma mais parecida com a da RCA, entretanto, com valores mais baixos, com o ruído sendo significativo em potências inferiores a 50W. A distorção a 255W, neste caso, ficou próxima à referência (0,5%)



A RCA apresenta, também, o gráfico de distorção harmônica em função da frequência.

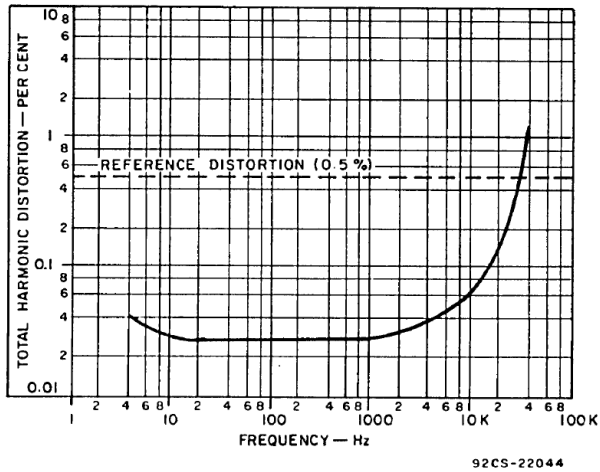
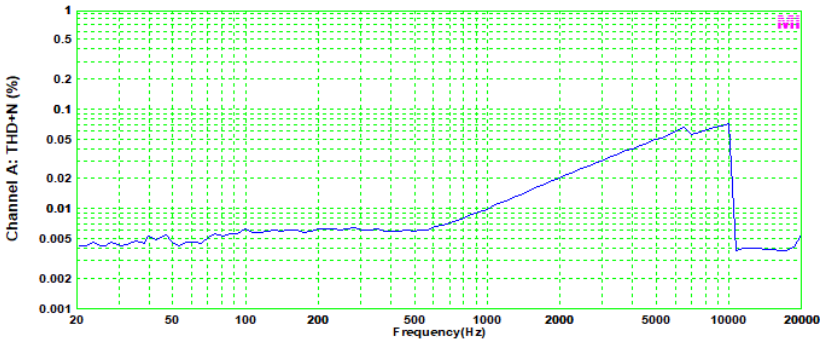
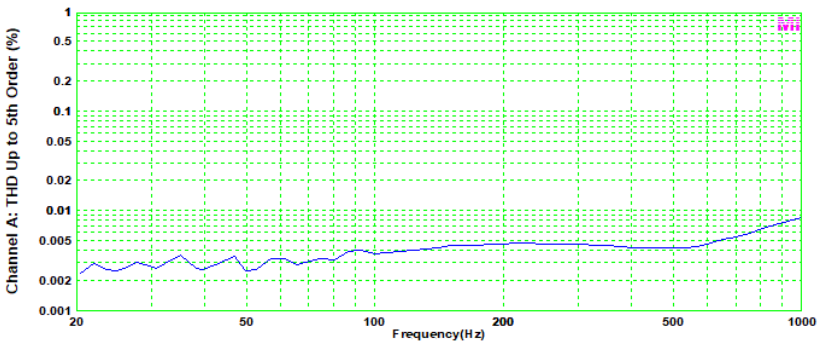


Fig. 8— Typical total harmonic distortion vs. frequency for 100-watt output.

Que levantamos, também a 100w, em 8Ω, sem ponderação, para a faixa audível, conforme abaixo, com valores muito bons, bem melhores que o divulgado:

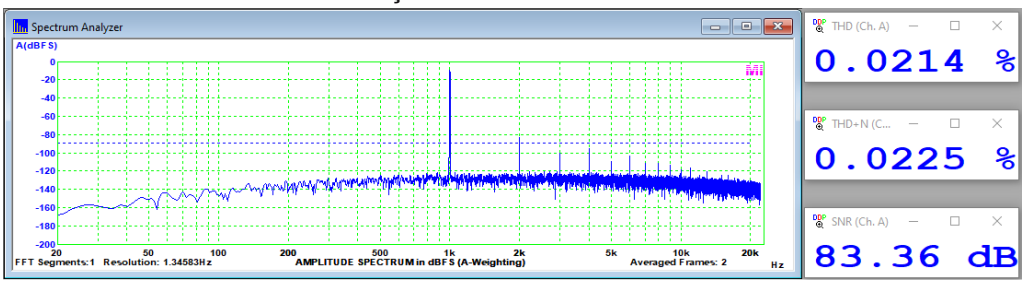


E uma medição adicional, abaixo de 1000Hz, sem a componente de ruído:

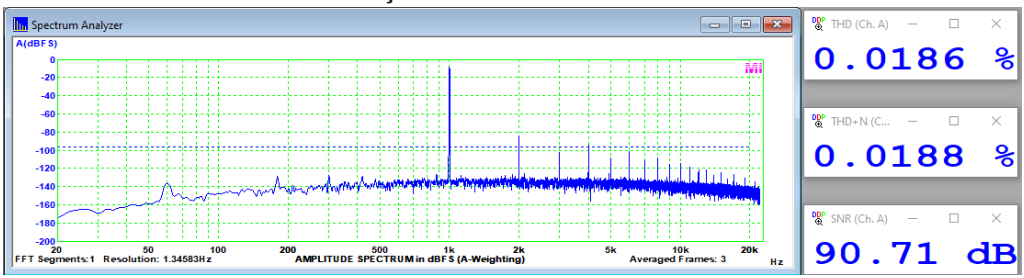


Em complemento, fizemos medidas da distorção harmônica total com a **impedância de carga de 4Ω, a 1kHz**, com ponderação A, e obtivemos os bons valores abaixo:

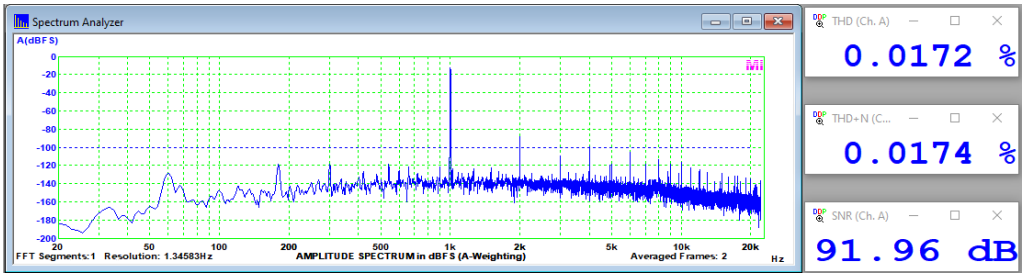
Distorção harmônica total a 1W



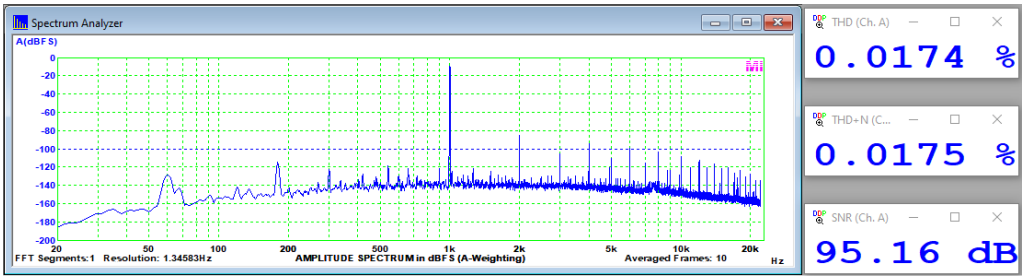
Distorção harmônica total a 10W



Distorção harmônica total a 100W

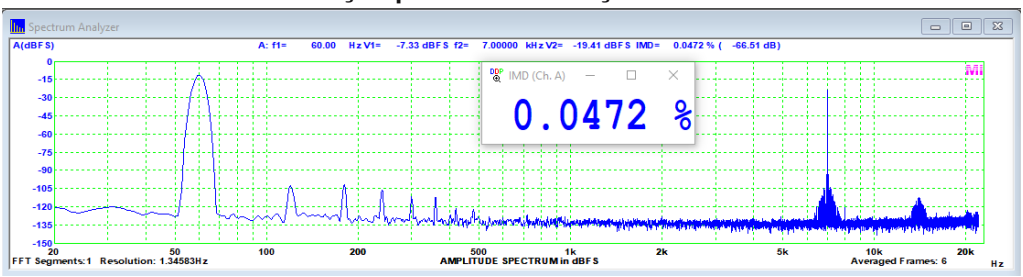


Distorção harmônica total a 200W

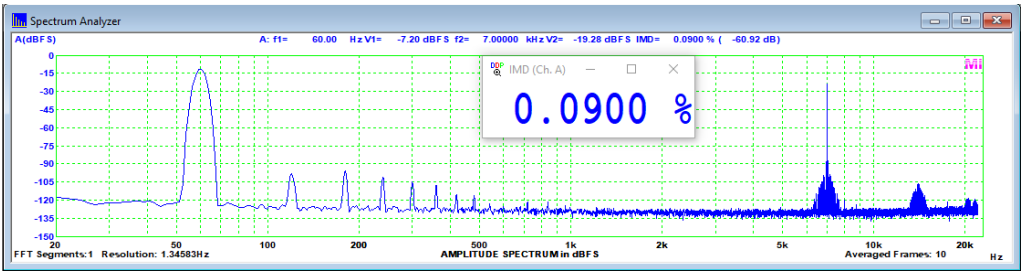


Quanto à **distorção por intermodulação**, utilizamos o mesmo padrão do databook (**SMPTE**), e obtivemos:

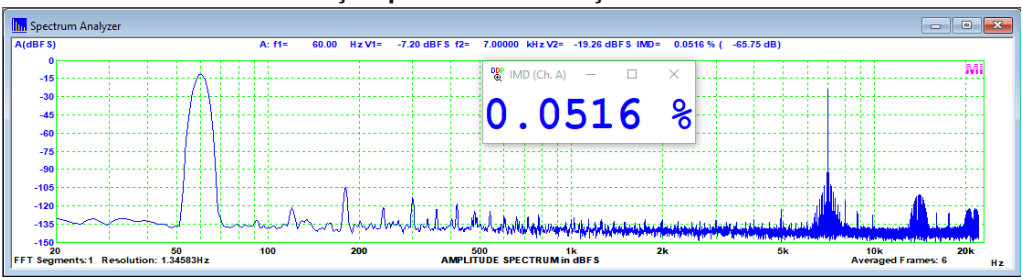
Distorção por intermodulação a 1W/8Ω



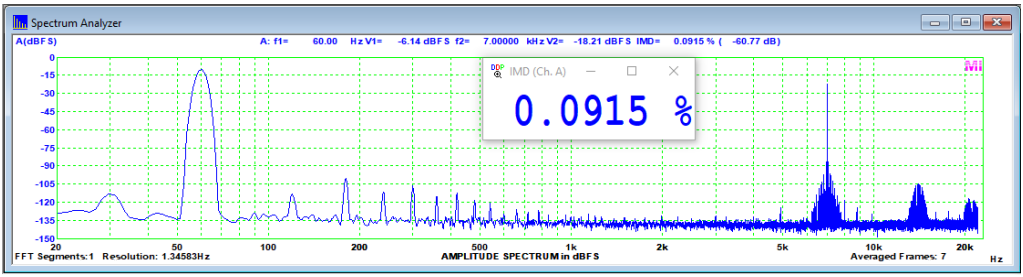
Distorção por intermodulação a 1W/4Ω



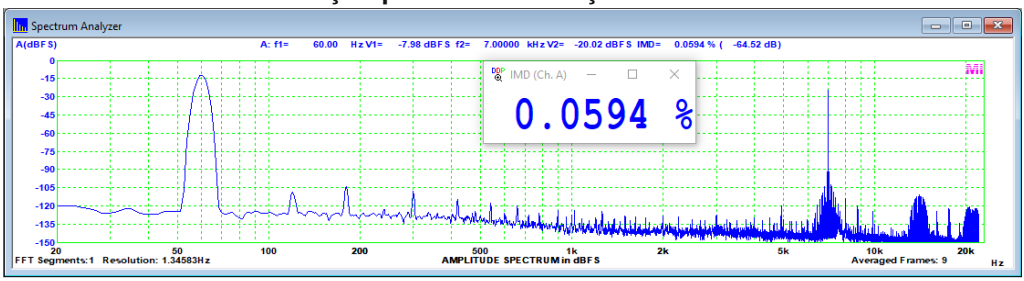
Distorção por intermodulação a 10W/8Ω



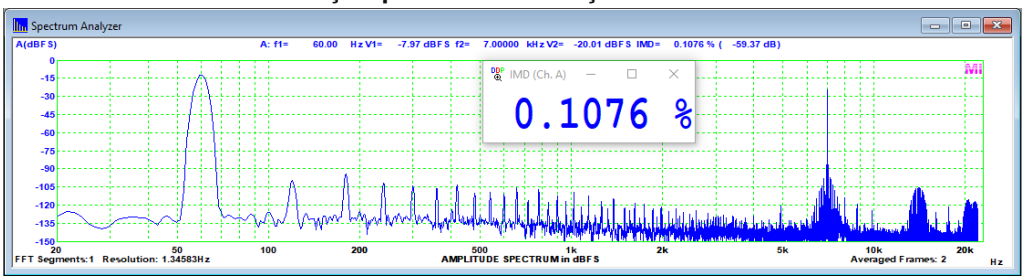
Distorção por intermodulação a 10W/4Ω



Distorção por intermodulação a 100W/8Ω



Distorção por intermodulação a 100W/4Ω



Valores bem melhores que o divulgado (0,2% a -10dB da potência máxima). Característica muito boa que, novamente, mostra a qualidade do projeto.

Conclusões

Podemos observar que se trata de um amplificador potente e de muito boa fidelidade. A placa impressa utilizada permitiu uma montagem compacta e eficiente. Muita atenção deve ser dispensada às ligações de aterramento. Mal feitas, elas podem aumentar as distorções do circuito em até dez vezes, como pudemos observar, na prática.

Obviamente, trata-se de um circuito que produz bastante calor, e deve ser acondicionado de forma a ter boa ventilação, tanto da placa impressa quanto dos transistores de saída.

Caso o leitor venha a montar um, se quiser trabalhar em regime permanente em potências elevadas, deverá usar dois dissipadores como os utilizados neste protótipo, um para cada malha de alimentação. Para regimes musicais, conforme já explicado pelo professor Neiva, um deve ser suficiente, sem ventilação forçada.

Na próxima página, temos a lista de material do amplificador.

Até a próxima, quem sabe, com a montagem do “Ultraraiende”...

C1	220p 50V
C2	4u7 100V polipropileno
C3	3n3 100V
C4	100u 25V
C5, C9, C10	10n 100V
C6	100p 200V
C7, C8	47n 100V
C11	220p 200V
C12	560p 200V
C13	47n 250V
C14, C15	47u 100V
D1 a D12	1N4004
L1	3uH 10A
Q1, Q3	2SC2240 ou 2N3439
Q2	MJE340 ou 2N3439
Q4, Q7	MJE350 ou 2N5415
Q5	BD139
Q6	MJE340 ou 2N3439
Q8	2N5551
Q9	2N5401
Q10	MJE340 ou 2SD401
Q11	MJE350 ou 2SB546
Q12, Q13	MJE15032
Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19	MJW21194 ou MJL21194
R1, R9	220R
R2	18K
R3, R4	33K 1W
R5, R7	560R
R6	150R
R8	390R
R10	18K 1W
R11	1K trimpot multivoltas
R12	1K
R13	27R 2W
R14	47R
R15, R18	220R
R16	2K2 1W
R17	2K2 1W
R19, R20, R21	100R
R22, R23	33R 2W
R24, R28, R31	330R
R25	10R
R26, R27, R29, R30, R32, R34	0R68 5W
R33, R37	0R47 5W
R35	22R 2W
R36	2R2 2W



João Alexandre Silveira*

Nesta parte VIII desta nossa série de artigos sobre a linguagem Python para Técnicos e Engenheiros em Eletrônica, trataremos da leitura e escrita de arquivos no formato *Microsoft Excel*, aqueles arquivos com extensão *xls* e *xlsx*. Esses arquivos são, na verdade, tabelas de valores na forma de *planilhas eletrônicas*; uma matriz de células individuais que podem ser facilmente acessadas por um par de *coordenadas x-y*.

As planilhas eletrônicas surgiram como *folhas de cálculos* com o programa *VisiCalc* na época dos primeiros computadores pessoais dos anos 1980. Como diz a Wikipédia, o VisiCalc foi provavelmente a aplicação que fez com que computadores pessoais deixassem de ser um *hobby* e passassem a ser considerados como uma ferramenta de negócios. Depois vieram o *Lotus123*, que incluía um gerenciador de banco de dados, e o, até hoje, consagrado *Excel* da empresa do Bill Gates III.

Nas partes VI e VII desta série falamos sobre o tratamento com Python de arquivos com extensão *.txt* (texto) e *.csv* (*comma separated values*). Na parte VI vimos que arquivos .txt são uma coleção de símbolos na forma de caracteres ASCII que não têm qualquer formatação, e por isso podem ser criados ou abertos por quaisquer editores de textos simples; como aqueles que já vêm junto com os sistemas operacionais instalados no modernos PCs, como o *Notepad* do *Windows*.

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

Arquivos com formatação própria, como os criados por processadores de texto, uma outra classe de editores de texto, como o *Word* da Microsoft com extensão *.doc* ou *.docx*, só podem ser criados ou abertos por programas compatíveis com aquele que criou esse tipo de arquivo.

Um arquivo .txt tanto pode conter um texto simples com linhas de instruções para um processador digital, como também um conjunto de informações coletadas por um sensor distante numa rede *internet das coisas*.

Na parte VII vimos outro tipo de arquivo texto sem formatação, aqueles com extensão *csv*. Arquivos csv armazenam tabelas com valores distintos, mas separados por vírgulas, e que podem ser abertos normalmente por programas de planilhas eletrônicas como o Excel ou o *Spreadsheet* da *Google*.

Mas, para abrir arquivos desse tipo com Python, precisamos importar a biblioteca csv e usamos a função nativa *open()* para tratar o arquivo *tacometro.csv*, que criamos nessa parte VII, a partir da tabela de componentes eletrônicos de um circuito de um tacômetro simples com o opamp LM-358.

Aqui repetimos o *script* Python que lê um arquivo csv e separa o cabeçalho dos dados do arquivo em listas. Tudo em Python que pode ser decomposto em listas é facilmente manipulável.

```
[22]  1 import csv
      2
      3 with open('/content/tacometro.csv') as f:
      4     csv_tac = csv.reader(f)
      5     for line_0, line_ in enumerate(csv_tac):
      6         if line_0 == 0:
      7             print('Cabeçalho:')
      8             print(line_)
      9             print('Dados:')
     10         else:
     11             print(line_)
```

```
Cabeçalho:
['ID', ' Descrição', ' Valor']
Dados:
['D1', ' IR LED', ' TIL-32']
['D2', ' Fotodiodo', ' TIL-78']
['R1', ' Resistor', ' 150']
['R2', ' Resistor', ' 10K']
['P1', ' Potenciometro', ' 10K']
['CI1', ' OpAmp', ' LM-358']
['D3', ' LED', ' 5mm']
['R4', ' Resistor', ' 1K']
```

Ainda na parte VII, criamos o arquivo *tacometro_2.csv* onde incluímos uma coluna com os preços dos componentes do circuito com *opamp*. Nosso arquivo *tacometro_2.csv* pode ser aberto normalmente numa planilha Excel no *Google Colab*, como mostrada na tela abaixo.

tacometro_2.csv ×

1 to 8 of 8 entries Filter

ID	Descrição	Valor	Preço
D1	IR LED	TIL-32	1.0
D2	Fotodiodo	TIL-78	1.2
R1	Resistor	150	0.2
R2	Resistor	10K	0.2
P1	Potenciometro	10K	3.5
CI1	OpAmp	LM-358	4.5
D3	LED	5mm	1.5
R4	Resistor	1K	0.2

Show 10 per page

Nessas duas partes anteriores sobre leitura e escrita de arquivos, usamos a mesma função *open()* da biblioteca básica da linguagem Python. Agora, nesse artigo vamos falar de duas bibliotecas, *pandas* e *Openpyxl*, que devemos importar para poder integrar Python com Excel. Mas, antes, vejamos um painel que subtrai da página web https://realpython.com/openpyxl-excel-spreadsheets-python/ e que resume a terminologia básica de uma planilha eletrônica como o Excel.

Learning Some Basic Excel Terminology

Here's a quick list of basic terms you'll see when you're working with Excel spreadsheets:

Term	Explanation
Spreadsheet or Workbook	A **Spreadsheet** is the main file you are creating or working with.
Worksheet or Sheet	A **Sheet** is used to split different kinds of content within the same spreadsheet. A **Spreadsheet** can have one or more **Sheets**.
Column	A **Column** is a vertical line, and it's represented by an uppercase letter: *A*.
Row	A **Row** is a horizontal line, and it's represented by a number: *1*.
Cell	A **Cell** is a combination of **Column** and **Row**, represented by both an uppercase letter and a number: *A1*.

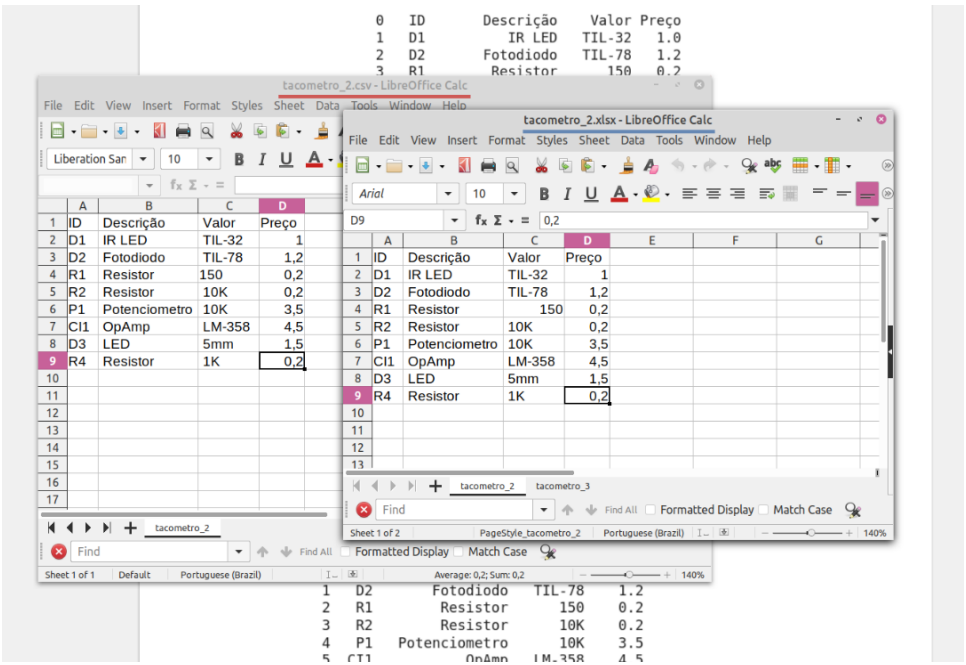
A integração Python – Excel

No Excel e em todas as planilhas eletrônicas existe a função =*SUM()*, com o símbolo grego *sigma*, que adiciona valores de grupos de células tomadas de uma mesma coluna. Já conhecemos uma versão dessa função Excel implementada com Python com poucas linhas de comandos na parte VII dessa nossa série.

```
[112]  1 import csv
       2 custo_total = 0     # atribui 0 a variavel 'custo_total'
       3
       4 with open('/content/tacometro_2.csv') as f:
       5     csv_tac = csv.reader(f)
       6     next(csv_tac)           # salta a primeira linha
       7
       8     for line in csv_tac:
       9         custo_total += float(line[3])
      10
      11 print(f'Custo total do circuito: R$ {custo_total}')
```

```
Custo total do circuito: R$ 12.3
```

O arquivo *tacometro_2.csv* ,criado na parte VII e aberto no Excel, pode ser salvo também como *tacometro_2.xlsx*.



Integração usando pandas

Se importarmos a biblioteca *pandas*, já nossa conhecida, podemos tratar uma planilha Excel como uma base de dados, e com poder de desfazer a estrutura original do arquivo. No *script* abaixo importamos a biblioteca *pandas* como *pd* e atribuímos à variável *taco_df* o arquivo *Excel, tacometro_2.xlsx*. Por *default,* a primeira linha da planilha Excel é considerada pelo *pandas* como cabeçalho e por isso as células dessa linha vão ser os nomes das colunas da planilha.

O módulo *read.excel()* dessa biblioteca transforma uma planilha *Excel* num objeto *dataframe*, uma matriz de dados que podem ser manipulados de diferentes formas. Veja que a função *display()* mostra o conteúdo da planilha de uma forma mais visual que a função *print()*.

```
taco_df = pd.read_excel('/content/tacometro_2.xlsx')
print(taco_df)
print()
display(taco_df)
```

```
    ID       Descrição    Valor  Preço
0   D1          IR LED   TIL-32    1.0
1   D2       Fotodiodo   TIL-78    1.2
2   R1        Resistor      150    0.2
3   R2        Resistor      10K    0.2
4   P1   Potenciometro      10K    3.5
5  CI1           OpAmp   LM-358    4.5
6   D3             LED      5mm    1.5
7   R4        Resistor       1K    0.2
```

	ID	Descrição	Valor	Preço
0	D1	IR LED	TIL-32	1.0
1	D2	Fotodiodo	TIL-78	1.2
2	R1	Resistor	150	0.2
3	R2	Resistor	10K	0.2
4	P1	Potenciometro	10K	3.5
5	CI1	OpAmp	LM-358	4.5
6	D3	LED	5mm	1.5
7	R4	Resistor	1K	0.2

Podemos pôr os valores da coluna ‘Preço’ numa lista, ou somente listar na tela toda a coluna usando do *pandas* o parâmetro *usecols = [‘Preços’]* quando da abertura do arquivo. Ou de outra forma, o localizador de posições *pandas* baseado no nome da coluna, o método *loc[]*.

```
[5]  1 print(taco_df['Preço'].tolist())
     2
```

```
[1.0, 1.2, 0.2, 0.2, 3.5, 4.5, 1.5, 0.2]
```

```
[6]  1 taco_df = pd.read_excel('/content/tacometro_2.xlsx', usecols = ['Preço'])
     2 print(taco_df)
```

```
   Preço
0    1.0
1    1.2
2    0.2
3    0.2
4    3.5
5    4.5
6    1.5
7    0.2
```

```
[7]  1 taco_df.loc[:,'Preço']  # todas as celulas (linhas) da coluna Preço
```

```
0    1.0
1    1.2
2    0.2
3    0.2
4    3.5
5    4.5
6    1.5
7    0.2
Name: Preço, dtype: float64
```

Temos agora uma planilha Excel na forma de um dataframe (um *dataset*), e podemos manipular cada célula dessa planilha com comandos Python da biblioteca *pandas*. Nessa tela listamos todas as informações do opamp do circuito na planilha.

```
[85]  1
      2 print(taco_df.loc[5])
```

```
ID                CI1
 Descrição      OpAmp
 Valor         LM-358
Preço             4.5
Name: 5, dtype: object
```

Integração usando Openpyxl

A outra biblioteca mais usada para abrir e modificar planilhas Excel com Python é a *Openpyxl*. Essa biblioteca, como a *pandas*, precisa estar instalada na sua versão de Python. No *Google Colab*, a nossa plataforma de desenvolvimento *on-line* que usamos até aqui em todos os nossos experimentos com a linguagem, instalamos com '*!pip install openpyxl*'.

```
[16]  1 !pip install openpyxl           # instalar biblioteca openpyxl
```

```
[6]   1 import openpyxl                 # importa biblioteca
```

```
[15]  1 # carrega arquivo excel na variavel taco_xls
      2 taco_xls = openpyxl.load_workbook('/content/tacometro_2.xlsx')
      3
      4 sheet = taco_xls['tacometro_2'] # seleciona uma planilha do arquivo
      5 print(sheet.title)              # mostra nome da planilha
      6 print(sheet.dimensions)         # tamanho
      7 print(sheet.active_cell)        # celula ativa (no foco)
```

```
tacometro_2
A1:D9
D9
```

Depois de importar a biblioteca *openpyxl,* carregamos o arquivo *xlsx* na variável *taco_xls* e selecionamos a primeira planilha, como *sheet* (folha). Depois checamos o título da planilha, seus limites (da célula *A1* até *D9*) e qual célula está com foco (*D9* clicada).

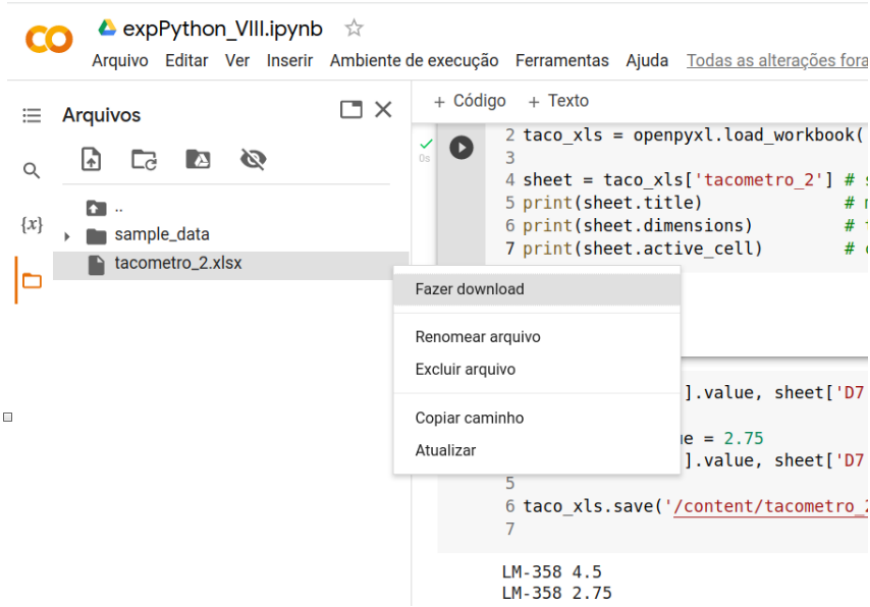
Agora, digamos que queremos mudar o preço do opamp de $4.5 para $2.75 na planilha. Basta indicarmos na planilha a posição x-y da célula cujo valor queremos alterar, junto com a propriedade *value* e o novo valor; depois, devemos salvar a mudança no arquivo original, como vemos na tela abaixo.

```
[29]  1 print(sheet['C7'].value, sheet['D7'].value) # mostra preço atual do opamp
      2
      3 sheet['D7'].value = 2.75                    # atualiza preço do opamp
      4 print(sheet['C7'].value, sheet['D7'].value)
      5
      6 taco_xls.save('/content/tacometro_2.xlsx')  # salva planilha atualizada.
      7
```

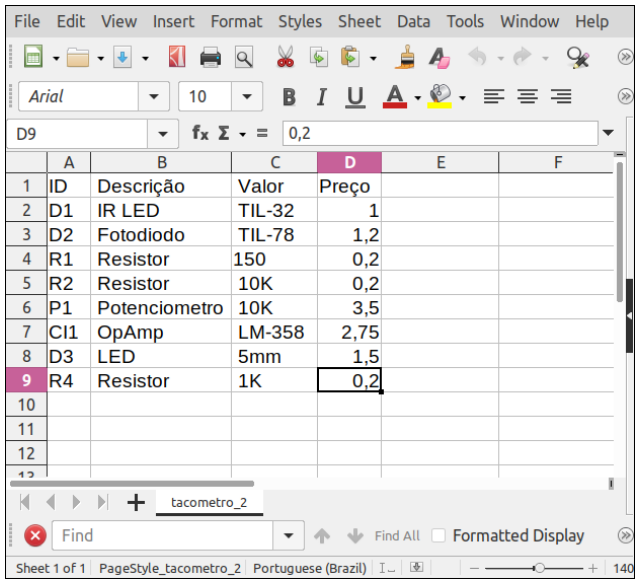
```
LM-358 4.5
LM-358 2.75
```

No *Google Colab,* depois de salvar o arquivo xlsx, será necessário baixar esse arquivo que salvamos e atualizar o original na pasta que criamos na área de trabalho.

É só clicar em nos 3 pontinhos ao lado do arquivo xlsx à esquerda da tela e em ‘Fazer download’; como na tela a seguir.



Depois é só clicar em '*Recarregar*' no menu da planilha aberta.



	A	B	C	D	E	F
1	ID	Descrição	Valor	Preço		
2	D1	IR LED	TIL-32	1		
3	D2	Fotodiodo	TIL-78	1,2		
4	R1	Resistor	150	0,2		
5	R2	Resistor	10K	0,2		
6	P1	Potenciometro	10K	3,5		
7	CI1	OpAmp	LM-358	2,75		
8	D3	LED	5mm	1,5		
9	R4	Resistor	1K	0,2		
10						
11						
12						

Podemos inserir uma nova planilha no arquivo xlsx em que estamos trabalhando usando a propriedade *create_sheet()*, como na tela a seguir. Depois de salvar e descarregar para a pasta de trabalho, atualize o arquivo *tacometro_2.xlsx*.

```
[35]  1 # insere uma nova planilha no arquivo xlsx
      2 taco_xls_1 = taco_xls.create_sheet('tacometro_3')
      3 taco_xls.save('/content/tacometro_2.xlsx')
```

Agora, se queremos incluir numa célula da nossa planilha a data de sua atualização e em outra a formula de somatória de uma coluna, usamos a biblioteca *datetime* e a função *today()* e fazemos como no *script* abaixo.

```
[76]  1 import datetime
      2 from datetime import date
      3
      4 today = date.today()
      5 print('Hoje: ', today)
      6 sheet['A10'].value = today
      7
```

```
Hoje:  2022-07-14
```

```
[83]  1 sheet['A12'].value = '=SUM(D1, D9)'
```

```
[84]  1 print(sheet['A10'].value)
      2 print(sheet['A12'].value)
```

```
2022-07-14
=SUM(D1, D9)
```

Aqui nós importamos a classe '*date*' do módulo importado '*datetime*' e criamos um objeto variável '*today*' para guardar a data local do dia atual, hoje, e a colocamos na célula *A10*. Na célula *A12* colocamos uma fórmula das planilhas eletrônicas: a soma de um grupo de células numa coluna.

Ainda sobre a célula *A10* que aponta para a data local atualizada, podemos configurá-la de diversas formas, como em dois exemplos na tela seguinte.

```
[95]  1 # dd/mm/YY
      2 d1 = today.strftime("%d/%m/%Y")
      3 print('Hoje é dia', today.strftime("%d/%m/%Y"))
      4
      5 # dia - mes abreviado - ano
      6 d4 = today.strftime("%d-%b-%Y")
      7 print('Atualizado em', today.strftime("%d-%b-%Y"))
```

```
Hoje é dia 14/07/2022
Atualizado em 14-Jul-2022
```

Conclusão

Com essas duas ferramentas, as bibliotecas *pandas* e *openpyxl*, podemos, através de comandos simples da linguagem Python, intervir em qualquer célula de uma planilha eletrônica; seja somente lendo seu conteúdo ou mesmo alterando seu valor. Podemos criar novas planilhas dentro de um arquivo *xlsx* já existente e podemos também apagar planilhas ou arquivos inteiros desse tipo.

O assunto é extenso e cabe ao leitor, conhecedor de Excel e curioso por novas possibilidades, buscar conhecer mais a fundo essas duas bibliotecas Python.

Mês que vem nos vemos de novo. Até lá!