



TVKX

# ANTENNA

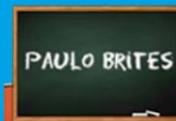
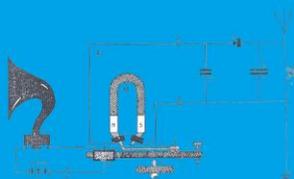
ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 1/23 (1237) janeiro de 2023

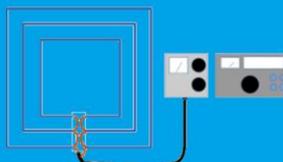


*Antenna...  
e as "Trapizongas"*

*Aprenda Eletrônica Com*



*Como Montar Uma  
Antena Quadra Cúbica*



*Construa a "Fontinha"  
do Ultrarraiende*



*Construa o Alfinete -  
Um Transmissor AM/CW*



*O Marantz Model 510*

*Dicas... e Dicas...*



# ANTENNA

Número 01/23 – Janeiro/2023 – Ref. 1237



**NOTAS DA EDIÇÃO** – Janeiro é o mês da cor branca, da campanha de saúde mental. O Hospital Albert Einstein tem um página muito esclarecedora sobre o tema. Veja [aqui](#).

Neste mês temos promoção do novo livro do Professor Paulo Brites, sobre transformadores. Veja no artigo do professor o que ele reservou para os leitores de Antenna.

Lembramos haver, no nosso sítio, repositórios com os arquivos em PDF para confecção das placas impressas apresentadas nos artigos da Revista do Som. As imagens estão em tamanho natural e já preparadas para a utilização do processo térmico. O repositório está no fim da seção.

As edições impressas de Antenna, a partir de janeiro de 2021, podem ser adquiridas na livraria virtual UICLAP ([www.uiclap.com.br](http://www.uiclap.com.br)), sendo bastante fazer a busca por Antenna em seu sítio, e os esquemas da ESBREL poderão ser adquiridos por intermédio do confrade Rubens Mano, nos seguintes contatos: *Email:* [manorc1@manorc.com.br](mailto:manorc1@manorc.com.br) e *WhatsApp:* (051) 99731-1158.

Lembramos, também, 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 XXV – As Trapizongas.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
6 - CQ-RADIOAMADORES – Conheça e Monte O Alfinete – Versão AM!.....	<i>Ademir – PT9HP</i>
8 - APRENDA ELETRÔNICA - Capacitores em Série e Paralelo: O que perguntam por aí - Parte II.....	<i>Paulo Brites</i>
13 - Especificações de Pré-Amplificadores e Processadores.....	<i>João Yazbek</i>
16 - Manual de Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos - Parte IX.....	<i>Ademir – PT9HP</i>
25 - DICAS E DIAGRAMAS – VII.....	<i>Dante Efrom – PY3ET</i>
38 - Análise do Amplificador Marantz Model 510.....	<i>Marcelo Yared</i>
47 - TVKX – Sonhos.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
52 - Construa o ULTRARRAIENDE – Parte II - A Fontinha.....	<i>Marcelo Yared</i>
64 – O Primeiro TVKX - Como Caçar Zumbido Nos Circuitos de Vídeo.....	<i>L.P. Petriche</i>

# ANTENNA – Uma História - Capítulo XXV

Jaime Gonçalves de Moraes Filho\*



## As Trapizongas

Por diversas vezes, Antenna publicou artigos sobre equipamentos comerciais ou montagens que fugiam dos padrões usuais daquela época. Alguns eram criações dos leitores, outros, traduções de publicações estrangeiras, porém, todos eles classificados pelo nosso saudoso Gilberto Afonso Penna como autênticas “Trapizongas”. Vamos conhecer algumas :

“Alto-falante sobre simples Galena” - No início da Radiofonia, a amplificação sonora ainda constituía um enorme problema, dada a dificuldade de se encontrar válvulas adequadas, transformadores e, depois de tudo, a alimentação do sistema . Isto fez com que a criatividade alcançasse níveis inimagináveis.

Em maio de 1927, Antenna publicava uma montagem sui-generis: Um amplificador mecânico! Nada de válvulas, capacitores ou resistores. Tudo baseado em um engenhoso sistema de alavancas. Sobre a membrana de um fone , adaptava-se uma haste (braço da alavanca), na qual a outra extremidade repousava sobre uma cápsula de microfone de carvão. Infelizmente não tivemos relatos sobre o sucesso ou não de tal trapizonga.

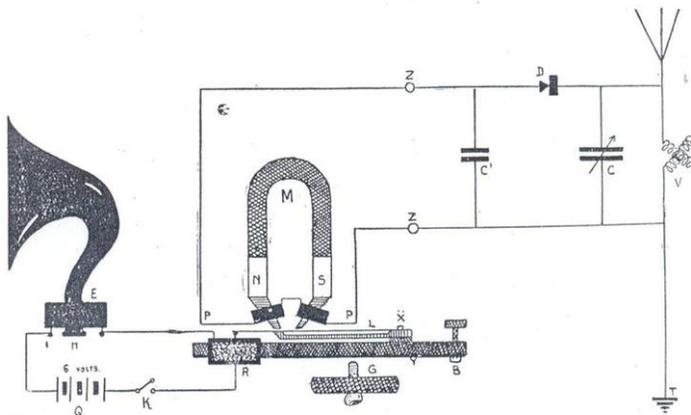
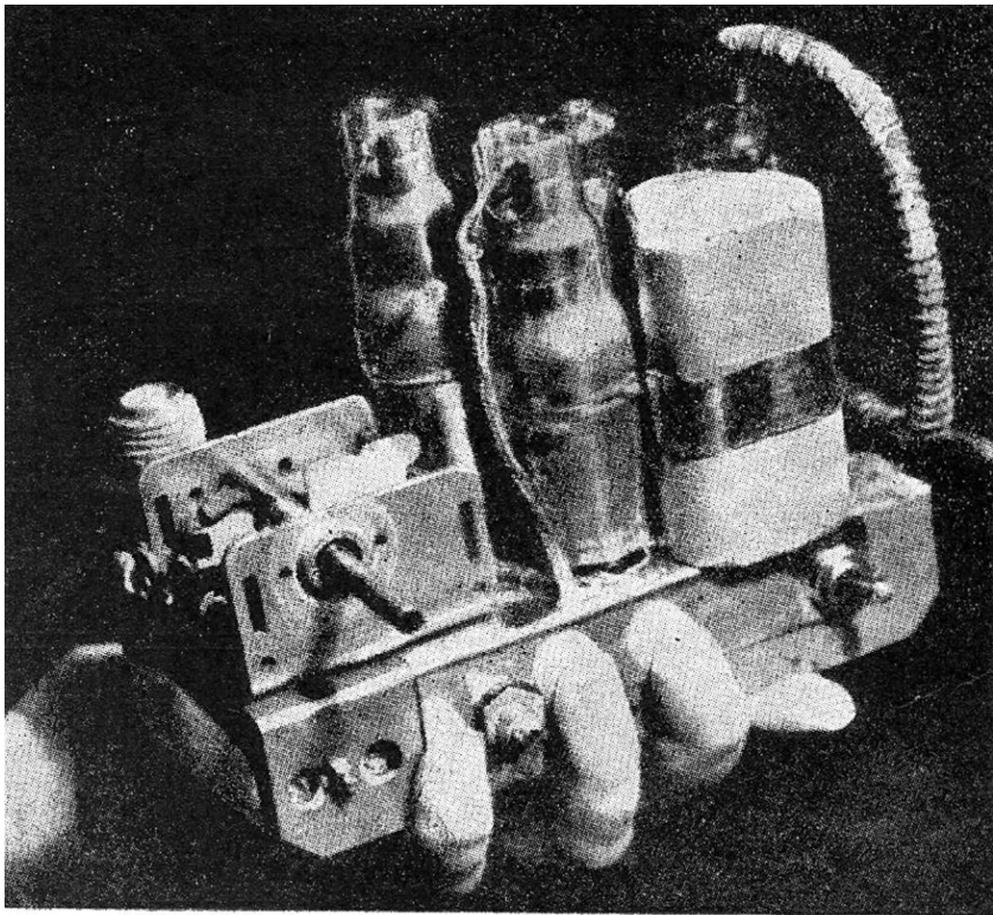


Figura 1 – Alto-falante sobre simples Galena

\* Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica

Falar-se em controle remoto em 1939, mais parecia coisa de lunático. No entanto, através do número de julho–agosto, era proposta a construção de uma “unidade pequena e de fácil construção“. Verificamos, através da leitura do artigo, tratar-se de um transmissor de RF com quatro válvulas, pesando cerca de 1,5 kg. Pela foto, verifica-se que o conjunto, com capacidade para duas funções, mal cabe na mão do autor. Uma autêntica Trapizonga!



A unidade é pequena e de fácil construção

**Figura 2 – Controle remoto de 1939**

Ao terminar a Segunda Guerra, o pouco material disponível foi consumido em pouco tempo, deixando os apreciadores da eletrônica sem muitas opções de compra . Uma das dificuldades eram as pilhas e baterias, que vinham dos Estados Unidos.

As fábricas europeias tinham sido, em sua maioria, destruídas, e ainda lutavam para retornar à normalidade. A solução foi recuperar as pilhas existentes, sendo propostos naquela ocasião vários métodos: amassá-las com um martelo, submeter as pilhas a uma fonte de CC etc. No número de abril de 1946, encontramos a descrição de um método bastante curioso: Ferver as pilhas em banho-Maria! Segundo o autor, após 20 minutos de aquecimento e 3 horas de resfriamento, as pilhas ficavam como novas. Não aconselhamos tal experimento...

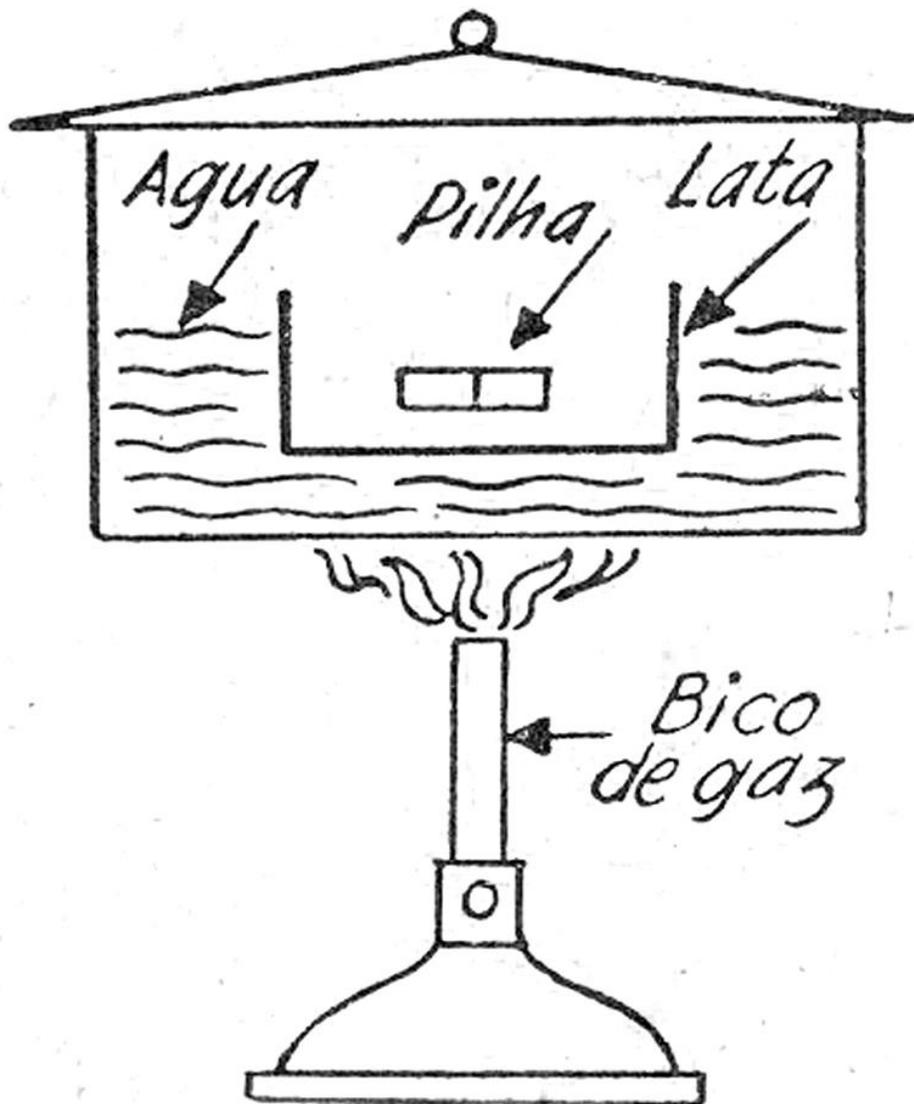


Figura 3 – Fervendo uma pilha

Parece mesmo que as baterias eram um problema realmente muito sério nos primórdios do rádio. A alimentação de placa das válvulas, por exemplo, exigia cerca de 90 V em corrente contínua. Simples, hoje em dia, não é mesmo? Porém, lembre-se de que, em 1927, os diodos retificadores de estado sólido ainda não tinham sido inventados.

A solução? Muito simples... fabricar as próprias baterias, a partir de vidros vazios "de pílulas ou saes". Enrolando-se placas de zinco e cobre era possível fabricar baterias de 90 Volts, associando-se "cerca de 80 vidros (!) com 4 cm de diâmetro e 10 cm de altura em uma caixa de madeira". Uma Trapizonga e tanto...

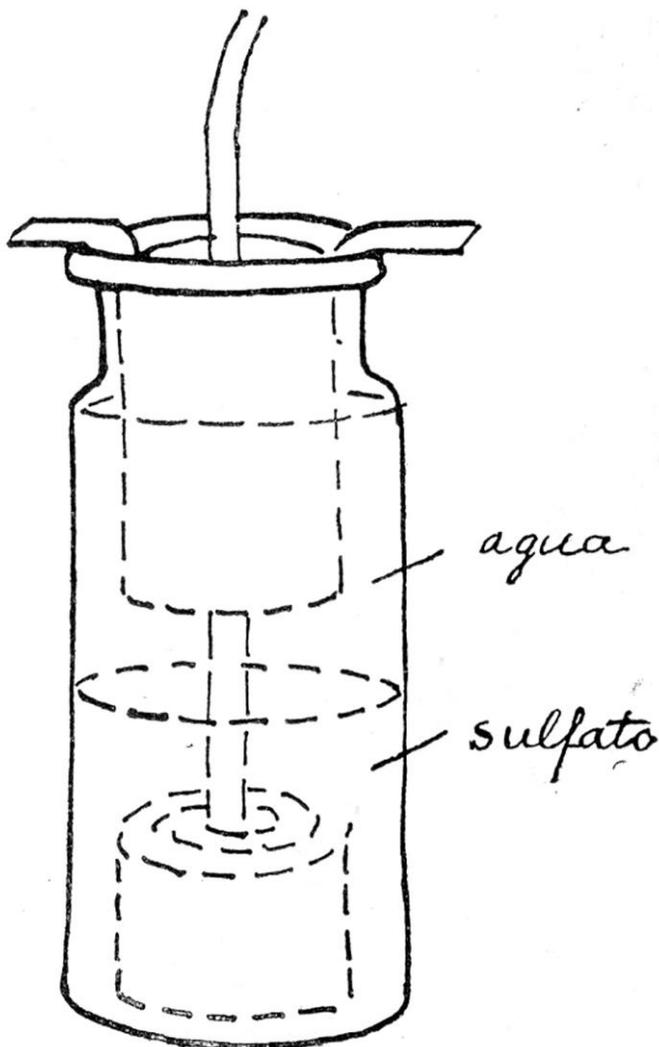
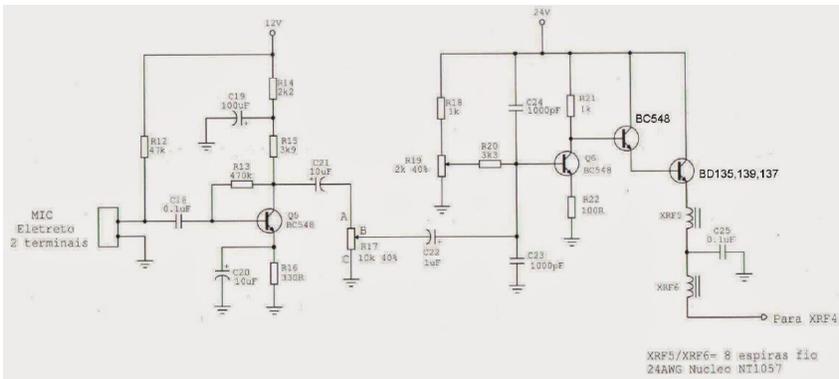
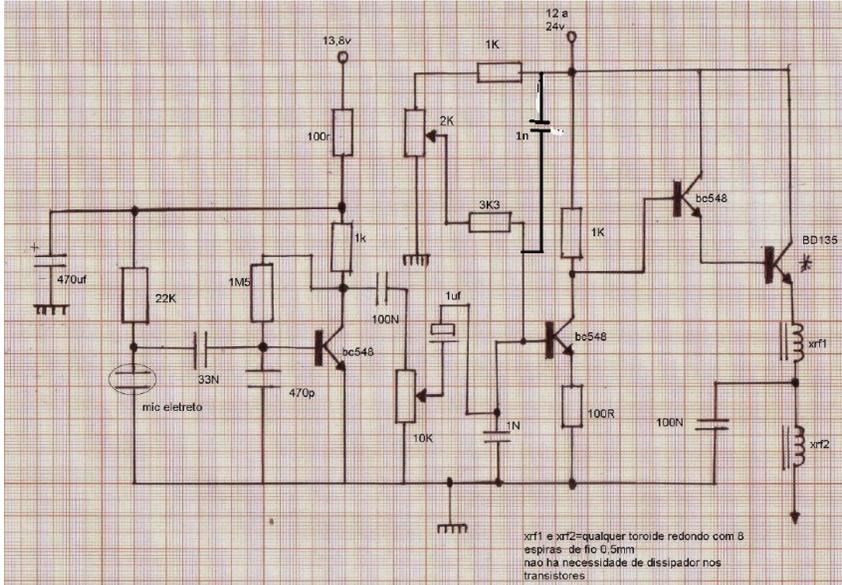


Figura 4 – Elemento para construir uma bateria de 90 Volts





Acima temos dois circuitos moduladores em série, sendo um usado no transmissor MSIM do colega PY2MG e o outro feito por mim. Detalhe que ambos não usam dissipadores nos BD135.



Esta seção não é um Curso de Eletrônica. Nela eu pretendo tratar de assuntos de Eletricidade e Eletrônica que venho observando há anos que ainda são dúvidas de estudantes e técnicos.

## Capacitores em Série e Paralelo: O que perguntam por aí

### Parte II

Vamos começar cumprindo o prometido na Parte I, que é mostrar o passo a passo da resolução das questões.

A primeira questão apresentada vai mostrada abaixo novamente, para ficar mais fácil de acompanhar.

**Questão 39**

Associando-se dois capacitores  $C_1 = 10 \mu\text{F}$  e  $C_2 = 1 \mu\text{F}$  em série, obtém-se um capacitor equivalente de

- a)  $C_{eq} = 11 \mu\text{F}$
- b)  $C_{eq} = 0,90 \mu\text{F}$
- c)  $C_{eq} = 0,55 \mu\text{F}$
- d)  $C_{eq} = 1,1 \mu\text{F}$
- e)  $C_{eq} = 0,11 \mu\text{F}$

**Assistente de Operação Técnico em Eletrônica  
CELG 2004**

Nada do outro mundo, uma questão “mamão com açúcar”.

De cara já eliminamos as opções A e D.

Estas opções foram descartadas porque o resultado de dois capacitores em série SEMPRE será MENOR que o MENOR deles.

Como os capacitores estão em série usaremos

$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

\* Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica

Que nos dará  $(10 \times 1) \div (10 + 1)$ , ou seja,  $10 \div 11$ , logo um valor ligeiramente menor que 1 portanto, nem precisaria fazer a conta para concluir que é a opção B.

Faturada esta questão ridiculamente fácil passemos para a próxima.

### UECE-2017

Considere dois capacitores,  $C_1 = 2 \mu\text{F}$  e  $C_2 = 3 \mu\text{F}$ , ligados em série e inicialmente descarregados. Supondo que os terminais livres da associação foram conectados aos polos de uma bateria, é correto afirmar que, após cessar a corrente elétrica,

- A) as cargas nos dois capacitores são iguais e a tensão elétrica é maior em  $C_2$ .
- B) a carga é maior em  $C_2$  e a tensão elétrica é igual nos dois.
- C) as cargas nos dois capacitores são iguais e a tensão elétrica é maior em  $C_1$ .
- D) a carga é maior em  $C_1$  e a tensão elétrica é igual nos dois.

Temos dois capacitores de  $2\mu\text{F}$  e  $3\mu\text{F}$  ligados em série e inicialmente descarregados.

Todas as opções se referem as cargas nos capacitores e, como foi visto na parte I, podemos “pensar” em carga (Q) num capacitor como corrente (I) num resistor.

Considerando que os capacitores estão em série, a carga será a mesma nos dois, assim como a corrente é a mesma em resistores em série.

Esta observação nos permite descartar as opções B e D.

Agora é hora de analisar a tensão sobre capacitor. Sabemos que a tensão será MAIOR sobre o capacitor de MENOR capacitância que neste caso é  $C_1$ , logo opção C.

Mais uma questão *molezinha*, não é mesmo?

A próxima questão, embora tenha sido apresentada em um concurso para engenheiro de telecomunicações, é perfeitamente compatível com o conhecimento e competência que um técnico de eletricidade e/ou eletrônica deve ter.

Ela trata de uma situação em que o técnico deve ser capaz de resolver em uma situação emergencial, em que precisa realizar o reparo e não tem a mão um capacitor igual, mas tem vários outros que podem resolver o problema.

Isto diferencia o técnico do “trocaador de peça”.

Dispõe-se de uma quantidade ilimitada de capacitores de  $1\ \mu\text{F}$  que suportam, sem ruptura dielétrica,  $100\ \text{V}$ . Deseja-se elaborar uma associação de diversos desses capacitores de modo a resultar em um conjunto que suporte  $500\ \text{V}$  sem ruptura dielétrica e que apresente uma capacitância equivalente a  $1\ \mu\text{F}$ . Sobre essa associação,

- A. deve-se associar os 5 capacitores em paralelo.
- B. deve-se associar os 5 capacitores em série.
- C. deve-se elaborar 5 conjuntos C1 com 5 capacitores associados em paralelo e associar os 5 conjuntos C1 em série.
- D. deve-se elaborar 1 conjunto C1 com 5 capacitores associados em série e associar C1 com mais 4 capacitores em série.
- E. seriam necessários capacitores que suportassem  $500\ \text{V}$  por isso, não será possível elaborá-

**Fundação Carlos Chagas  
2015 Engenharia  
Telecom**

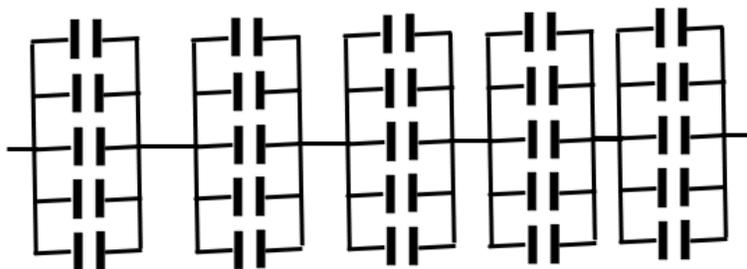
Em resumo a situação é conseguir uma associação de capacitores que suporte  $500\ \text{V}$  com capacitância de  $1\ \mu\text{F}$ , mas só temos capacitores de  $1\ \mu\text{F}$  para  $100\ \text{V}$ .

A opção A está imediatamente descartada e a opção E é a do “trocaador de peças” resta, portanto, analisar as opções B, C e D.

A opção B também não se aplica porque o conjunto embora suportasse  $500\ \text{V}$  corresponderiam a um capacitor de apenas  $0,2\ \mu\text{F}$ .

A opção C sugere colocar cinco capacitores em paralelo o que nos dará  $5\ \mu\text{F}$  suportando  $100\ \text{V}$  e em seguida colocar cinco conjuntos destes em série e finalmente teremos equivalerá  $5\ \mu\text{F} \div 5 = 1\ \mu\text{F}$  e como cada conjunto paralelo suporta  $100\ \text{V}$  quando colocados em série o conjunto final suportará  $500\ \text{V}$ .

Acompanhe na figura.



## Uma observação de ordem prática

Sob o ponto de vista teórico a solução proposta nesta questão é válida, entretanto é importante conferir, ou melhor, medir cada capacitor para confirmar que realmente estão com  $1\mu\text{F}$  caso contrário o resultado será diferente do esperado.

### Como medir um capacitor de capacitância maior que a escala do capacímetro permite

Esta foi uma situação proposta na parte I que repetimos aqui para analisar.

Você precisa medir um capacitor, por exemplo, de  $470\mu\text{F}$  e seu capacímetro só mede até  $20\mu\text{F}$ .

O que você faz:

- a) Desiste de medir
- b) Compra outro capacímetro
- c) Utiliza os conceitos que aprendeu aqui

A resposta, obviamente, é a opção C.

A opção A é para quem não é técnico e a opção B é para quem tem dinheiro sobrando e não está com pressa para realizar a medida.

É possível que este tópico não seja nenhuma novidade para você porque ele foi incluído no meu e-book [Testando Componentes Eletrônicos](#) e já apareceu também no meu blog num [artigo de novembro de 2018](#), mas vai que você não viu nenhum dos dois, então, vai aqui de bônus para os leitores da Revista Antenna e agora com uma explicação mais técnica.

Você já sabe que dois capacitores em série fornecerão uma capacitância menor que o valor do menor deles.

No nosso exemplo, o capacímetro só mede até  $20\mu\text{F}$  logo se colocarmos o suposto capacitor de  $470\mu\text{F}$  em série com um de  $20\mu\text{F}$  ou menos o resultado será menor e o capacímetro irá medir.

Simple assim!

Não irei repetir o procedimento aqui e espero que você mesmo tire suas conclusões com tudo que aprendeu nestes dois artigos e ainda em mais duas opções: - ler meu artigo no blog ou adquirir meu *e-book* (plim plim!).

Transformadores sem “enrolação”



Ano Novo, livro novo!

Isso é que se pode chamar de “entrar o ano com pé direito” – começar o ano trabalhando e com novas ideias.

Há muito tempo venho observando que alguns dos *posts* mais acessados no meu blog, diariamente, são aqueles em que trato de assuntos relacionados a transformadores. E aí comecei a pensar que já era hora de reunir o material num *e-book*. Mas, como costume dizer – uma conversa puxa a outra – e mais coisas foram acrescentadas além do que estavam nos *posts*.

O título, **Transformadores sem “enrolação”**, é um trocadilho pois, não irei tratar do “enrolamento” dos transformadores do ponto de vista da construção e sim do funcionamento e dicas importantes para ajudar reparadores, hobistas ou *makers*, como se diz atualmente e “pequenos” projetistas de plantão.

O lançamento deste *e-book* está sendo feito junto com edição de janeiro de 2023 de Antenna e aproveito para oferecer um desconto especial de 50% para os leitores. E para não comprar gato por lebre dá uma olhada em [algumas páginas do e-book](#) para ficar com água na boca. Mas, se liga, porque o **desconto** só será **válido até 14 de fevereiro de 2023**.

Neste link, o leitor poderá adquiri-lo e utilizar o cupom **ANTENNAJANEIRO23** para obter o desconto até 14 de fevereiro de 2023.

<https://pay.hotmart.com/A78255102L?checkoutMode=10>

# Especificações de Pré-Amplificadores e Processadores

João Yazbek\*

Após vários artigos abordando pré-amplificadores e processadores de sinais (incluindo também muitas das funções dos receivers de home-theater), vamos tentar resumir que parâmetros e recursos devem ser observados pelo leitor quando surgir a necessidade de compra de um desses produtos.

O que é uma boa especificação de um pré-amplificador ou processador/receiver de home-theater?

Como nem sempre é possível ouvir os produtos a serem comprados, é interessante entender as especificações básicas desses produtos. A especificação não vai mostrar precisamente quão boa é a sonoridade do produto, mas ela é sempre um bom ponto de partida. Isso é particularmente importante para os profissionais que tem que especificar e comprar os produtos de um projeto em andamento.

Essa discussão tem de ser dividida em três partes: a especificação dos amplificadores dos receivers, a especificação dos pré-amplificadores em sua parte analógica e os recursos da parte digital e de decodificação de sinais.

A parte de amplificação dos receivers já foi abordada anteriormente, quando discutimos amplificadores de potência, há algum tempo atrás. Relembrando, temos como importantes os seguintes itens:

**Potência de saída:** declarada como potência RMS. É importante saber se ela foi medida com um ou com todos os canais operando simultaneamente, pois receivers são geralmente especificados sem estar com todos os canais operando simultaneamente, como especifica a norma CEA 490-A de 2008.

**Resposta em frequência:** O mínimo desejado é que a resposta em frequência seja de 20 Hz a 20 kHz (que é a faixa audível do ouvido humano) dentro de uma tolerância de 0.5 dB.

**Relação Sinal-Ruído:** Valores bons são da ordem de -90 dB unweighted e -95 dB "A weighted". Amplificadores de alta performance apresentarão valores superiores, como -105 e -110 dBA.

\*Mestre em Engenharia Eletrônica

**Distorção Harmônica:** Valores bons são aqueles abaixo de 0.05%.

**Fator de amortecimento:** Bons amplificadores têm valores acima de 100, sendo que os melhores podem chegar a valores da ordem de 1000.

**Capacidade de corrente:** Números bons são da ordem de 30A para amplificadores com potência próxima de 200W RMS por canal.

**Separação entre canais:** Um valor razoável para bons amplificadores é algo acima de 75 dB em 1 KHz.

**Sensibilidade de entrada:** valores de 0,70V a 1,5V RMS são suficientes para a maioria das aplicações domésticas.

Os itens mais importantes para a parte analógica de pré-amplificadores e processadores de sinal e receivers são derivados dos itens acima. Excluimos daí a potência de saída, a capacidade de corrente e o fator de amortecimento e colocamos o item relação sinal-ruído em primeiro lugar. Entram também nessa lista a sensibilidade das entradas e respectivas impedâncias e o nível e impedância de saída (quando existente).

Porque a relação sinal-ruído é o item mais importante a ser considerado no caso dos prés e processadores? Porque o pré/processador deve ser muito silencioso para que o sinal que será amplificado posteriormente pelo amplificador não contenha muito ruído, que geralmente é ouvido como “hiss”, um som de alta frequência que se assimila a um “sssss” e que é produzido pelos produtos eletrônicos.

A impedância das entradas e sua sensibilidade são itens importantes, e usualmente se encontram entre 10k $\Omega$  e 47k $\Omega$  e a sensibilidade pode variar de acordo com a entrada, sendo valores de 2 V usuais para as entradas de CD e DVD, 1V comum para outras entradas e 5 mV para prés de fonocaptor, como foi dito anteriormente. O nível de saída, se disponível, deve ser maior que 2V e a impedância de saída a mais baixa possível, da ordem de 100 $\Omega$ .

E sobre a parte digital desses produtos? Como discutimos anteriormente, a parte digital tende a se apresentar mais homogênea em performance, logo, o que mais importa é a necessidade de interligação entre os produtos, como os sinais são processados e a capacidade de atualização de seus software.

A necessidade de interligação ditará as necessidades das entradas digitais e seus padrões, sendo que HDMI é padrão dominante no mundo de Home Theater hoje em dia.

Há também as entradas coaxiais, óticas, USB, Bluetooth e Ethernet. Qual a regra a ser seguida? Busque sempre produtos com a última revisão desses padrões e aqueles que possuem as entradas em número suficiente para sua aplicação. Veja principalmente o número e a revisão das entradas HDMI.

Quanto ao processamento digital, ele é feito por processadores DSP dedicados que trabalham com no mínimo 32 bits e taxas de amostragem de 192kHz. A regra aqui é básica: quanto maior o poder computacional melhor, e a possibilidade de atualização do firmware pode prolongar a vida de seus equipamentos.

Quanto aos formatos surround, o leitor deve também levar em conta a obsolescência e ter em mente que os melhores resultados se dão com os formatos de terceira geração discutidos anteriormente. A certificação THX, conforme já vimos, é garantia de desempenho honesto e certificado.

Não podemos esquecer das conexões de vídeo: devem suportar 4K para que o produto seja utilizável por um longo período.

Depois de tudo isso, o leitor pode sair ao mercado procurando seu equipamento com algum direcionamento. Mas uma coisa é certa: não espere a dinâmica obtida em filmes surround quando estiver ouvindo música por meio de seu receiver de Home-theater. Esta é artificial e criada pelos modos Surround.

Uma das maiores reclamações que ouvimos de clientes que nos procuram é que a reprodução musical não tem dinâmica, quando comparada a bons sistemas estéreo.

Receivers e processadores mais elaborados têm o modo By-Pass que permite eliminar toda a parte digital e um pedaço da parte analógica do caminho do sinal, diminuindo a degradação.

Mas a prática não tem mostrado bons resultados mesmo assim.

A causa disso está nos pré-amplificadores e nos amplificadores de potência que não têm capacidade de fornecer a dinâmica que muita gente quer ouvir. Tudo por causa da restrição de custo e espaço desses produtos. Neste caso, deve-se seguir o caminho dos separados (processador e amplificadores separados) ou usar um amplificador dedicado de alta qualidade para os canais frontais na audição de música e também de Home-theater.

# Manual das Antenas para Radioamadores e Radiocidadãos

## Parte IX

Ademir Freitas Machado – PT9-HP

### ANTENAS QUADRA CÚBICA E LOOP

“A rainha das antenas”. Esta frase é bem comum e tem razão: uma quadra cúbica é um verdadeiro “canhão”, quando bem projetada.

O problema é justamente sua construção física, que envolve materiais até pesados.

Uma quadra cúbica é na verdade uma antena loop com dois ou mais elementos. Por isso, vamos falar um pouquinho sobre a antena loop e como calculá-la. Embora bidirecional, por ser uma antena de onda completa, dá um ganho razoável e muitos radioamadores norte-americanos têm verdadeira paixão por este tipo de antena.

Como vimos no início, a loop é uma antena de onda completa. Portanto, usa a fórmula padrão de  $306$  dividido pela frequência que nos interessa. A impedância fica em torno dos  $120\Omega$  e ela pode assumir várias formas, desde triângulo, quadrada ou conforme for seu terreno.

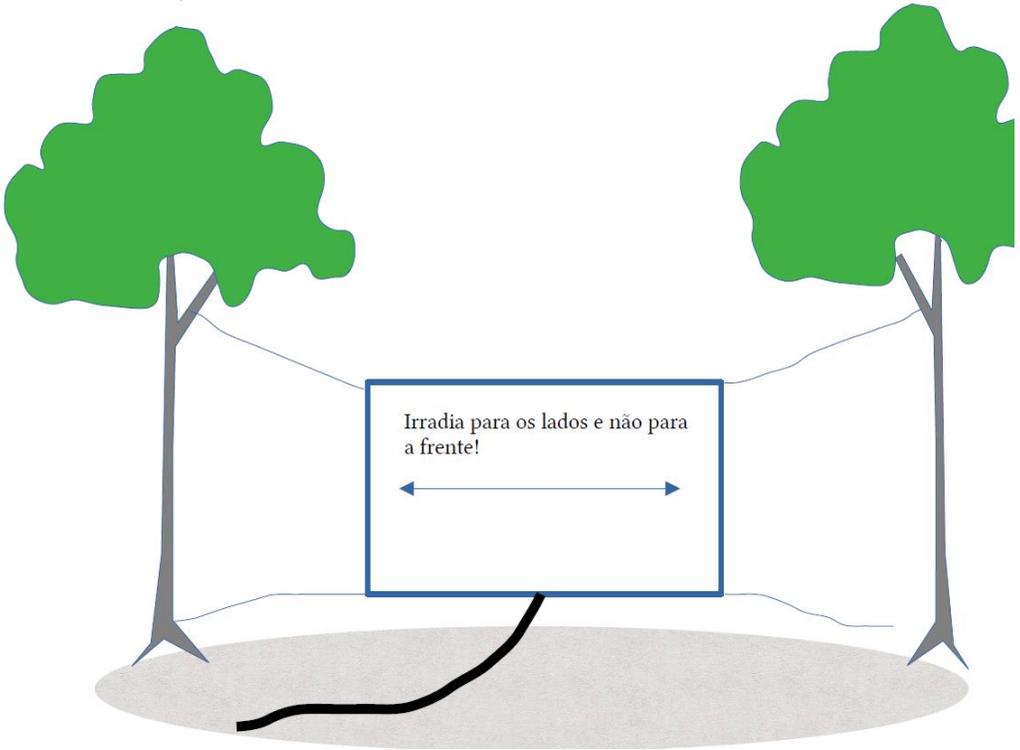
Se usar mais um elemento parasita, torna-se uma quadra-cúbica.

Uma sugestão é sempre afastá-la ao máximo do solo. Ajuda muito. Se assumir a forma de um quadro, cada lado do quadro terá  $\frac{1}{4}$  de onda. O cabo pode ser ligado na lateral (polarização vertical) ou embaixo (polarização horizontal).

Alguns colegas fazem-na na forma de um retângulo. Parece que casa melhor a impedância e dá um bom ângulo para irradiar na linha do horizonte.

Um detalhe: a loop pode ficar “de pé” na vertical, ou ser montada na horizontal, o que chamamos de “quadra deitada”. Irradia para o céu, mas como o sinal sobe como um canhão, também desce com força total num raio de 1000 Km! Interessante para os 7 e 3,5 MHz. Para bandas altas, melhor usar dois elementos, formando uma quadra-cúbica.

Na próxima página, uma antena loop, de onda completa.



Agora, um pouco de cálculo. Queremos esta antena para operar nos 10 metros, frequência de 28 MHz.

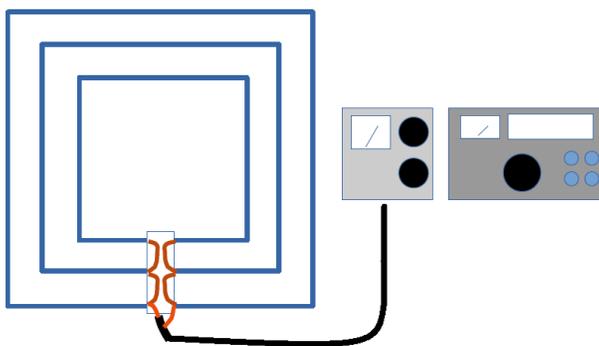
Fórmula padrão para loop de fio fino:  $306/28=11,25$  metros. Este é o comprimento total do fio, ou seu perímetro. Basta dividir o valor por 4 (cada lado da antena) e teremos o comprimento: 2,81 m de cada lado. Pode-se usar o gamma match, calculado com o programa de computador ou usar o transformador de impedâncias, que é um pedaço de cabo coaxial de  $75\Omega$ , RG 58, de  $\frac{1}{4}$  de onda.

Temos então  $285/28=10,92$  dividido por 4. Obtemos 2,73m aproximadamente. As fórmulas levam em conta o fator velocidade do cabo coaxial, normalmente em torno de 0,66%, que deve ser multiplicado pelos 2,73m obtidos. Isto significa que o transformador terá, no final, 1,8m. Se após a montagem da antena e do gamma ainda a ROE for alta, experimente reduzir o comprimento do gamma. Veja que o restante da linha é de  $50\Omega$ , senão, você estaria apenas fazendo uma emenda no cabo coaxial! Nota: o casador acima é de 2:1, pois "casa" os  $120\Omega$  da antena com os  $50\Omega$  do cabo coaxial. Claro que, se você tiver um destes fabulosos analisadores de antenas, seu trabalho será infinitamente facilitado, podendo testar o gamma antes de soldá-lo à antena.

A antena loop tem um quadro apenas. Se acrescentarmos mais elementos (quadros), tornar-se-á uma cúbica de quadro e a impedância irá variar de  $25\Omega$  a mais de  $300\Omega$ , por isso, o gammamatch em série com um capacitor variável, para ajuste grosso. O transformador neste caso tem a proporção de 4:1 usando-se o cabo coaxial de  $50\Omega$  ou  $75\Omega$ , embora muitos usem o que foi descrito acima.

Já pensou em usar uma loop multibanda? É fácil de fazer e os quadros receberão a mesma ligação do cabo coaxial. Visto que cada quadro requer um casador de comprimento físico apropriado, o ideal é usar um acoplador entre o rádio e o cabo coaxial. Você poderia, por exemplo, calcular o gamma para uma das bandas especificamente e “casar” as outras com o acoplador de antenas, caseiro ou comprado “pronto”.

Abaixo uma ideia sobre uma loop multibanda, polarização horizontal.



**Nota: este desenho é apenas uma ideia. Antenas comerciais do tipo quadra cúbica possuem acoplador em cada quadro. Esta configuração é comum em antenas para 20m, 15m e 10m.**

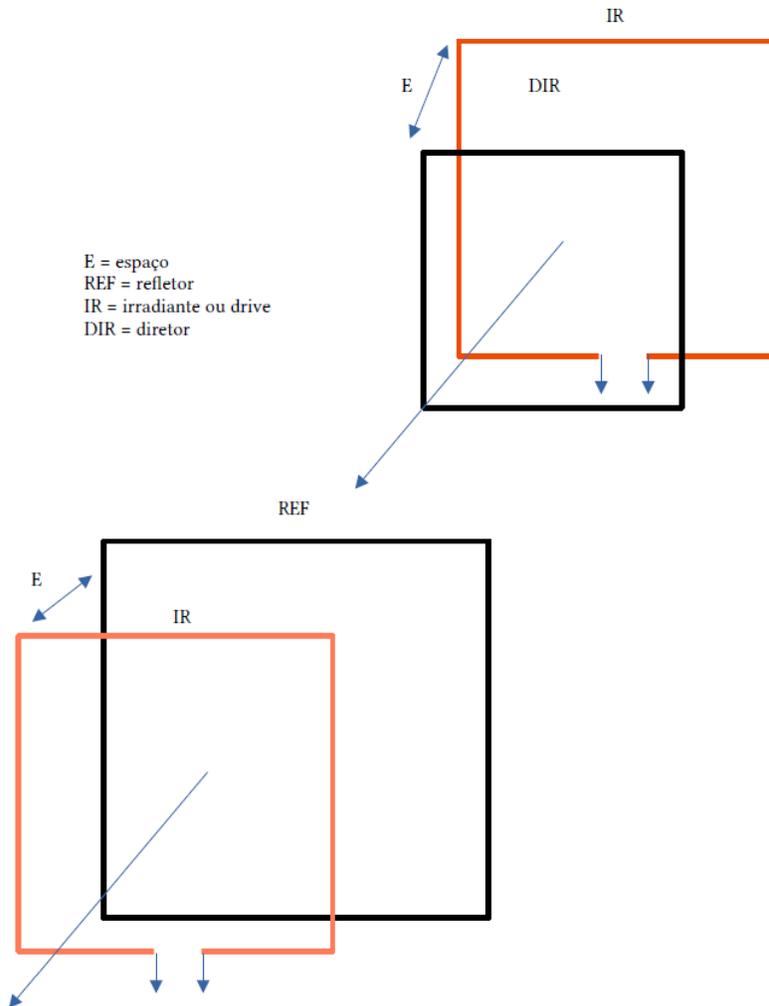
## CONCEITOS BÁSICOS

Maneira simples e fácil de se entender como funciona uma quadra cúbica ou uma loop de um único quadro. Com os cálculos em mãos, você pode construir facilmente uma antena para qualquer faixa que você quiser. O mais difícil será fazer a parte mecânica da antena, como suporte do quadro e do mastro.

A antena pode ter um refletor e vários diretores, mas apenas um irradiante. O elemento menor é o diretor e o maior o refletor. No caso de uma antena com dois elementos como o exemplo ao lado, o irradiante pode ser o maior ou menor, mas o fato é que ela irradia sempre na direção do elemento menor (veja na próxima página).

Nas próximas páginas, fórmulas matemáticas simples para o cálculo dos elementos e espaçamento dos quadros. Mais à frente, páginas só com cálculos dos casadores de impedâncias.

Para antenas com mais de dois quadros, sugerimos que você faça uso de programas de cálculo encontrados na Internet, conforme exemplo mostrado neste artigo.



### CALCULANDO SUA LOOP OU QUADRA CÚBICA

Conforme já explicado, as antenas dipolo ou outras tem o tamanho padronizado em meia onda, o que lhe confere a impedância de  $50\Omega$  e “casa” perfeitamente bem com a etapa de saída dos aparelhos de radiocomunicação, que também tem a impedância na saída do mesmo valor, ou seja,  $50\Omega$ .

Segundo o que se sabe, a velocidade da luz é aproximadamente de 300.000 km por segundo! Essa também é a medida padrão do comprimento de onda. Então, sabendo o valor desse padrão, pode-se calcular antenas para qualquer frequência. Por uma questão de facilidade, tira-se os três zeros e temos um valor de “300” que será sempre o dividendo.

No nosso caso, divide-se esse 300 (mais ou menos) pela frequência a ser trabalhada, em MHz.

Para nossas antenas quadra cúbica e loop, vamos levar em conta o aumento e a diminuição do comprimento físico do material condutor, visto que a radiofrequência varia de velocidade em meio sólido e no espaço.

$\lambda$  (lambda – comprimento de onda)

F = frequência em MHz

E = espaço em comprimento de onda ( $\lambda$ )

$\lambda$  Refletor =  $315/F$  = metros

$\lambda$  Irradiante =  $306/F$  = metros

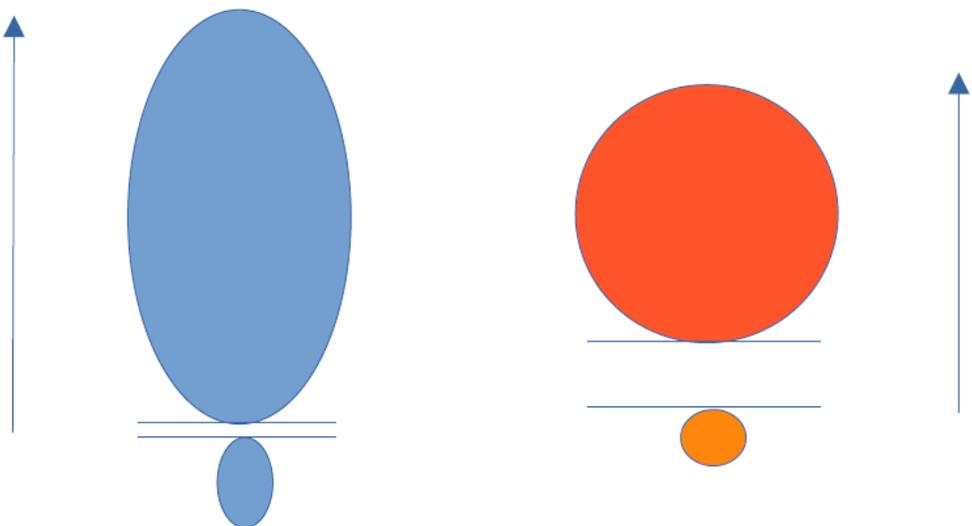
$\lambda$  Diretor =  $297/F$  = metros

E =  $60/F$  = metros

Um detalhe: esse valor para achar o espaçamento entre os quadros equivale a  $\frac{1}{4}$  de onda.

Esse mesmo cálculo é usado para achar o comprimento do cabo casador de impedâncias!

Sobre o tão sonhado ganho: Uma quadra cúbica de dois elementos tem um ganho real em relação a uma antena dipolo de 7 dB e uma relação frente costas – feixe do sinal irradiado – de até 25 dB. Um verdadeiro canhão!



Relação frente/costas significa máximo ganho em uma direção. Quando mais próximos os quadros, mais “agudo” será o feixe de irradiação. Porém, menor a impedância da antena, necessitando obrigatoriamente de um casador de impedâncias.

Quando mais separado os quadros, menos agudo será o feixe e a impedância pode ir de  $50\Omega$  a mais de  $120\Omega$ .

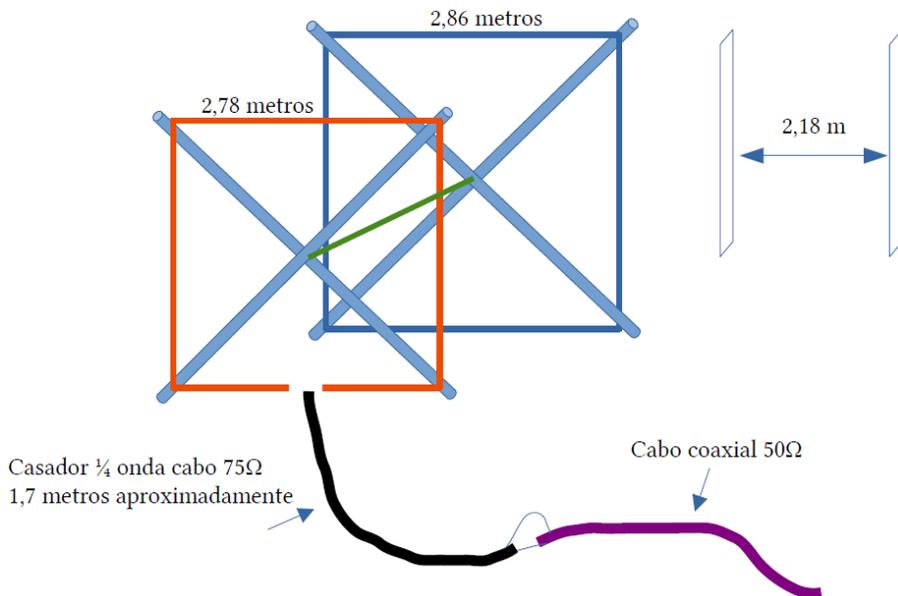
## PROJETO PRÁTICO: QUADRA CÚBICA DE 2 ELEMENTOS PARA FAIXA DO CIDADÃO

Vamos fazer um cálculo simples, que você pode aplicar para qualquer faixa que queira operar. Claro, para VHF os cálculos são um pouco diferente, pois os elementos terão um diâmetro maior, caso se use tubinhos de alumínio.

Primeiro, calculando o perímetro de um quadro para a Faixa do Cidadão, algo como 27,5MHz. Perímetro é o comprimento total do fio que será dobrado em quatro partes para forar o quadro. Se fosse uma loop triangular, a divisão seria por três. Elemento irradiante ou driver:  $306/27,5 = 11,2\text{m}$ . Esse é o comprimento total do fio.

Para calcular cada lado da antena, basta dividir o resultado final por 4 e teremos 2,78m. Para o elemento refletor (preferimos sempre usar o refletor e não um diretor) temos  $315/27,5 = 11,45\text{m}$ . Dividindo por 4 temos cada lado do refletor: 2,86m.

A separação dos elementos será de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda:  $60/27,5 = 2,18\text{m}$ .



Tudo certo. Se você tiver – acredito que não tenha! - um bom medidor de impedâncias, você pode fazer um teste e ver qual a impedância de sua antena sem colocar o cabo coaxial. Lembre-se de que afastando ou aproximando os dois quadros, você pode até conseguir uma impedância de  $50\Omega$  mas vai afetar a relação frente/costas da antena.

E as cruzetas? Qual o comprimento? Veja um cálculo para nunca errar!

### CALCULANDO O “X” DA ANTENA – SUPORTES NA DIAGONAL

Até hoje não vi um esquema de antena onde explicasse como calcular o comprimento das varas diagonais, que formam o suporte das antenas loop de quadro ou quadra cúbica. É uma matemática até simples, e muito eficiente. Você nunca mais vai quebrar a cabeça com o comprimento.

A fórmula matemática é a seguinte:

D = diagonal

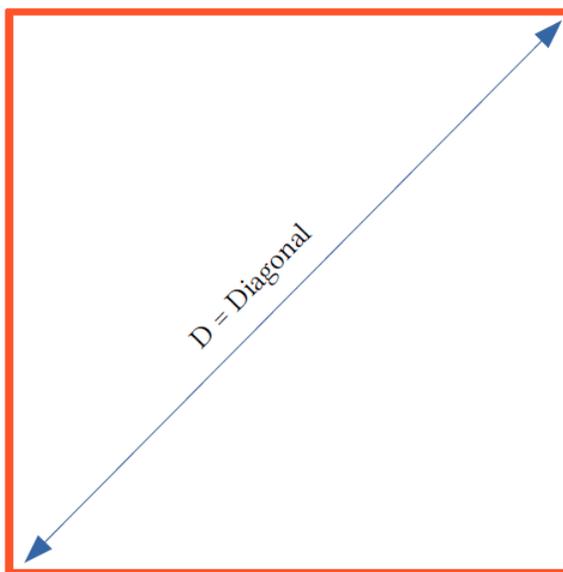
L = lado da antena

Valor padrão: Raiz quadrada de 2 = 1,414

Então  $D=L \times \sqrt{2}$

No nosso exemplo, temos um lado da antena que é de 2,86 metros multiplicado por 1,414 e o comprimento total de: 4,04 metros. Veja que sempre a diagonal é maior que o lado da antena.

L = lado da antena



Para o exemplo anterior, cada vareta do elemento irradiante e refletor terá o seguinte comprimento total:

Varetas do irradiante = 3,93m

Varetas do refletor = 4,04m

Na página seguinte, temos o excelente programa para cálculos de antenas quadra cúbica do Al Legary, **VE3-SQB**.

Segundo se sabe, o programa é padrão e não calcula otimizando a impedância em exatos  $50\Omega$ , embora outros o façam.

Por isso o mesmo programa tem um subprograma capaz de calcular o comprimento do cabo coaxial de  $75\Omega$ , que funciona como casador de impedâncias. É o clássico cabo de  $\frac{1}{4}$  de comprimento de onda.

Quem preferir ter controle total da impedância de sua quadra cúbica, deve utilizar os acopladores capacitivos conforme será descrito nos próximos artigos.

**QUAD ANTENNA DESIGN by VE3SQB**

**QUAD MATCHING**

*By design, quads have an impedance as low as 40 ohms in free space. This design uses a more realistic value that considers a reasonable height above ground and a more forgiving design formula.*

*This design requires between 90 and 120 ohms which can be matched with a 1/4 wave 75 ohm serial section of coax.*

< SELECT YOUR COAX

- RG-6
- RG-11
- RG-11 foam
- RG-12 or 12a
- RG-59 or 59a**
- RG-59 foam
- RG-216

CALCULATE FT/INCHES

Meter

1

Cm

76,740

CALCULATE METER/CM

50 OHM FEED LINE

75 OHM SERIES MATCHING SECTION

PRINT

Nesta versão 3 do programa para cálculo de antenas quadra cúbica, temos a opção de escolher a impedância da antena entre 50Ω, 75Ω ou 120Ω. No primeiro caso, podemos ligar um cabo coaxial direto no irradiante, ao passo que nas outras opções, precisamos usar um “casador” de impedâncias ou mesmo um acoplador junto ao rádio.

### QUAD ANTENNA DESIGN V3 by VE3SQB

STANDARD HIGH GAIN

DOUBLE REFLECTOR

SPECIAL 4 OR 8 ELEMENT

ARC # 10

WIRE SIZE 10

NUMBER OF ELEMENTS 3

**INPUT CENTER FREQUENCY IN MHZ**

27.5

SET FREQUENCY

CALCULATE/FT\_INCHES

CONVERT TO METRIC

MATCHING INFO

WEB LINK   PRINT

DIRECTORS ARE 10 64.76

THE DRIVEN IS 11 13.90

THE REFLECTOR IS 11 63.04

ELEMENT SPACING FOR

.....50 OHMS IS 1 96.22

.....75 OHMS IS 2 34.38

.....125 OHMS IS 3 16.14

BOOM LENGTH

.....FOR 50 OHMS IS 3 92.45

.....FOR 75 OHMS IS 4 68.77

.....FOR 125 OHMS IS 6 32.29

APPROX SPREADER HOLE SPACING IS 3 93.88

AFTER THE 2nd DIRECTOR YOU MAY PROGRESSIVELY REDUCE EACH DIRECTOR LENGTH BY ANOTHER 0 31.94

METER                      CM

**BEST USUABLE FREQUENCY RANGE**

271.067                      27.5                      278.932

SWR

ESTIMATED FREQUENCY / SWR RATIO

### QUAD MATCHING

*By design, quads can be feed directly from coax although a choke of 6 or more turns of coax helps to convert from the unbalanced coax to the balanced antenna. The ferrite core off a tv picture tube helps here. A 50 ohm feed gives you the shortest boom, but the narrowest bandwidth. The 75 ohm feed gives the highest gain but requires a gamma match or tri-filament coil. This defeats the idea of not using lossy matching devices. The 125 ohm feed gives the broadest bandwidth and almost maximum gain. From one end of the band to the other may be plus or minus 10 ohms or much more. That is a variation of 20% +/- of a 50 ohm antenna, but only 8% of a 125 ohm antenna. To match this you can use a 1/4 wave series coax transformer made of 75 ohm coax with minimum losses.*

< SELECT YOUR COAX

- RG-6
- RG-11
- RG-11 foam
- RG-12 or 12a
- RG-59 or 59a
- RG-59 foam
- RG-216

CALCULATE FT./INCHES

CALCULATE METER/CM

Meter      Cm

1      79,953

PRINT

75 OHM SERIES MATCHING SECTION

50 OHM FEED LINE

## Dicas e Diagramas

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

Por Dante Efrom\*



### • Como descarregar capacitores

Ao fazer consertos em receptor valvulado, ocorre às vezes que, terminada uma etapa do serviço, é necessário prosseguir em reparações no aparelho para resolver outros defeitos. Para ganhar tempo e para evitar choques elétricos acidentais, os reparadores antigos desligavam o aparelho da tomada e, com uma chave de fenda, curto-circuitavam os capacitores eletrolíticos ao chassi.

Não é uma boa prática. Além do risco de se causar danos em outros componentes do equipamento, curto-circuitar capacitores de valor elevado pode diminuir a vida útil do componente ou inutilizá-lo. Curto-circuitar grandes capacitâncias causa danos ao dielétrico do capacitor e pode provocar fugas. A grande corrente inicial de curto pode causar falhas catastróficas internas no capacitor.



**Figura 1. Não se aconselha descarregar capacitores de capacitâncias elevadas através de curtos-circuitos. O recomendável é descarregá-los através de um resistor. — (Imagem: Tito Efrom).**

**\*Dante Efrom, PY3ET. Antennófilo, jornalista, radioamador, redator e autor de textos técnicos sobre eletrônica, radioamadorismo e reparações. Assinante, leitor e colaborador de Antena/Eletrônica Popular no tempo de G.A. Penna, PY1AFA.**



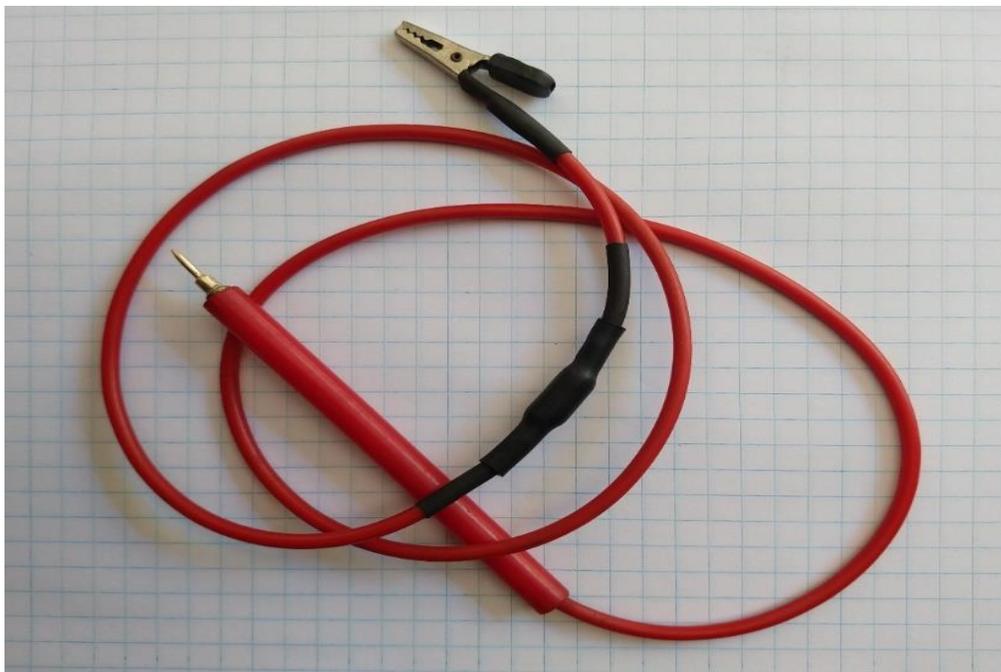
**Figura 2. Bulir com chave de fenda através de aparelho valvulado, buscando descarregar capacitores eletrolíticos, poderá causar danos também a outros componentes.**

Na **Figura 3**, mostramos para os leitores de “**Dicas e Diagramas**” um simples acessório de serviço que servirá para descarregar capacitores com segurança. Trata-se de um resistor de fio, de aproximadamente  $2k2$  ou  $2k7 \Omega$  (2.200 ou 2.700 ohms), de 5 W de dissipação, inserido em um cabo flexível, com uma ponteira e uma garra tipo jacaré. A garra jacaré vai presa no chassi do receptor. A ponteira é usada no terminal ou nos terminais positivos do capacitor eletrolítico.

A descarga do capacitor ocorre em poucos segundos, quando não instantaneamente. Depois da descarga inicial através do resistor, os terminais do capacitor eletrolítico poderão ser curto-circuitados, por segurança adicional, sem risco de danos ao componente.

Capacitores eletrolíticos para equipamentos valvulados, principalmente os de elevadas capacitâncias e para elevadas tensões, são componentes caros e de durabilidade crítica. Descarregá-los com cuidado prolongará a vida útil do componente.

A fotografia a seguir ilustra como poderá ser montado o “descarregador de capacitores”:



*Figura 3. Um cabo flexível e uma ponteira sem uso, um resistor e uma garra tipo jacaré: apenas estes quatro componentes compõem o “descarregador seguro de capacitores”. O resistor de fio está protegido por espaguete termoencolhível.*

**NOTA:** em circuitos mais elaborados, um resistor de drenagem (“bleeding resistor”) é conectado em paralelo na saída da fonte de alimentação, após os capacitores eletrolíticos. O resistor de drenagem, (geralmente calculado na base de +- 100 ohms por volt da tensão de saída), funciona para descarregar os capacitores a um nível seguro quando o equipamento é desligado. O resistor de drenagem também pode funcionar como resistência mínima de carga para o funcionamento da fonte.

• Quem disse que energia eólica é “moderna”?

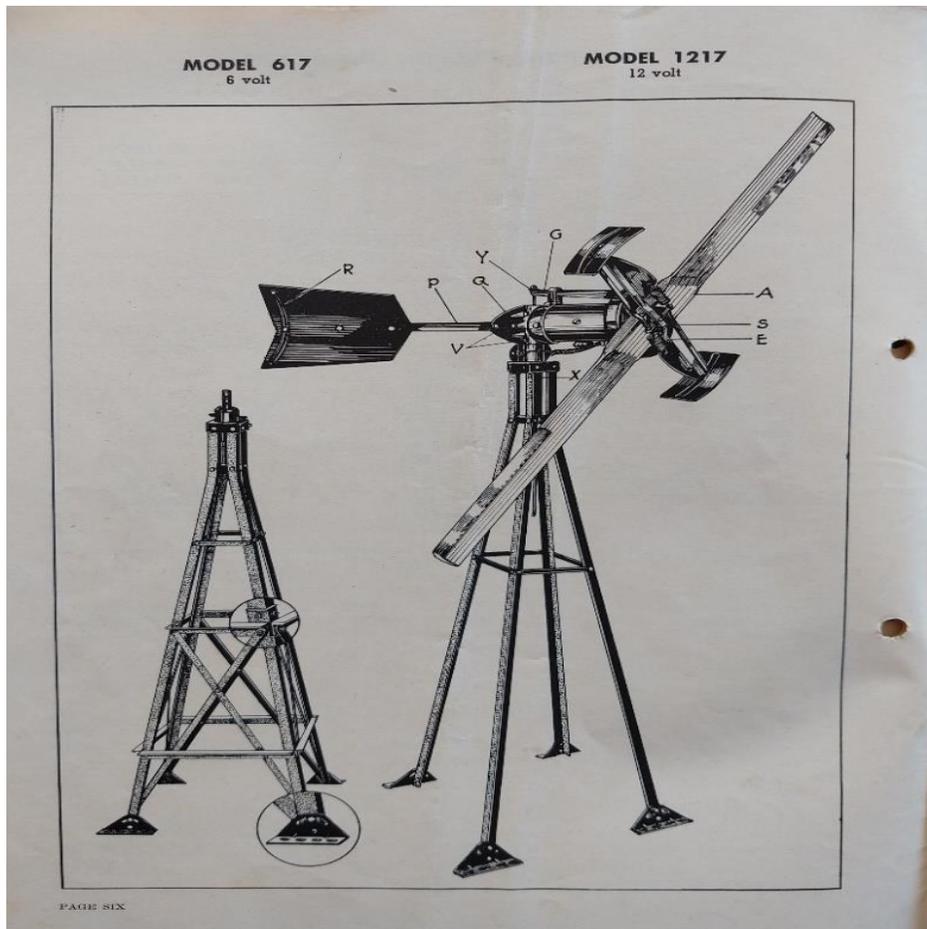


**Figura 4. Geradores eólicos ou “cataventos” foram úteis para prover eletricidade ao campo e às regiões afastadas. — (Ilustração: Windcharger).**

Já em 1940, os então “radiotécnicos” brasileiros instalavam sistemas de geração de eletricidade que utilizavam a força dos ventos — a energia eólica. Os equipamentos vinham dos Estados Unidos e eram das marcas “Windcharger” e “Aircharger”. Os da marca Windcharger aparentemente eram comercializados mais nos Estados Unidos. No Brasil, Argentina e Uruguai, boa parte dos equipamentos vindos era Aircharger.

Basicamente, eram dínamos elétricos acoplados a hélices — instalados em locais elevados como telhados ou torres — que carregavam conjuntos de baterias que serviam para alimentar rádios e fornecer iluminação para as moradias. Inicialmente apareceram os aerogeradores para conjuntos de baterias de 6 volts; posteriormente apareceram sistemas “De Luxe” para 12 volts, de 120 a 160 Ah. As baterias recomendadas eram as do tipo “para rádios”.

Baterias automotivas podiam ser utilizadas, mas o sistema requeria ajustes para evitar que os filamentos das válvulas e as lâmpadas-piloto recebessem sobretensão e, com isso, diminuíssem a sua durabilidade.



**Figura 5. O gerador modelo 617 era para 6 V; o 1217 funcionava em 12 V.**

Quanto mais alto e mais desimpedido ficasse o aerogerador, melhor era o rendimento. O conjunto possuía um dispositivo de limitação: quando a velocidade dos ventos era excessiva, como nos temporais, um sistema de frenagem era acionado automaticamente.

Os primeiros geradores custavam 15 dólares e forneciam cerca de 150 W. Hoje, há geradores de parques eólicos, operando em terra, com capacidade de produção de 4,8 MW, a um custo de 5 milhões de dólares — cada gerador.



The Albers brothers work with their father in the home workshop of their farm in Iowa

THREE YEARS AGO, one of America's largest makers of radio sets got what seemed to be a brain-crow idea. He thought it might be possible to use some sort of windmill generator to provide electricity for operating radio receivers on farms remote from power lines. He got an engineer to check the scheme, with instructions to visit all makers of farm windmills to see what he could find.

Next morning the engineer was back, his eyebrows still arched in astonishment at what he had learned. "From all I hear, this idea has been worked out already by somebody in Iowa," he told the boss. "It's going to Shoux City to have a look."

Two mornings later he returned, more

amazed than before. "You'd better go to Shoux City," he insisted with suppressed excitement. "There's a couple of farm boys out there who have this problem solved."

What the boss found when he went to Shoux City was a pair of brothers, John and Gerhard Albers. They were young fellows, obviously country-bred. And, in an astonishingly short while, they had become leaders of an industry which they themselves had created.

## Riches

HOW TWO BOY



See the wind mill carrier was bringing about fax orders a day

On that day three years ago, the Albers boys were busy making their windmill generating outfit that they did not have time to be impressed by a visit from a nationally known figure in industry. Nor were they especially eager to stop work-

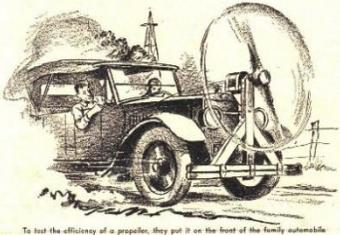
ing long enough to talk business with him. When finally he got them interested, it took him several days to buy a half ownership in their company.

Their windmill charger originated some ten years ago, when Gerhardt was in his middle twenties and John was about ready for his first wife. On the farm, the family had a battery-powered radio set. Once a month it was necessary to take the battery over to the nearby town of Chariton, pay the garage a dollar to charge it, and take a couple of days' breakfast. The boys begrudged the interruption, and their father could not spare the dollar. It was this simple set of facts that started them on the road to success.

The Albers farm boasted few books, but the boys liked to read. Gerhardt used to call on a town girl whose father had a sizable library. Among these books was FRUITFUL NANAN'S "FRACTURED NORTH," the explorer's record of his exploit in freezing his ship, *Prosa*, into the ice above Siberia in the autumn of 1881 and drifting across the polar region. In this book was the story—over to photographs—of a windmill on the *Prosa's* deck, used to generate electricity. While the missionaries of New York City and Chicago lighted their mansions with gas, kerosene, or candles, Nanam in his icebound ship in the polar sea had been reviving its electricity.

Reading Nanam's book, these farm boys saw in the idea of generating electrical current by windmill a solution for the farm-radio problem. Stored away in the farm workshop was an old windmill which had been retired several years earlier. On a neighbor's farm stood a twisted tower from which a

By ARTHUR VAN VLISSINGEN



To test the efficiency of a propeller, they put it on the front of the family automobile

54

POPULAR SCIENCE MONTHLY

Figura 6. Os primeiros geradores destinados à alimentação de rádios foram fabricados em 1927 pelos irmãos John e Gerhard Albers, de Iowa, nos Estados Unidos. O automóvel da família serviu para as experiências iniciais. Em 1934 fundaram a Windcharger Corporation, absorvida depois pela Zenith.

Havia também um sistema para evitar a descarga das baterias, na ausência de ventos: através de um relé, o enrolamento do dínamo era desligado. A 330 rotações por minuto, o aerogerador produzia 1 A; a 1.100 rpm, 17 A.

Vendemos e instalamos vários geradores Windcharger e Aircharger (principalmente o modelo 611), antigamente, na região Sul do Brasil. Quase sempre era um trabalho de vários dias — subindo e descendo pelos telhados ou colinas. O equipamento precisava também de manutenção frequente. Os rolamentos eram blindados, mas apresentavam problemas mecânicos com o tempo. Um dos defeitos que ocorria era no rolamento do eixo do coletor, por falta de lubrificação. Outros problemas eram as vibrações na estrutura, por causa do desbalanceamento/empenamento da hélice de madeira.

Na Segunda Guerra, a empresa dos irmãos Albers criou e foi uma das fornecedoras do *Dynamotor*, usado para energizar equipamentos de comunicações em aviões e navios. O colega **Valentino Bergamo Filho**, no seu livro "**Rádios antigos e produtos afins**" descreve a recuperação e a restauração completa, inclusive a construção de uma nova hélice, de um Windcharger modelo 661, da década de 1930. A façanha recebeu destaque até no site histórico *Windcharger*.

Recomendamos a leitura do livro: está repleto de recuperações e restaurações interessantíssimas. Aqui pode ser acompanhada a epopeia do colega Valentino Bergamo Filho na restauração do Wincharger histórico, descoberto em Jundiaí, no interior de SP: <https://www.wincharger.com/index.php/photos/restored/valentino> .



*Figura 7. O interessante livro de Valentino Bergamo Filho está disponível diretamente com o autor ([valentino.bergamo@terra.com.br](mailto:valentino.bergamo@terra.com.br)).*

### • As Philips *Miniwatt* que equivaliam a três válvulas comuns

Na década de 1940 era acirrada a competição entre os fabricantes de válvulas. Enquanto a General Electric americana, por exemplo, exaltava a sua “grande experiência” e o “funcionamento exato e uniforme” das suas válvulas, a Philips Miniwatt abalava o mercado com o lançamento da “**válvula de múltiplas funções**”: uma Miniwatt equivalia a três válvulas comuns.

A linha Philips Miniwatt de válvulas múltiplas tinha base tipo loctal e era fabricada na Holanda. O ponto alto da linha 3-em-1 da Philips foi a válvula **EBL21**, duplo diodo-pentodo de potência, loctal (base B8G), uma versão revista da antiga EBL1, (com base tipo Ct8, “pata-de-elefante”). Com as válvulas múltiplas o projeto dos receptores passou a ser simplificado: menos era igual a mais. Diziam as propagandas da Philips na época: “Não julgue um rádio pelo *número* de válvulas que tem, mas sim pelo *tipo* das válvulas empregadas”.



**Figura 8.** Algumas “válvulas de múltiplas funções” da Philips, na década de 40. À direita, acima, está a EBL21.

De imediato diversos fabricantes de receptores, além da própria Philips, passaram a adotar as novas válvulas nas suas linhas de produção. Revistas técnicas, como **An-tenna**, publicaram projetos com as novas válvulas. Com as “válvula-chave” — como as denominou o redator e diretor-técnico da revista, engenheiro Renato Cingolani — com duas ECH21 e mais uma EBL21, além de uma retificadora 5Y3 ou AZ1, era possível montar um receptor super-heteródino econômico e com excelente desempenho, equivalente a um aparelho com maior número de válvulas.

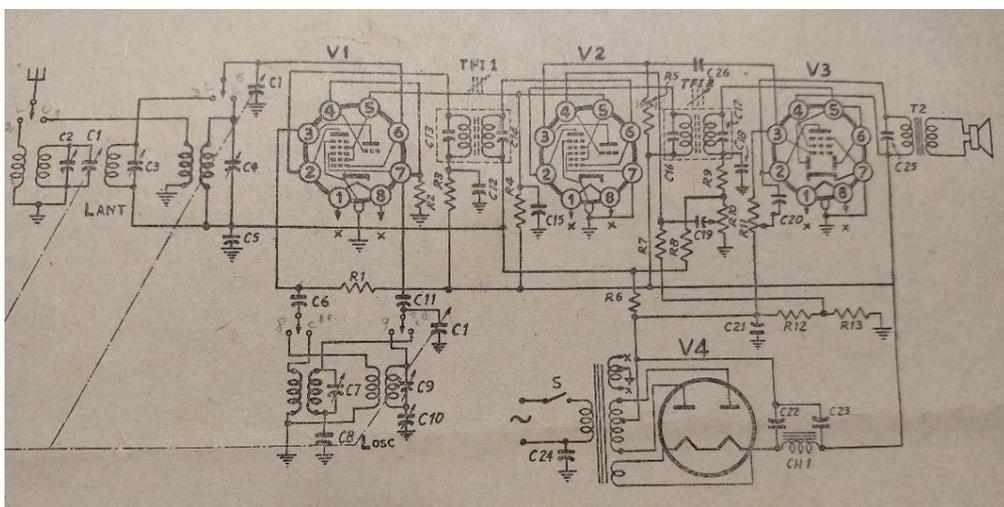
Grandes investimentos foram realizados pela Philips na propaganda das válvulas Miniwatt de múltiplas funções. Marcaram época, mas foram substituídas gradativamente por válvulas tipo miniatura da série noval. Uma grande força motora nos processos de produção é a busca da miniaturização. A eletrônica não foi exceção à tendência.



**Figura 9.** Poster histórico: propaganda das válvulas múltiplas, “três-em-uma”, da Philips Miniwatt, na década de 1940.



**Figura 10.** A loctal ECH21, de 1941, um triodo-heptodo da linha de válvulas múltiplas da Philips Miniwatt.



**Figura 11.** As válvulas loctais de funções múltiplas simplificaram o projeto dos receptores. Este circuito com duas ECH21, uma EBL21 e uma AZ1 ou 5Y3, veiculado em Antena de maio de 1948, teve grande sucesso entre os leitores da revista.

## • Conhecendo os colegas



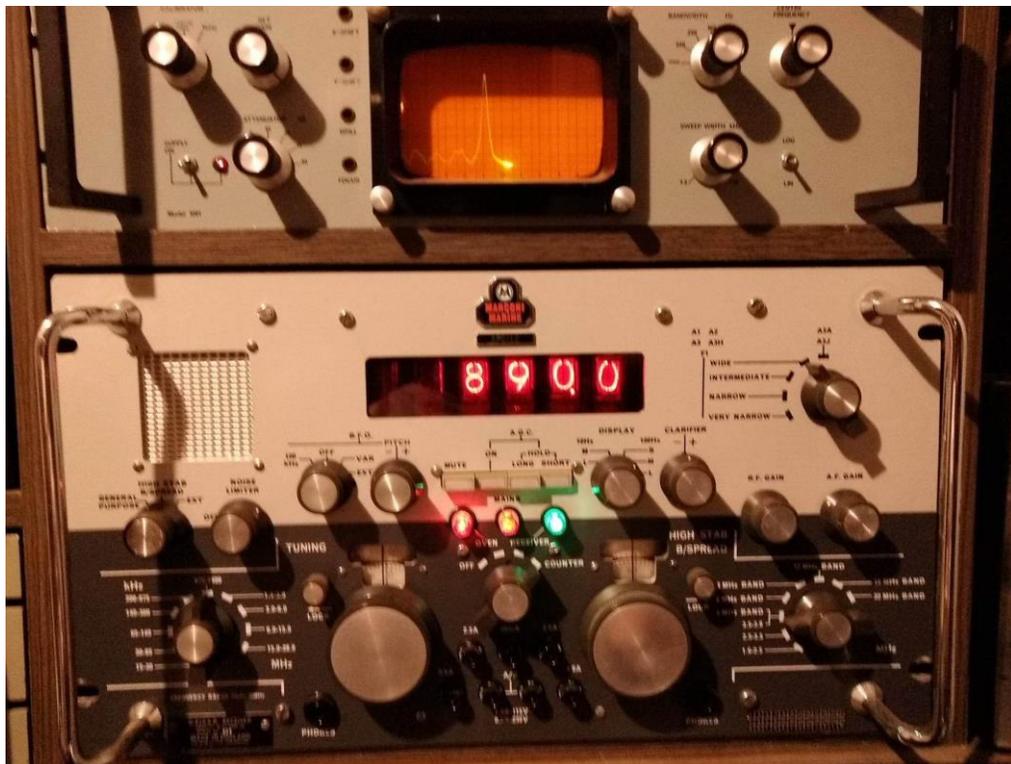
**Figura 12. Pedro Freitas e a sua magnífica coleção de receptores de comunicações são o destaque desta edição de “Conhecendo os Colegas”.**

Os que gostam de receptores de comunicações se sentiriam no paraíso. Bem como os que apreciam equipamentos *boat-anchors* ou militares. Essas maravilhas, algumas muito pesadas e outras pesadas, podem ser encontradas e admiradas no *shack* do colega que temos a honra de receber hoje em **Antenna: Pedro Freitas**.

Nascido em São Paulo, 56 anos, Pedro Freitas, é técnico em Geociências. Atua no Serviço Geológico do Brasil, SGB, principalmente na monitoração de aquíferos.

O gosto pela eletrônica e pelos equipamentos de comunicações vem de família: o pai de Pedro Freitas, José Thiophanes de Freitas, fazia reparações em rádios e televisores para complementar a renda familiar.

Desde cedo, Pedro acompanhava os trabalhos do pai, com quem muito aprendeu. Outra fonte de conhecimento foram os livros e as revistas técnicas sobre eletrônica. Além das leituras começou a se interessar por receptores e pela sintonia de estações distantes. Começou a incursionar seriamente pelas ondas curtas com um Hallicrafters 5R10A, da década de 1950, recuperado com a ajuda do pai e usando como antena um trilho de cortina.



**Figura 13. O receptor Marconi é uma das muitas estrelas da coleção de Pedro Freitas, ao lado de marcas e modelos profissionais da Collins, RCA, National, Hammarlund, Eddystone, Harris, Hallicrafters, Telefunken, Drake, JRC e vários outros.**

“Eram bons tempos”, lembra Pedro Freitas. “Não havia tantas interferências, as emisoras com serviços de ondas curtas mantinham programas interessantes e mandavam cartões QSL em confirmação dos relatórios de recepção.”

Pedro Freitas também é radioamador: PU3WWV é o indicativo de chamada da sua estação. Na atividade radioamadorística é apreciador de DXs na banda de 10m, mas destaca que é mais radioescuta do que radioamador.

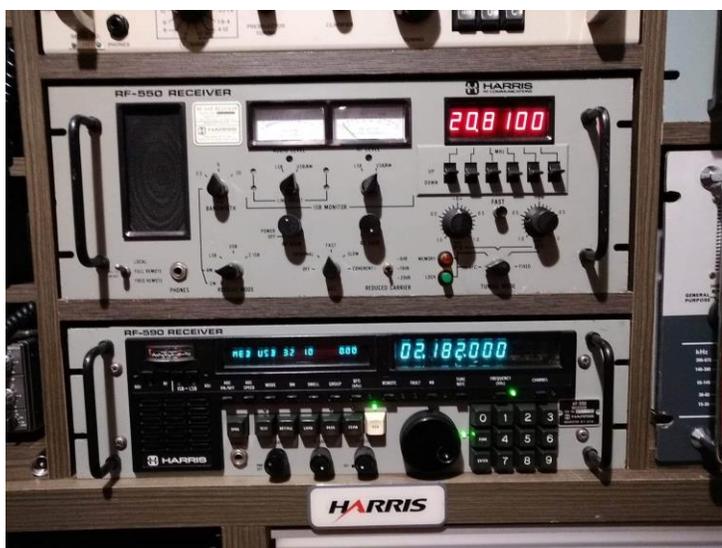
Na formidável coleção de Pedro Freitas encontram-se receptores históricos e icônicos como Collins, Eddystone, Harris, Marconi e muitos outros — equipamentos que pacientemente trouxe de volta ao pleno funcionamento.

As restaurações mais difíceis foram as do Harris RF550, os Collins R390 e R392, e o Eddystone EC-958.



*Figura 14. Receptores clássicos, autênticas maravilhas do tempo dos valvulados, como Collins e Hammarlund, estão na coleção de Pedro Freitas.*

A restauração mais trabalhosa está sendo a do transmissor valvulado de AM Viking Valiant, de radioamadores, que estava desmontado e guardado num galpão no litoral. Além de trocar transformadores, consertar a fonte, colocar o VFO novamente em funcionamento — Pedro Freitas está refazendo a pintura, os desenhos e a serigrafia do equipamento. “Essa é uma restauração que estou fazendo sem pressa”, explicou Pedro Freitas.



*Figura 15. Nem só de equipamentos históricos do tempo da Segunda Guerra se compõe a coleção de receptores de comunicações de Pedro Freitas. Os Harris fazem estupenda figura ao lado dos veteranos militares. No topo, o Harris RF-550, um receptor de comunicações sintetizado, para AM, USB, LSB, CW e ISB, 100 kHz a 30 MHz, com recepção diversitiva incorporada. Na parte inferior está o receptor Harris RF-590, outro equipamento de elevado desempenho, também sintetizado, de 10 kHz e 30 MHz, projetado para operação fixa, embarcada marítima ou de vigilância.*

receptor Harris RF-590, outro equipamento de elevado desempenho, também sintetizado, de 10 kHz e 30 MHz, projetado para operação fixa, embarcada marítima ou de vigilância.



**Figura 16. Alguns veteranos militares da coleção de Pedro Freitas, como o receptor BC-348 (à direita), que equipava os bombardeiros B-17, B-24, B-25, B-26, aeronaves como o C-47 etc. O receptor BC-348 foi usado também na superfortaleza voadora B-29. O BC-348 da foto possui patch do esquadrão da USAF de San Antonio, Texas. O receptor é para LF/MF/HF e, nas aeronaves, operava alimentado por dinamotor. À esquerda está um Collins R-392/URR, de 25 válvulas, alimentado por 28 V (inclusive nas placas). O R-392 opera de 0,5 a 32 MHz, em 32 bandas. Possui dois estágios de RF e seis estágios de FI.**

**Mais detalhes sobre estes e muitos outros clássicos sensacionais de radiocomunicações militares, civis, profissionais e de amadores, incluindo-se as recuperações e restaurações em andamento, podem ser acompanhados no sempre interessante perfil de Pedro Freitas: <https://www.facebook.com/pedro.c.freitas.3>. Confira sempre!**

**Era o que tínhamos para hoje, pessoal!**

**Boas sintonias e bons trabalhos no mundo fabuloso dos equipamentos antigos, sem menus! — —... ..— —**

## Análise do Amplificador Marantz Model 510



**Marcelo Yared\***

Iniciaremos este ano de 2023 com a análise de um famoso amplificador da década de 1970, o Marantz Model 510.

Para os aficionados por equipamentos vintage, a [Marantz](#) dispensa apresentação e continua na ativa hoje em dia. Seus produtos das décadas de 1970 e 1980 continuam sendo muito admirados e cobiçados pelos colecionadores. Muitos deles chegam a valer mais, proporcionalmente, do que valiam novos, na época.

Este amplificador foi cedido pelo confrade Rômulo para análise e está em bom estado. O painel dianteiro bem conservado e com a estética da empresa na época, bem distinta. É simples e bonito. Dois controles de ganho, uma chave de força rotativa e, no painel de acrílico escuro, uma lâmpada azul indicando que o aparelho está energizado e dois indicadores, em vermelho, que se acendem quando há picos de potência acima do recomendado para o equipamento. Esta série foi lançada com dois modelos, o 510, desta análise, e o 510M, de idênticas especificações mas com a adição de dois indicadores de VU.

Trata-se de um amplificador muito potente, e designado como sendo da linha profissional da empresa. O fabricante informa 256 watts de potência por canal em 8Ω, com ambos os canais em carga, com não mais que 0,05% de distorção com resposta em frequência de 20Hz a 20kHz.

O amplificador não é grande, para essa faixa de potência, mas é bem pesado, com cerca de 21kg. Nossas costas confirmaram essa informação...

**\*Engenheiro Eletricista**



O grande transformador de força está devidamente blindado em uma bonita caixa. O dissipador dos transistores de saída é feito na forma de túnel, com o grande “cooler” retirando a ar quente para a parte traseira do gabinete. O ar frio entra pela tampa superior, que é toda perfurada.

Esta unidade já passou por manutenção, e eu diria que isso ocorreu há bastante tempo. Alguns capacitores das placas de amplificação foram substituídos por componentes da antiga Siemens brasileira, em sua tradicional cor laranja. Também os capacitores principais de filtro foram trocados, e o reparador teve o trabalho de cortar as canecas originais e colocar os novos dentro delas, mantendo a estética e a construção bem parecidas com as originais.

Como já citado, trata-se de uma unidade para uso profissional, segundo a Marantz, assim, devemos levar em consideração certas características técnicas desse segmento. Por exemplo, a ventoinha é bem ruidosa, particularmente na velocidade mais alta (ela tem duas velocidades), o que não costuma ser problema em PA ou dentro de um rack, mas pode ser bem inconveniente em uso residencial.

Entretanto, as especificações técnicas do equipamento são muito boas, e compatíveis com os demais componentes “Hi-Fi” de sua linha, conforme vemos abaixo.

### **ESPECIFICAÇÕES (120VAC/60Hz)**

**Potência mínima contínua por canal, ambos em carga: 350W/4Ω - 256W/8Ω - 140W/16Ω**

**Faixa de potência: 20Hz a 20kHz**

**Distorção harmônica total, à potência especificada: 0,1% - 4Ω, 0,05% - 8Ω e 0,05% - 16Ω**

**Distorção por Intermodulação (SMPTE): menor que 0,1%**

**Resposta em frequência: +0dB, -3dB de 2hz a 120kHz a 1W**

**Sensibilidade de entrada: 2,26Vrms a 25kΩ de impedância.**

**Fator de amortecimento: maior que 100 a 1kHz/8Ω**

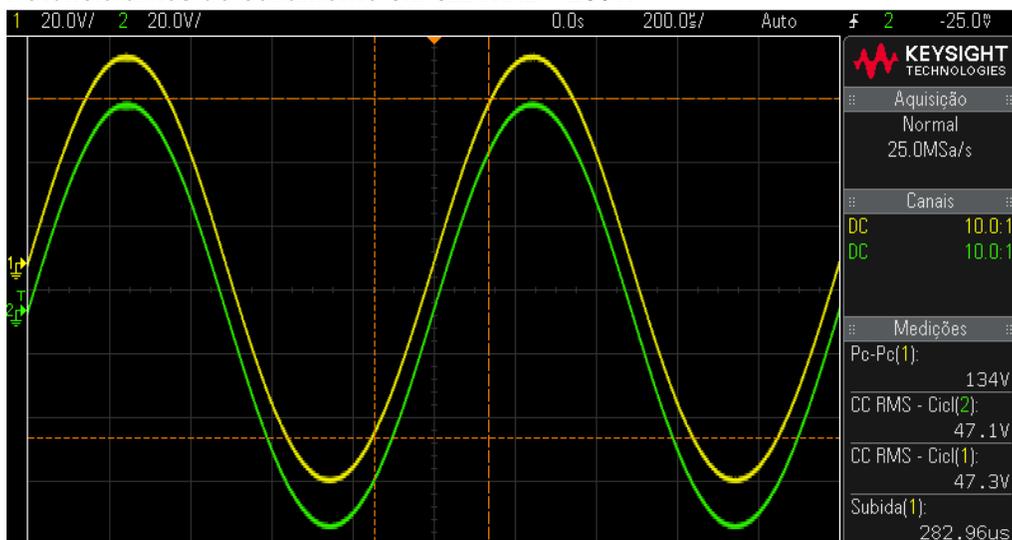
**Ruído e zumbido: -110dB à potência máxima**

**Slew-rate: maior que 15V/μs**

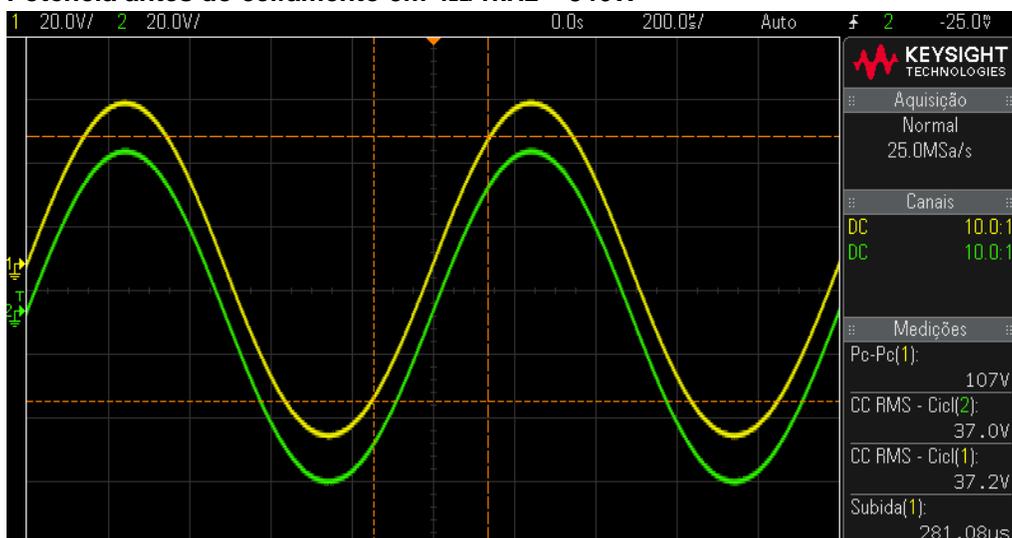
**Consumo máximo: 1240W em 8Ω e 1716W em 4Ω**

Vejamos, então, na bancada, se as medições correspondem ao especificado, lembrando de que se trata de um equipamento que tem mais que 40 anos de fabricado.

### Potência antes do ceifamento em $8\Omega/1\text{kHz}$ – 280W

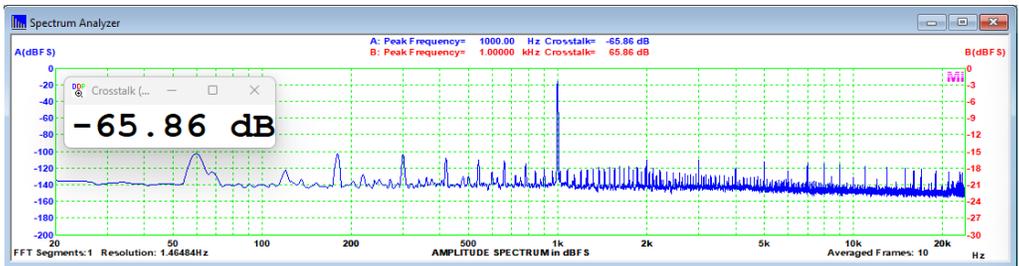


### Potência antes do ceifamento em $4\Omega/1\text{kHz}$ – 346W

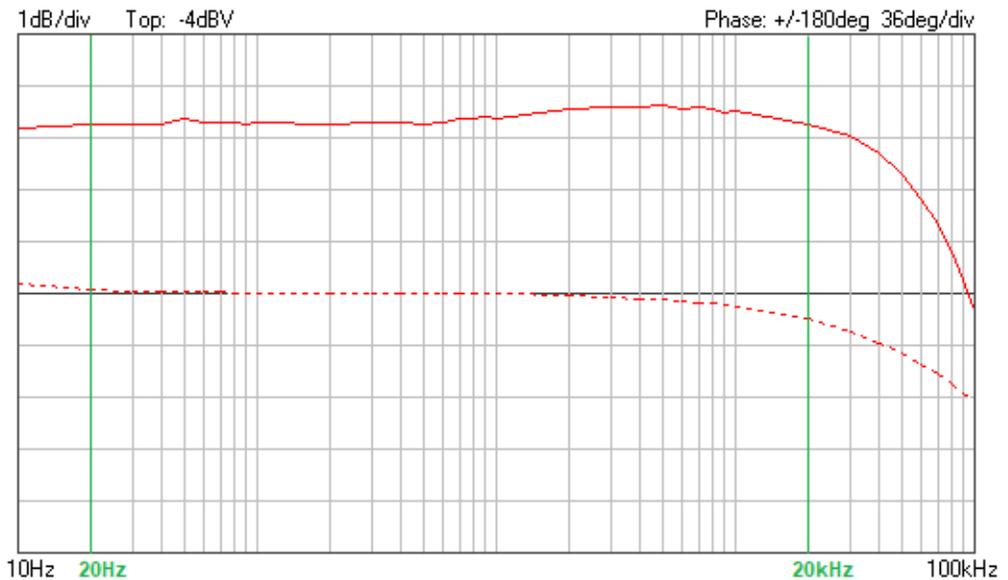


Valores compatíveis com os publicados e, em  $8\Omega$ , os indicadores de pico iluminaram-se na potência especificada no manual. Bons valores e que mostram um amplificador muito potente. Os consumos da rede CA foram de 1150VA e 1700VA, respectivamente.

## Diafonia a 1W/8Ω/1kHz

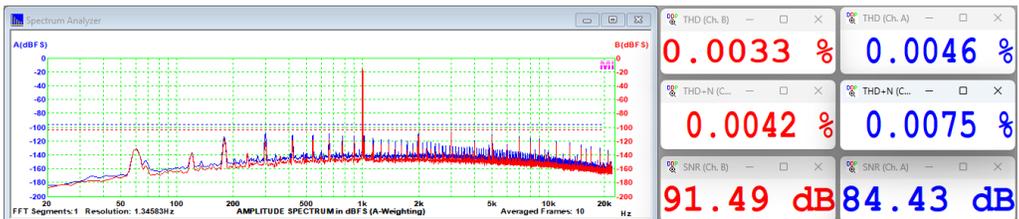


Apesar de não especificada, medimos a diafonia, que mostrou um bom valor. A resposta em frequência, em 8Ω, quase alcança o divulgado. Extensa e boa.

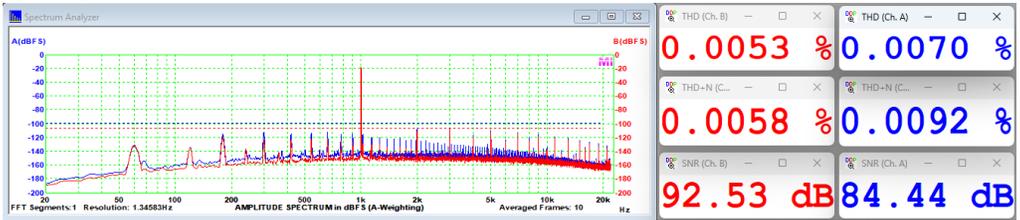


Quanto às medições de distorção, a baixa sensibilidade do amplificador é fator limitante, pois nosso equipamento atual não alcança os 2,26Vrms para a potência máxima. Entretanto, é possível uma boa avaliação. Foi utilizada a ponderação A.

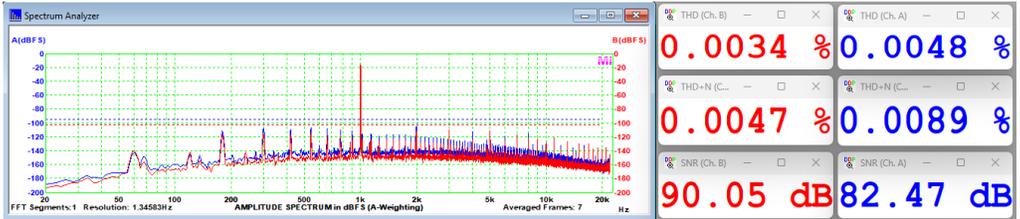
## Distorção harmônica a 1W/8Ω/1kHz



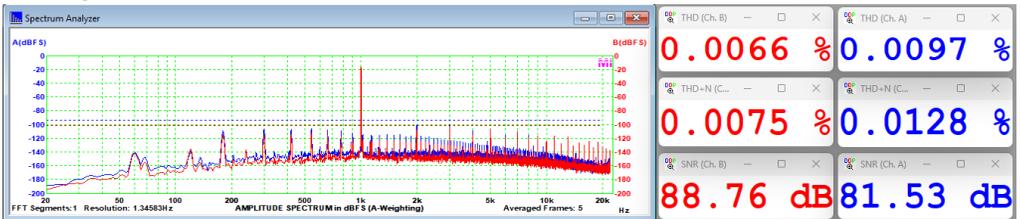
### Distorção harmônica a 1W/4Ω/1kHz



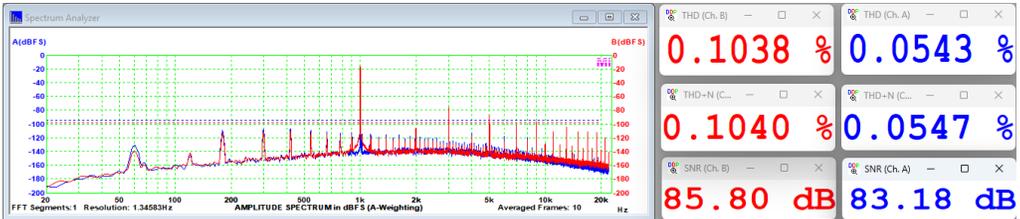
### Distorção harmônica a 10W/8Ω/1kHz



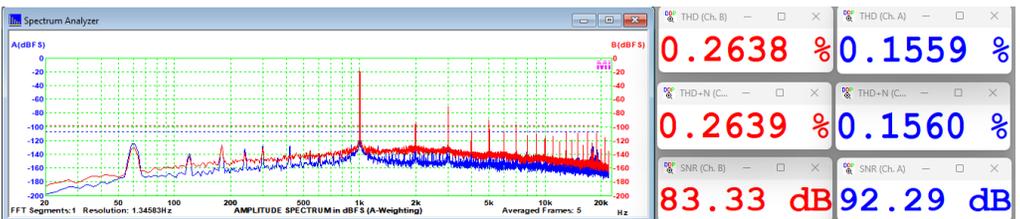
### Distorção harmônica a 10W/4Ω/1kHz



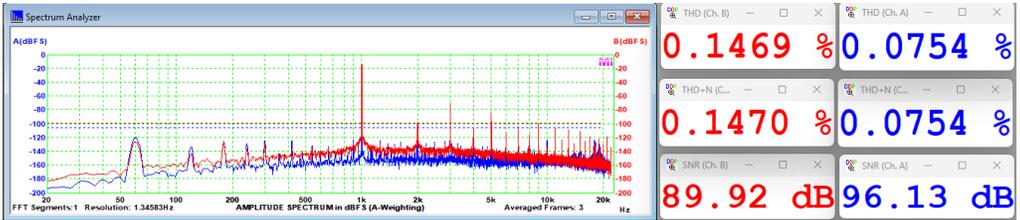
### Distorção harmônica a 100W/8Ω/1kHz



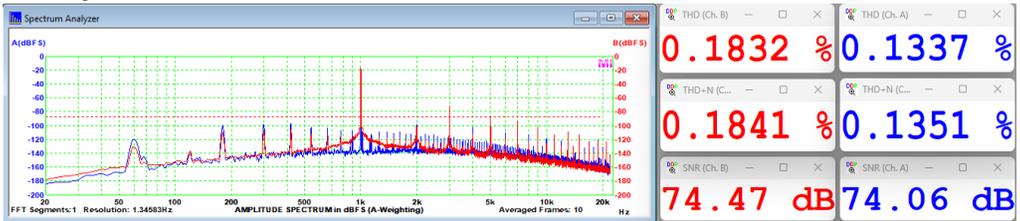
### Distorção harmônica a 100W/4Ω/1kHz



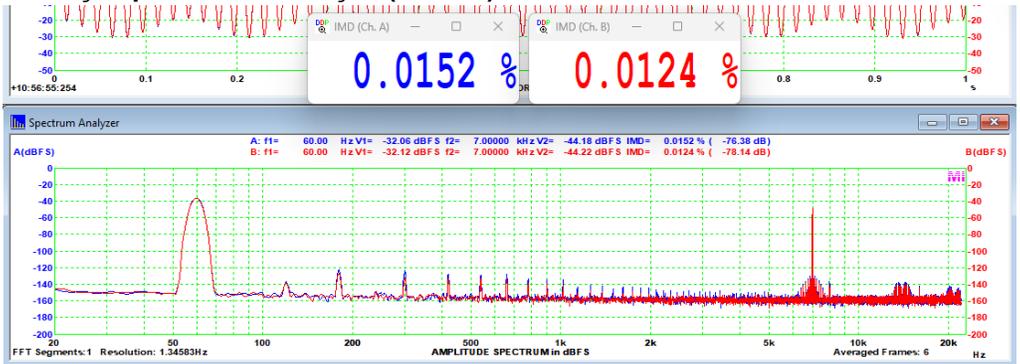
### Distorção harmônica a 170W/8Ω/1kHz



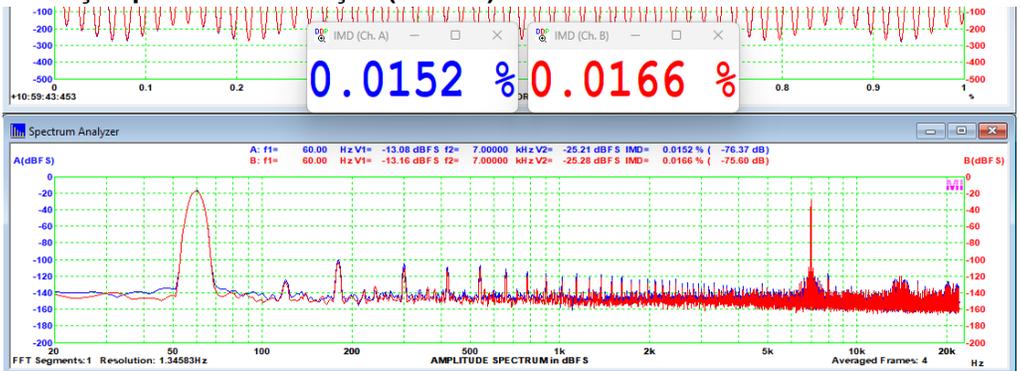
### Distorção harmônica a 200W/4Ω/1kHz



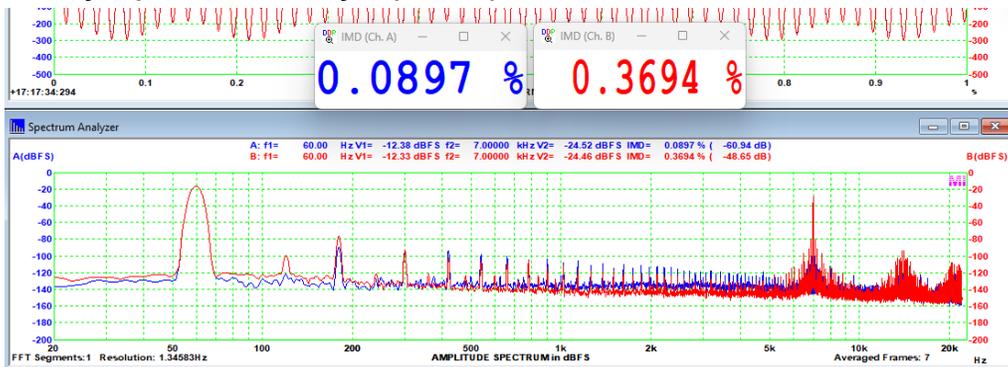
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 1W/8Ω



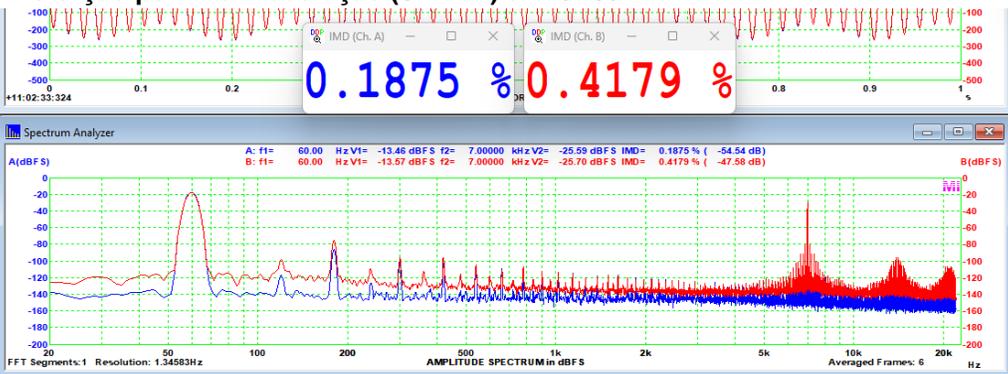
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 10W/8Ω/1kHz



## Distorção por intermodulação (SMPTE) a 100W/8Ω/1kHz



## Distorção por intermodulação (SMPTE) a 170W/8Ω/1kHz



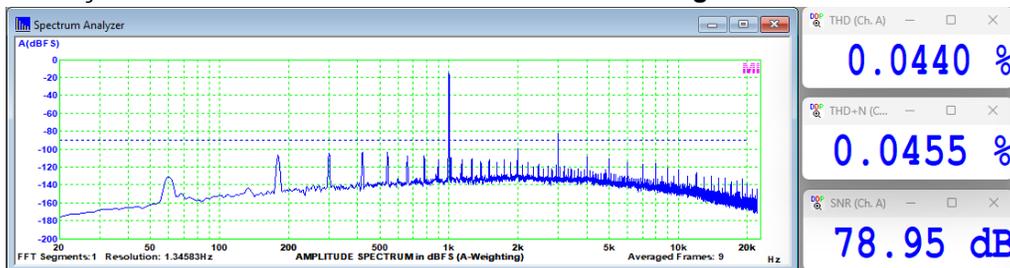
Até 100W os valores batem com os divulgados, muito bons, e, acima disso, crescem bastante. Há uma nítida diferença entre os canais e este amplificador, claramente, tem seu desempenho melhor em 8Ω, neste aspecto. Pode ser algo decorrente de ajuste ou envelhecimento.

Fizemos depois uma avaliação das condições dos capacitores de filtro principais da fonte do amplificador. A fonte é compartilhada, então, poderia estar ocorrendo algum problema nela. A ondulação (“ripple”), em alta potência se mostrou normal para a classe de equipamentos.

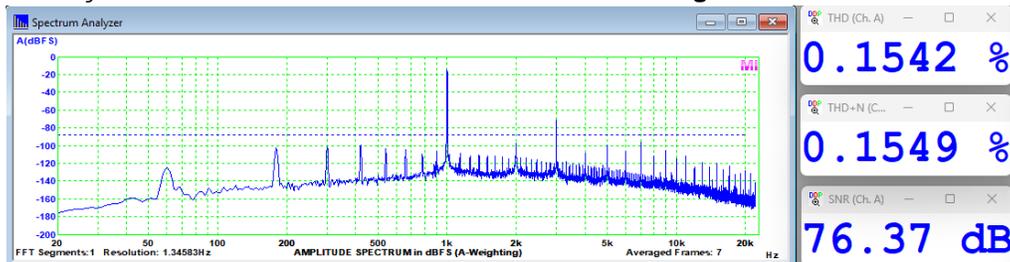
Procedemos então a outro teste, que foi medir a distorção em alta potência em 4Ω e em 8Ω com apenas um canal em carga. Com isso, haveria folga de capacidade de fornecimento de potência para o canal ativo do amplificador e, eventualmente, alguma diferença nos resultados;

Feito isso, obtivemos os resultados abaixo descritos.

## Distorção harmônica a 170W/8Ω/1kHz – 1 canal em carga



## Distorção harmônica a 325W/4Ω/1kHz – 1 canal em carga



Com isso, vemos que a especificação da Marantz para cargas de 8Ω, com um canal apenas, foi alcançada. Em 4Ω, entretanto, ficou acima do especificado no manual, mas não muito.

Vemos, também, que a fonte está subdimensionada ou apresenta algum problema. De qualquer forma, sob regime de carga normal, musical, isso não deve ser uma dificuldade maior. Como o equipamento é “quarentão” vou recomendar ao Rômulo um novo “recap” e, eventualmente, uma verificação das correntes de repouso dos dois canais.

O “Slew-Rate” medido foi de **22V/μs**, superior ao mínimo do manual e muito bom.

O **fator de amortecimento**, a 5Vrms/8Ω/1kHz foi de **70,5**, muito bom, mas inferior ao divulgado (100).

São características técnicas muito boas e é um bom amplificador, particularmente para o uso proposto e para a época. Creio que a fonte de alimentação foi dimensionada de forma limitada, daí a baixa potência em 4Ω, em comparação à obtida em 8Ω e, também, em relação ao [Marantz 2600](#), já analisado em Antenna, e que tem características similares.

E ficamos por aqui. 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](mailto: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.*

---

## Sonhos

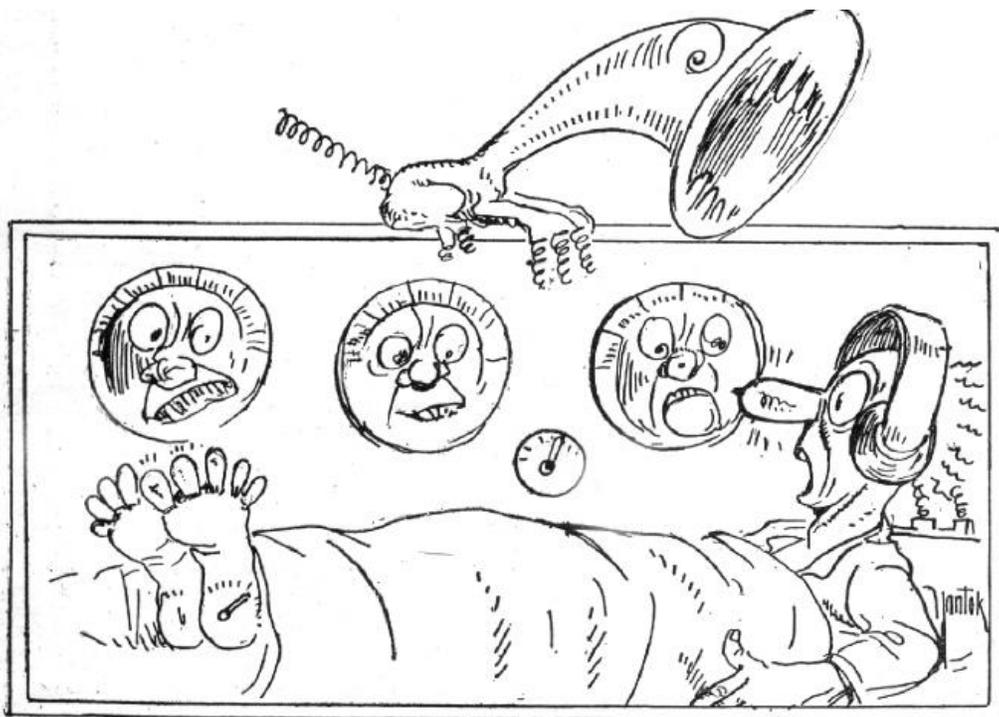
- Quase nove horas... e nada de Toninho!
  - E quando chegar, ainda vai tomar o café, bem devagarinho, comer um pãozinho com manteiga sem sal, passado na chapa e...
  - Está se esquecendo da historinha do dia, Carlito!
  - Acho que é ele, na direção da casa de seu Damião... Atravessou a rua... Apanhou algo no chão, colocou no bolso... É ele mesmo!
- Dali a pouco Toninho adentrava na padaria do Mário e, após fazer seu pedido, começou com mais uma de suas histórias:
- Pois é, turma.. Estava assistindo um documentário e acabei dormindo!
  - Sonhou com monstros verdes, alienígenas com escamas... Mais o que?
  - Que nada! Tudo começou num lindo dia! Os pássaros cantavam, as folhas se agitavam ao vento... Havia um aroma de café agradável no ar, um dia perfeito! Parecia prometer ser um daqueles dias de contos-de-fadas, onde tudo está em harmonia, inclusive o rock progressivo que preenchia toda a sala onde estava. A muié me entrega uma xícara de café feito na hora, e me beija ternamente, dizendo o quanto me ama... Nesse exato momento acordei!!

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

- Acho que Toninho pirou de vez...

- Calma, Zé Maria! Sonhei que tinha acordado, mas só no sonho... Não acordei “de verdade”, não! Na verdade o sonho continuou!

- Ah!!! Eu sabia que estavam faltando os monstros verdes...Igual àqueles que apareciam na revista Antenna de antigamente.



**Figura 1 – Antenna – Abril de 1926 – Desenho de Max Yantok**

- Quase, Carlito.. Dessa vez eles não apareceram, mas aí o tempo fechou! Havia densas trevas. Acendi as luzes e do lado de fora uma chuva torrencial caía! O céu era iluminado por muitos raios e fortes trovões cujo ribombar tremia tudo, um cenário digno de um apocalipse!

- Mas que horror..

- Calma, gente... O que estava ruim se tornou ainda pior! Uma bruxa me aparece e entrega, não uma maçã envenenada, mas algo tremendamente pior: Uma TV STI LE 3973! Seus olhos esbugalhados, ameaçadores, hipnóticos, me fazem aceitar pegar o serviço sem questionar!

- Eu sabia!!! Tudo isso para dizer que você não vai consertar o televisor do Seu Nelson, não é mesmo?

- Na verdade fui dormir preocupado em ter de encarar o televisor. Daí ter tido aquele pesadelo.

- Não adianta reclamar! O televisor está na oficina e vamos ter de encarar a situação.

- Isso mesmo! Acabe de tomar seu café, pague a conta e vamos encarar o trabalho!

Já na oficina, Carlito tratou de restabelecer a ordem das coisas:

- Chegou de sonhos, presságios e monstros. Temos uma STI modelo LE3973, do Seu Nelson, com a reclamação de que muda de canal sozinha.

- Sabia que vinha coisa do outro mundo....Mudar de canais sozinha.... Sei não!

Inicialmente era algo aparentemente simples; os canais mudavam como se pressionássemos a tecla +, algo que daria para resolver em poucos minutos. Normalmente a dita chave é trocada ou troca-se logo todo o conjunto! Porém, meia hora depois..

- Esse “samba de uma nota só” parece estar se prolongando...

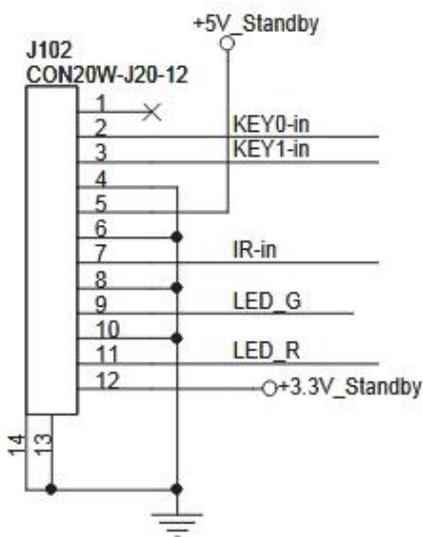


Figura 2

- Sorte Toninho ter baixado o esquema. Mas, de qualquer modo, qual o próximo passo, Carlito?

- Vejamos: Estamos com tudo no lugar e o defeito permanece! Isto exige uma pesquisa mais atenta!

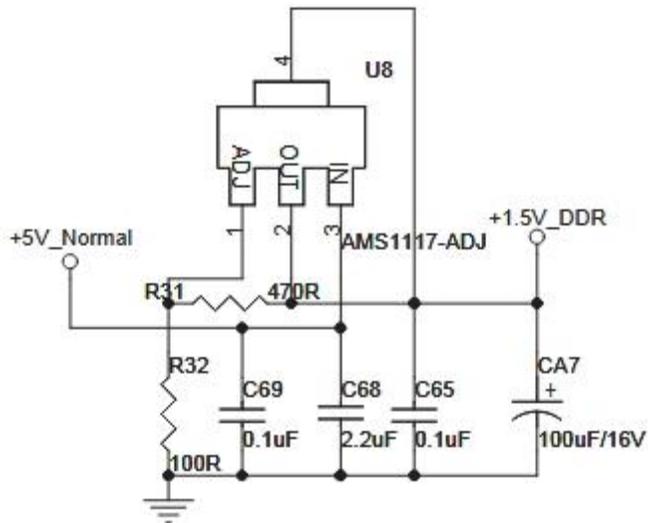
- Me passe o multímetro novo, Toninho! Vou examinar a placa atrás de uma possível fuga.

Não demorou muito até Carlito descobrir uma fuga de cerca de 100KΩ na linha Key 0, enquanto a Key 1 mostrava resistência infinita.

A tarefa agora passou a ser examinar toda a placa, isolando e cercado o problema, até que... ao retirar o soquete a fuga desapareceu!



- Pior é que logo apareceu outro problema. Ao desligar e religar ela acendia o LED de Stand By verde e não retornava para vermelho! Novamente saí na briga com ela e, depois de analisar, achei um regulador AS1711 dando 2V onde deveria dar 1,5V! (A tensão deve ser de 1,5V nem mais nem menos!) Troquei-o-o! Mas dei azar, o que substituí não deu nenhuma voltagem! Assim, troquei por outro e enfim retornou o 1,5V redondo!



**Figura 4 – Regulador de 1,5 V**

- De qualquer modo o STI está funcionando! Mas... até quando? Vamos ver!

- Não querendo ser pessimista, mas, sim! Vai funcionar até amanhã ou daqui a uns dias.... as HBuster que a tampa faz chover, pode lavar, secar pro no sol,, que em meses tá chovendo de novo. Esqueceram disso? Pode ser o tal de ectoplasma... Quem vai saber?

- Acho que o Mario anda colocando algum tipo de cogumelo no café do Toninho.... Com certeza!

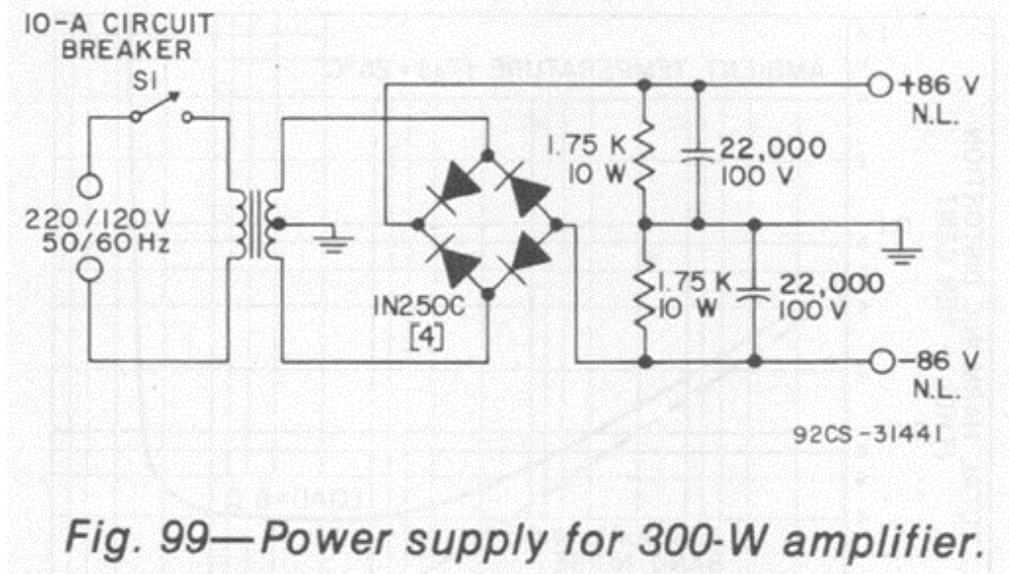
**De um relato no Fórum Tecnet – texto adaptado de Wladvalerius, participação de Silvano Servitec, Marcos, Emerson e Schiavon**

## Construa o Ultrarraiende – Parte II A Fontinha

Marcelo Yared\*

Nesta segunda parte de nosso artigo, iremos descrever, e montar, a fonte de alimentação do Ultrarraiende. Trata-se de uma fonte simples, muito usada em amplificadores de potência, entretanto, sua confecção requer alguns cuidados.

Vamos mostrar, novamente, a fonte sugerida para ele, pela RCA, em seu datasheet.



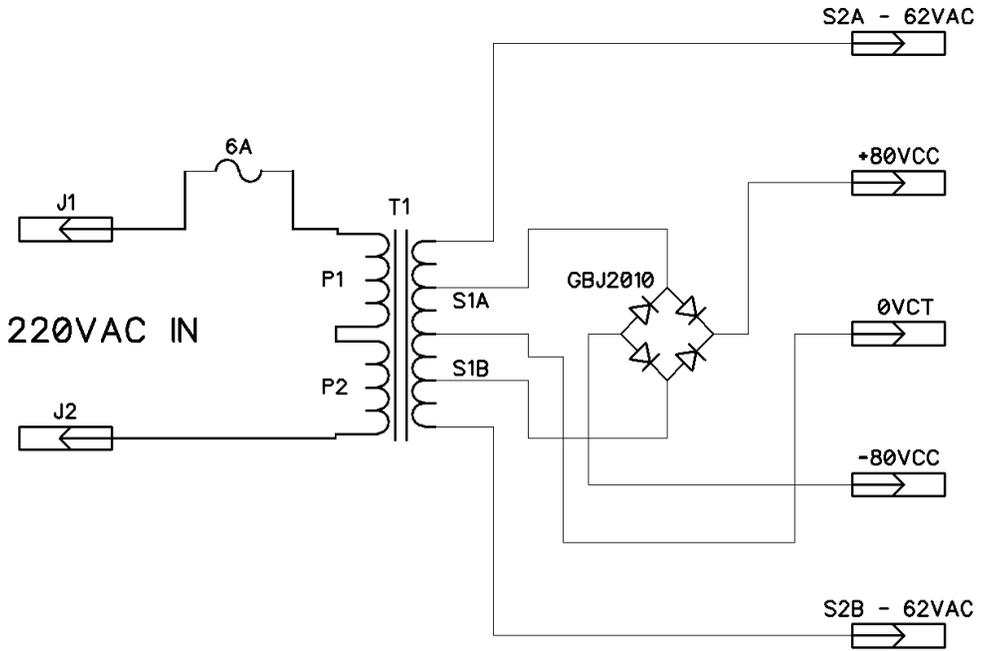
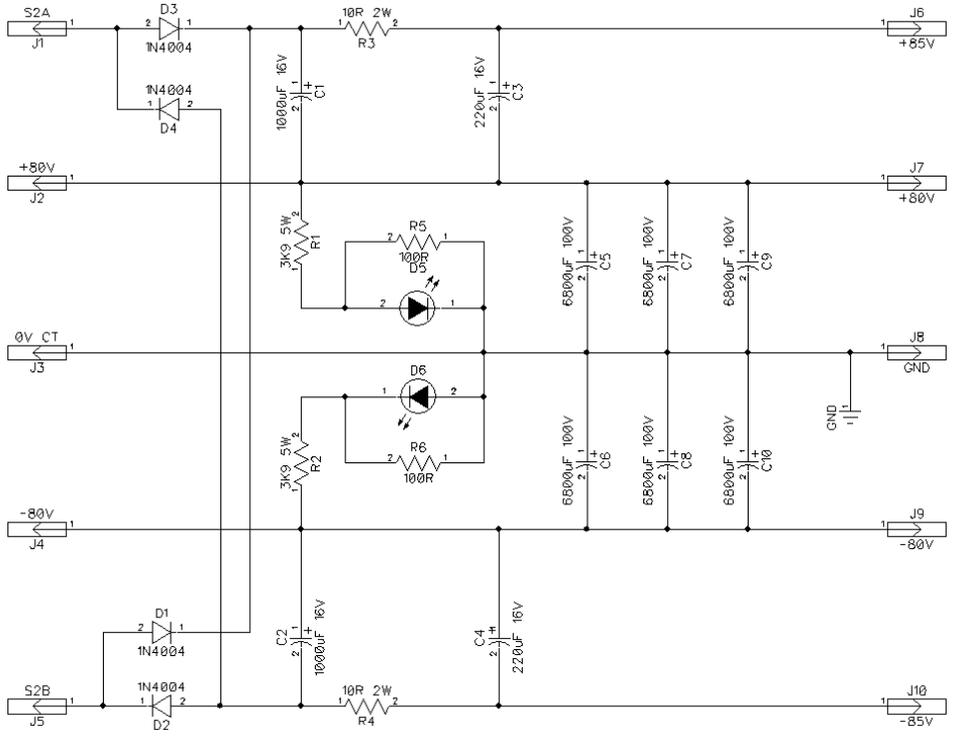
Os diodos retificadores, que ainda são produzidos, são unidades encapsuladas em metal (DO-5), para 20A e 250V. Não são muito práticos para se montar, hoje em dia. A filtragem corre por conta de dois capacitores eletrolíticos de 22mF/100V, que, mesmo hoje, são grandes e caros. Por fim, dois resistores de dreno, de 1,75kΩ/10W, complementam o circuito.

A fonte deve fornecer 86VCC simétricos sem carga e, como não há estabilização, essa tensão cai naturalmente conforme se demande corrente dela. O quanto cai, sob carga, essa tensão, percentualmente, chamamos de regulação da fonte e isso depende, em alto grau, do transformador utilizado.

Propomos, então, uma fonte com algumas mudanças, adequadas ao nosso projeto.

\*Engenheiro Eletricista

O circuito utilizado é o dos diagramas abaixo:



Conforme descrito na primeira parte deste artigo, dividimos a alimentação do estágio de ganho de tensão e a do estágio de saída do Ultrarraiende, de forma a aumentarmos a eficiência global do amplificador.

Pelo datasheet da RCA, para  $8\Omega$ , a tensão, sem carga, da fonte deve ser de 86VCC, arbitramos uma queda, aproximada, de 4VCC a 6VCC, sem carga também, devida ao conjunto de transistores de saída e, assim, projetamos a nossa para fornecer em torno de 80VCC para o último estágio, mantendo 86VCC para o primeiro.

Assim, considerando-se essas tensões contínuas, sem carga, o transformador T1 deverá fornecer, então, em seus secundários S1A e S1B,  $80V/1,414=56,6VCA$ , aos quais somaremos 1V para as perdas de condução nos diodos. Arredondando, teremos então 58VCA em cada enrolamento S1.

A esses 58VCA somaremos  $(6VCC/1,414)$  e mais 1V para perdas, de forma que S2A e S2B devem ser de aproximadamente 63VCA. Sua corrente, entretanto, é bem pequena, comparada à dos secundários S1.

Isto resultará, no circuito acima, em uma fonte com duas tensões. Reduzimos a corrente de dreno pela metade, aproximadamente, e adicionamos dois LED para termos a noção de que a fonte está energizada e/ou os capacitores de filtro estão carregados. Lembrem-se de que há quase 170VCC disponíveis nesta fonte e, portanto, todo cuidado é pouco em sua manipulação. A ponte retificadora pode ser qualquer uma, de 20A de capacidade por 400V, ou mais, e necessita de um dissipador de calor.

Sabendo as tensões, necessitamos agora, para dimensionar nosso transformador, saber qual seria a potência transformada.

Se o leitor adquirir o transformador pronto, ou apenas mandar construí-lo, esta será a última etapa de seu trabalho, bastando adquirir os demais componentes e montar o circuito. No fim desta parte, mostraremos uma sugestão de placa impressa para ela.

Pela Internet, um transformador do tipo pode ser encomendado, mas, se quisermos economizar alguns trocados e, de quebra, exercitar nossos conhecimentos, vale a pena construir um.

Em Antenna, nos seguintes links, encontramos as informações necessárias para a construção de nosso transformador:

- <https://revistaantenna.com.br/transformadores-e-autotransformadores-de-forca-e-de-audio-potencia-e-tamanho/>

- <https://revistaantenna.com.br/como-descobrir-a-potencia-de-um-transformador/>

Neles, os professores Álvaro Neiva e Paulo Brites nos dão dicas valiosas sobre o projeto e a construção de transformadores, inclusive com aproveitamento de material de sucata. E isto, lembrando àqueles que são mais novos, era uma necessidade no século passado, no Brasil.

### **Lembrando do passado – os transformadores Willkason**

Até a década de 1990, o material para a confecção de transformadores era monopolizado por companhias do Estado brasileiro. A Acesita dominava a produção de aços especiais, categoria em que se enquadravam as chapas para núcleo de ferro-silício de transformadores de baixa frequência. A industrialização do cobre era monopólio e, com isso, os custos de matéria-prima para a confecção de transformadores também era alto.

Então, para estudantes, amadores e técnicos, conseguir material “fora de prateleira”, como o transformador deste artigo, não era fácil. A improvisação e a criatividade impediam...

Foi o caso deste articulista, que montou este mesmo amplificador para um projeto de eletrônica em seus tempos de estudante universitário, na década de 1980.

As dificuldades, para alguém de poucos recursos, eram os transistores, o CA3100, os capacitores de filtro e o transformador...

Os transistores, por sorte, foram comprados, a custo relativamente baixo, pois a RCA tinha subsidiária no Brasil, junto com 4 unidades do circuito integrado, em uma revenda autorizada de minha cidade. Eu os guardo até hoje e usei um deles neste projeto.

Os capacitores, esses não tinha jeito; Siemens, Log, Ambalit ou Lorenzetti, sendo que este último era mais difícil de achar. Comprei, a duras penas, oito unidades Siemens de 2500uF/100V.

O transformador foi a maior dificuldade. Havia empresas especializadas em fabricação de transformadores em Brasília, na época, mas o transformador saíria caro. Mesmo hoje, uma unidade destas não sai por menos que uns 400,00 Reais.

Mas era a década de 1980 e uma grande revolução aconteceu, alguns anos antes, na eletrônica, e chegava ao Brasil: a utilização generalizada de semicondutores, discretos e integrados, nos equipamentos eletrônicos em geral. Isso significou o abandono do uso de válvulas termiônicas e a gradual obsolescência dos equipamentos mais antigos.

Ainda “matutando” o que fazer em relação ao transformador, estava na mesma loja citada acima quando vi umas caixas no chão. Eram promoções de material obsoleto.

E, nelas, estavam várias unidades de transformadores Willkason, sabidamente de excelente qualidade, pintadas na sua tradicional cor cinza e com blindagem de cobre. E eram grandes! Deviam pesar pelo menos uns 5 quilos, cada um, e estavam empoeirados, com a fiação ainda protegida por cordoalhas de algodão e borracha. Deviam ser das décadas de 1960 e 1970!

Estavam lá porque eram transformadores de reposição para televisores valvulados. Com certeza, após anos mofando nas prateleiras, pois, na época, não se vendiam mais televisores dessa tecnologia, a loja resolveu se livrar deles, e estava oferecendo qualquer das unidades ao que seria, hoje, digamos, uns 5,00 Reais!

Não tive dúvidas, juntei uns trocados que tinha guardado e levei uma dúzia deles para casa... e não foi fácil carregar aquilo tudo, mas, quando jovens, somos imortais e mais fortes que o Hulk...

Todos os transformadores que adquirei tinham perna central de 38mm, e uns 60mm de empilhamento. Uma leitura do livro Transformadores, de Alfonso Martignoni (Editora Globo, 2ª edição, 1971), citado nos artigos dos professores em Antenna, me mostrou o quanto poderia tirar deles de potência. Mais à frente trataremos disto. Porém, o mais importante para mim, e que me fez comprá-los, é que, nos Willkason, a bobina de enrolamento era envernizada (e muito bem feita), mas as chapas de ferro-silício não! Seria muito fácil desmontá-los e dar-lhes outro uso.

Quem quiser conhecer mais sobre a Willkason pode acessar este link: <http://py2qa.blogspot.com/2013/05/catalogo-de-transformadores-willkason.html>, que tem a cópia de um dos famosos catálogos de características e aplicações de seus transformadores. Vale a leitura. Há, inclusive, esquemas completos de amplificadores para montagem, com os kits de transformadores da empresa.



**Transformador Willkason, com sua cor cinza tradicional e cordoalhas de tecido**  
Imagem retirada de anúncio do Mercado Livre

Com isso, após algum estudo e muito trabalho manual, consegui fabricar um transformador adequado para alimentar o amplificador, com carga de  $8\Omega$ . Não me lembro mais o que fiz com ele. Todos os transformadores adquiridos foram reaproveitados para a confecção de amplificadores de potência, na época.

## Voltando à nossa fonte

Feita essa digressão, vamos voltar ao nosso projeto.

No artigo do professor Paulo Brites, temos alguns macetes para, a partir das dimensões de um núcleo de transformador, sabermos quantos VA podemos obter dele. O professor fez manipulações inteligentes das fórmulas constantes do livro do Martignoni e uma delas, particularmente, nos interessa:

*Sabida a secção magnética de um núcleo,  $S_m$ , em  $cm^2$ , a potência aproximada que podemos transformar nele, em frequências de 60Hz, é  $P_{sec} = 1,066 \times (S_m)^2$ .*

Com essa fórmula na cabeça, uma pequena busca em nossa sucata nos mostrou alguns restos de transformadores, inclusive chapas daqueles Willkason (por sinal, com a metade da espessura das chapas atuais) que seriam candidatos à “ressureição”, para uso no Ultrarraiende.

Encontrei tampas e um carretel plástico de 63mm de empilhamento, além de uns 20mm de chapas EI de 38mm de perna central, e que poderiam ser utilizadas. Uma conta simples, com 5% de perda de área mostrou que um transformador utilizando este carretel poderia entregar uma potência secundária de  $1,066 \times (6,3 \times 3,8 \times 0,95)^2$ , o que dá aproximadamente 550VA. Um carretel deste tamanho foi o que eu utilizei para fazer o transformador há quarenta anos atrás. Ele seria adequado para o uso em  $8\Omega$ ... mas, para uso em  $4\Omega$ , sem redução da tensão como preconizado pela RCA no datasheet, seria insuficiente para uso contínuo, pois a potência de saída poderia chegar, facilmente, nesta condição a uns 500W... nada feito!

Hora de recorrer aos amigos e ao Mercado Livre. Pesquisando lá, encontrei um vendedor de chapas de transformadores usadas. Ele tinha para vender um pacote de 60mm de chapas de 38mm, a preço bem convidativo. Com esses 60mm mais os 20mm que eu tinha, poderia usar um carretel de 75mm ou de 80mm, ambos comerciais, e então extrair a potência aproximada de  $1,066 \times (7,5 \times 3,8 \times 0,95)^2$ , ou seja, uns 780VA.

O leitor mais atento observará que o fator de redução da secção magnética utilizado foi de 5% (0,95 na equação), e não 10%, como o livro do Martignoni advoga. Funciona bem. Sempre achei 10% algo meio exagerado, principalmente com chapas novas. Mas um fator que funciona bem no livro do Martignoni é o de possibilidade de execução.

Isto porque, principalmente com fios grossos e comuns, a área desperdiçada no enrolamento de um carretel, manualmente, é muito grande. Martignoni advoga que se a área total de cobre, mais isolantes e outros materiais usados na bobina for maior que 33% da área de janela disponível, dificilmente um transformador de pequena potência é viável em sua execução, mesmo que a secção magnética seja adequada.

Da fórmula da secção necessária de núcleo, vemos que poderíamos transformar uns 780VA com baixas perdas. Fazendo as contas “de trás para a frente”, com os dados de nosso circuito, e desprezando a potência do enrolamento de mais tensão, que é pequena, temos que a tensão CA necessária para nossa fonte, no secundário, é de 58VCA+58VCA e que o transformador poderia fornecer em seu secundário 780VA/(58+58)V, ou seja, aproximadamente 6,2A.

Supondo que nosso amplificador possa fornecer uns 500W em 4Ω à saída e sua eficiência, típica de um classe B, seja da ordem de 65%, sabemos que ele drenará da fonte 500W/0,65, uns 770W. Se considerarmos um fator de potência unitário em nosso circuito e eficiência de transformação de 100%, apenas para termos uma ideia da exequibilidade do transformador com a perna central de 38mm e a densidade de corrente de 3A/mm<sup>2</sup> em seus enrolamentos.

$$P_{\text{secundário}} = 770\text{VA} \quad V_{\text{secundário}} = (58+58)\text{V} = 116\text{V}, \quad I_{\text{secundário}} \approx 770\text{VA}/116\text{V} \approx 6,6\text{A}$$
$$I_{\text{primário}} \text{ (100\% de eficiência)} = 770\text{VA}/220\text{V} = 3,5\text{A}$$

Com a densidade de corrente de 3A/mm<sup>2</sup>, teríamos no primário um fio de 1,17mm<sup>2</sup> de diâmetro, fora a espessura do esmalte isolante e no secundário, de 2,2mm<sup>2</sup>.

Para sabermos quantas espiras seriam necessárias em ambos os enrolamentos, utilizaremos a fórmula constante do artigo do professor Neiva:

**$e/V = 10^{10}/(444 \times 60\text{Hz} \times 11300\text{G} \times 27\text{cm}^2) \approx 1,23$** , então, a área total de janela ocupada pelos dois enrolamentos será:

$$A_{\text{primário}} = 220\text{V} \times 1,23\text{e}/\text{V} \times 1,17\text{mm}^2 \approx 316\text{mm}^2 \text{ e,}$$

$$A_{\text{secundário}} = 116\text{V} \times 1,23\text{e}/\text{V} \times 2,2\text{mm}^2 = 313\text{mm}^2, \text{ totalizando } 629\text{mm}^2 \text{ de área utilizada.}$$

Com isso, temos os primários P1 e P2 com 135 espiras cada e os secundários S1A e B com 71 espiras cada.

Sabemos que a área de janela das chapas padrões de perna central de 38mm é de 1083mm<sup>2</sup>, então, a razão entre a área da janela e a área de cobre necessária é de 1083mm<sup>2</sup>/629mm<sup>2</sup>  $\approx 1,72$ , ou seja, aproximadamente 58% da janela será ocupada pelo cobre. Inviável, e ainda teremos que agregar mais umas 16 espiras de fio 25AWG para os enrolamentos adicionais S2A e B (8 espiras por lado).

Novamente, fazendo as contas de trás para frente, sabemos que podemos utilizar somente  $1083\text{mm}^2/3 = 361\text{mm}^2$ .

Dividindo-se  $629\text{mm}^2$  por  $361\text{mm}^2$ , teríamos que aumentar nossa densidade de corrente de  $3\text{A}/\text{mm}^2$  para  $3\text{A}/\text{mm}^2 \times (629/361) \approx 5,2\text{A}/\text{mm}^2$ , ou seja, o fio primário teria que ter  $(3,5\text{A}/5,2\text{A}/\text{mm}^2) \approx 0,67\text{mm}^2$  e o mais próximo seria o 19AWG e o secundário seria de  $(6,6\text{A}/5,2\text{A}/\text{mm}^2) \approx 1,27\text{mm}^2$ , o que equivale à bitola 17AWG. Essas bitolas consideram a área do fio com o isolamento, então, a densidade de corrente real será um pouco maior.

E aí, novamente, o leitor poderá questionar o que ocorre com o transformador se a densidade de corrente for maior. A resposta é que ele vai ficar menos eficiente, ter uma regulação pior e, com certeza, esquentará mais, especialmente quando em uso contínuo à potência máxima, que é uma das condições de nossos testes.

Na verdade, as densidades de corrente utilizadas nos livros textos baseiam-se, principalmente, na perda de energia, na forma de calor, que o transformador pode suportar. Ele tem um limite de temperatura de trabalho, como todo componente elétrico.

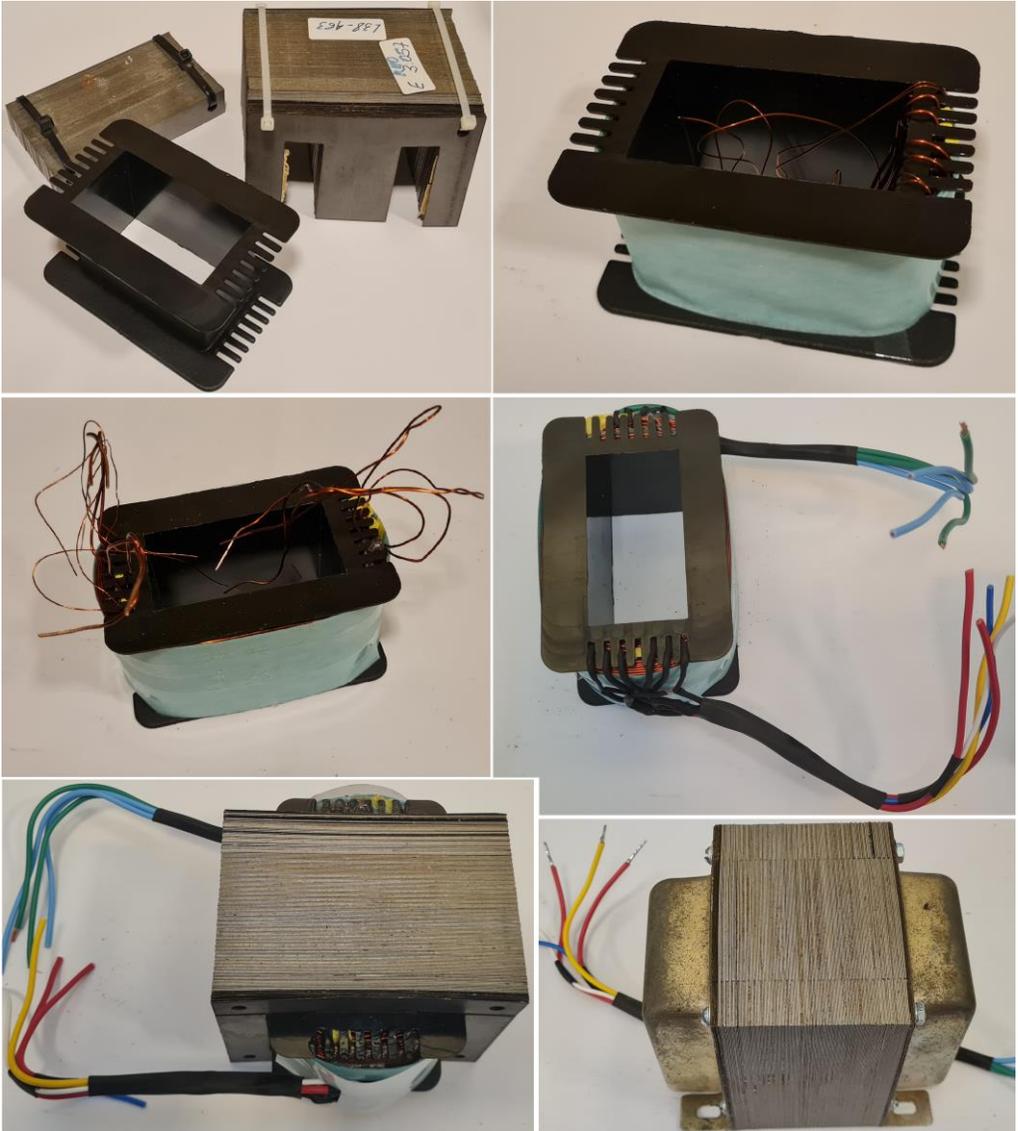
Transformadores convencionais diminuem sua capacidade de transferir calor para o ambiente conforme seu tamanho aumenta, de forma não linear. Daí as tabelas mostrarem valores menores de densidade de corrente admissíveis para potências maiores.

A forma correta de se calcular esse transformador seria, de acordo com Martignoni, com base na área ocupada da janela do núcleo para a densidade de corrente de  $2,5\text{A}/\text{mm}^2$ , que é de aproximadamente  $750\text{mm}^2$ , escolher um núcleo cuja área de janela fosse igual a 3 vezes este valor, no mínimo. De nossa experiência, para enrolamentos manuais, o fator 3 deixa o enrolamento ainda bastante justo.

Mas não temos escolha, pois o núcleo está dado, e vamos levar isso em conta na performance do Ultrarraiende. Em verdade, isso não será grande problema, pois o projeto original prevê o uso apenas em  $8\Omega$  para essa tensão de alimentação. O teste em  $4\Omega$  será um “bônus”, por assim dizer e, mesmo assim, em regime musical normal, o transformador seria bastante adequado, mesmo com esta última impedância.

O Mercado Livre ajudou; nosso colaborador João Yazbek me mandou o carretel de  $38\text{mm}$  por  $75\text{mm}$  necessário para o enrolamento da bobina do transformador. Numa visita a uma loja que vende material para enrolamento de motores conseguimos o fio de cobre e os poliésteres para o enrolamento. Com isto, uma vantagem e uma desvantagem: o fio para motores usa isolante mais grosso que o de transformadores convencionais monofásicos, para temperaturas maiores, o que é bom, mas torna o enrolamento mais “apertado” ainda...

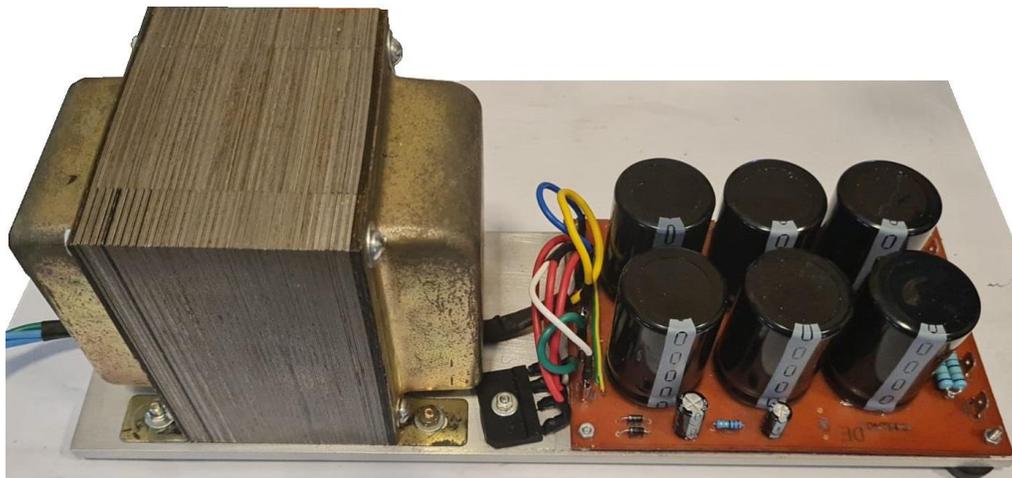
Uma noite de trabalho (entediante) enrolando fios, isolando, contando voltas etc gerou o resultado abaixo:



Como esperado, o uso de duas camadas de filme de poliéster isolante e os fios mais grossos resultaram num carretel bem cheio, e algumas marteladas, com um pequena chapa de madeira para proteção, permitiram que o encaixe ficasse justo na janela. A propósito, considerando-se que a perda por resistência no enrolamento é proporcional ao quadrado da corrente que o atravessa, é bom enrolar sempre os fios mais grossos primeiro, pois o comprimento total do fio e sua resistência serão menores.

Um teste rápido do transformador mostrou, com 455VA de carga, uma regulação de 4%, o que está dentro do esperado.

Isto feito, passamos à confecção da fonte. As trilhas da placa impressa são bastante largas, mas, quem quiser pode reforçá-las com fio de cobre nu de 1,5mm<sup>2</sup>, ou mais grosso, o que nunca é demais.



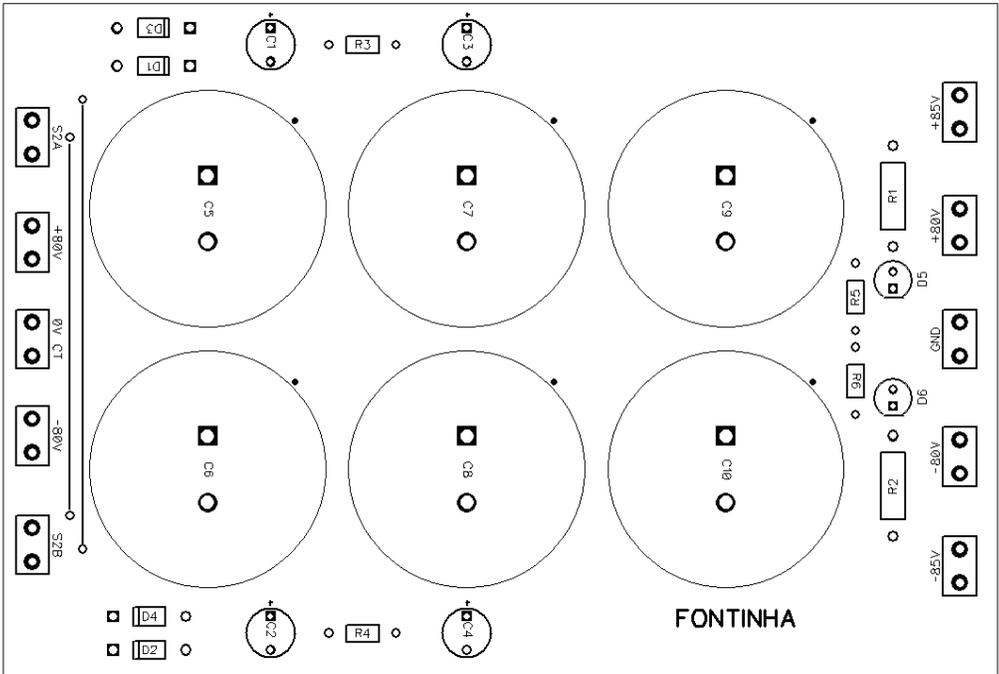
A fonte foi montada em uma chapa de alumínio de 5mm de espessura, que serve de dissipador para a ponte retificadora. Como ela também servirá de fonte adicional de bancada, coloquei conectores nas saídas CC.

Na foto vocês podem observar que há espaço para mais componentes e que os resistores de dreno de 3,9k $\Omega$ /5W foram substituídos por duas unidades de 6,8k $\Omega$ /3W em paralelo. Quem quiser poderá colocar os resistores sugeridos pela RCA, mas eu creio que será um gasto desnecessário de energia. A descarga, com os resistores do nosso projeto, é bem rápida.

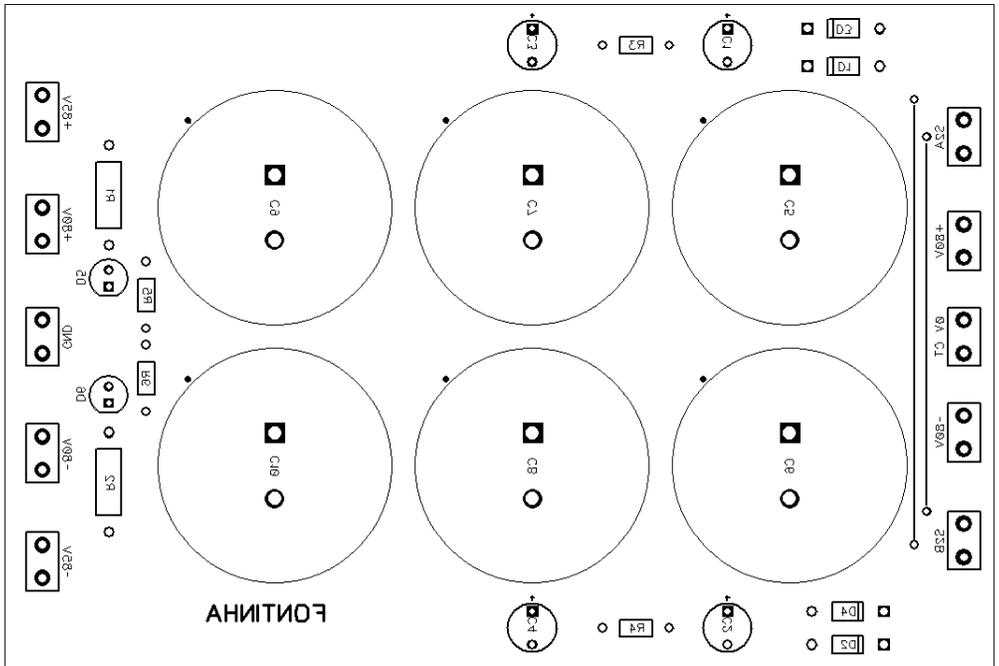
E, para quem quiser construir o transformador da forma proposta por Martignoni, o que, eu acredito, fará o amplificador fornecer mais potência ainda em 4 $\Omega$ , um bom site para o cálculo completo do transformador é o [www.py2bbs.qsl.br/calc\\_transf.php](http://www.py2bbs.qsl.br/calc_transf.php), que permite variar os parâmetros de densidade de corrente, fluxo magnético e outros. Inclusive, há outros tópicos interessantes no sítio, voltado ao radioamadorismo, de forma geral. Como dica, no caso do Ultrarraiende, utilize a chapa de 40mm de perna central, que é o próximo valor padronizado.

Nas páginas seguintes, temos os leiautes da placa da fonte, que mede 10cmX15cm.

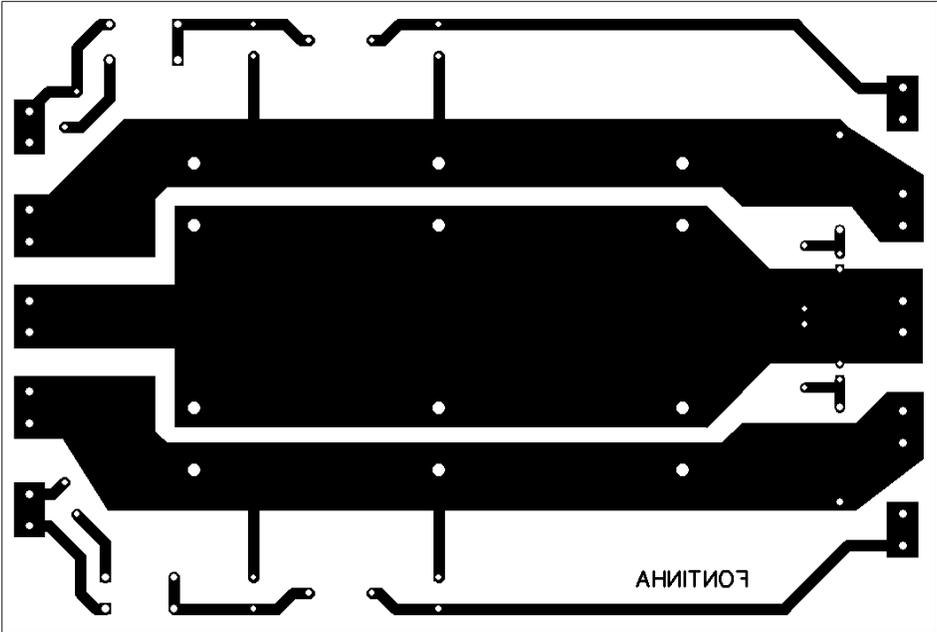
E ficamos por aqui. No próximo mês divulgaremos as medições do Ultrarraiende.



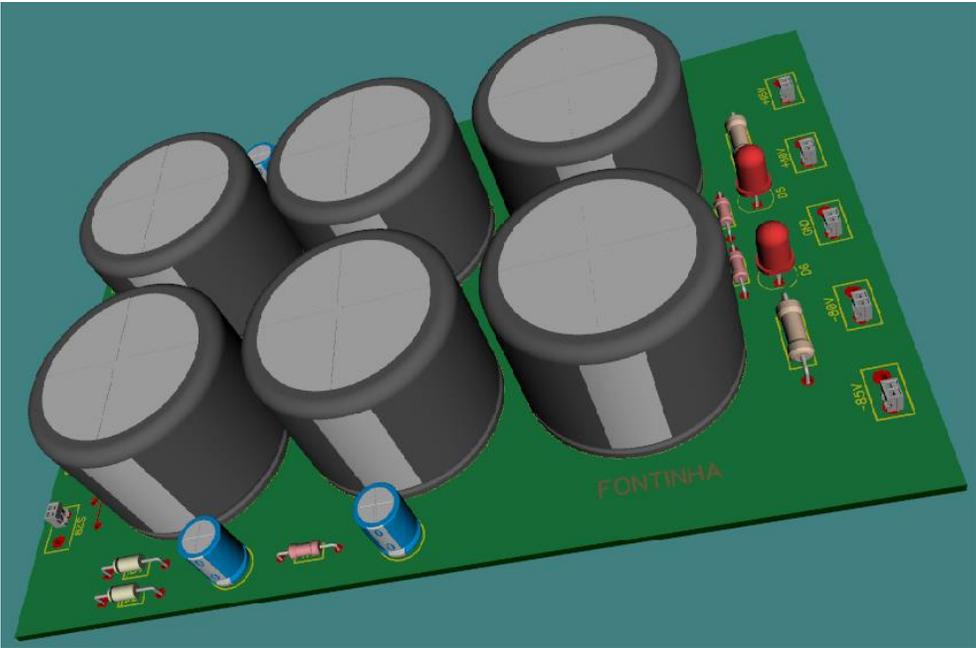
Lado dos componentes (15cm x 10cm)



Lado dos componentes invertido (15cm x 10cm)



Lado do cobre invertido (15cm x 10cm)





**Nota do Editor:** Neste artigo para a seção Memória de Antenna, reproduzimos, no formato original de duas colunas, o primeiro TVKX, publicado em junho de 1967, que, como vocês podem ver na capa acima, não teve muito destaque e, entretanto, tornou-se um sucesso absoluto. Desde há muito, está a cargo do Eng. Jaime de Moraes, também no retorno da revista, e que mantém o bom humor e a qualidade originais de L.P. Petriche. Esperamos que a leitura seja interessante e que vocês possam observar que, apesar da tecnologia evoluir, o método e os processos mentais necessários para reparação não mudaram muito, seja em um circuito valvular ou em uma placa SMD.

**Boa leitura!**



**L.P Petriche**

## **COMO CAÇAR ZUMBIDO NOS CIRCUITOS DE VÍDEO**

**JÁ** eram quase cinco horas da tarde de uma terça-feira, e estava para fechar a oficina quando o rapazola entrou. Alto e um tanto ossudo nos ombros, cabelos tipo bossa-nova cobrindo parte da fronte numa pasta rebelde, era bem parecido com o Carlito, meu "videotécnico" auxiliar de Eletrônica, especialista em perder parafusos e porcas justamente na hora de fechar a tampa posterior dos televisores já reparados, testados e prontos para entrega no "Departamento de Expedição" da oficina: um cantinho de balcão, livre de pedaços de fios, pingos de solda, resistores e capacitores condenados e outras miuçalhas.

O rapaz, meio sem jeito, acercou-se do balcão e, com certo esforço, depositou sobre o mesmo uma mala de couro plástico, tamanho médio, fechada. Fiquei a cismar que diabo de interpreta-

ção teria o moço dado à nossa modesta placa pendurada do lado de fora da oficina: "Consertam-se Rádios e Televisores".

"Boa tarde, em que posso servi-lo?" cumprimentei-o com um sorriso encorajador.

"Bem, eu tenho um problema mas não sei se o sr. poderá resolvê-lo."

"Do que se trata, amigo? Se é de eletrônica, e não for coisa muito séria, estamos aqui justamente para isso."

"Bem, não é p'ra consertar nada, moço. O caso é mais complicado. Eu montei um "kit" de televisão, com todo o capricho, seguindo rigorosamente todas as instruções de montagem, mas, depois que liguei o 'bicho', apareceu uma sombra escura na tela que não há jeito de sair. Não sei que diabo é isso. Estou ainda no primeiro ano de Televisão e, como já montei alguns aparelhos de rádio, achei que não seria difícil montar um 'kit' de televisão. O próprio folheto de instruções diz que até uma criança pode montar um aparelho de TV.

Andei também consultando alguns colegas que me disseram que devia ser zumbido, e que era preciso mudar um capacitor eletrolítico. Fiz mais que isso, troquei logo de cara todos os eletrolíticos e também os dois retificadores de silício da fonte de alimentação.

Mas qual o quê, quando voltei a ligar o aparelho, lá estava a tal barra escura

atravessando a imagem. O som está ótimo. Tem sincronismo vertical e horizontal. Tudo parece estar OK mas como é que o raio desta barra escura não sai?

Será que é o cinescópio?"

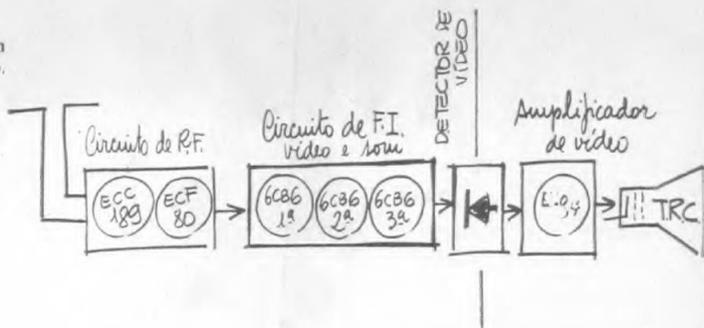
Fiquei observando a aflição com que o rapazinho expunha suas dificuldades enquanto, ao mesmo tempo, como que procurava demonstrar seus conhecimentos de eletrônica e não estar muito por fora do assunto. Comecei a recordar-me de meus tempinhos de estudante, quando montei meu primeiro "rabo quente", e a surpresa que tive ao notar que o bichinho ficara mudo como uma pedra...

Bem, já estava quase na hora de fechar o "expediente", mas como terça-feira era o dia de folga de Marta, nosso anjo milagroso de forno e fogão, podia apostar cem contra um que o jantar lá em casa seria, como invariavelmente nas terças-feiras, ensopadinho de quiabo que, sem nenhum desdouro pelo gosto culinário de minha cara metade, detesto de todo o coração. Assim, dispus-me a ajudar nosso futuro mago da Eletrônica com meus poucos conhecimentos adquiridos no dia a dia da oficina, e assim protelar por mais algum tempo o "entrevero" com o jantar da patroa.

"Bem, vamos dar uma olhada nisso aí."

O rapaz abriu a mala e lá estava todo o chassi para montagem vertical de um

Diagrama em blocos de um receptor de televisão típico.



"kit" de televisão, com exceção do tubo de imagem. O curioso da coisa é que a

unidade cabia exatamente dentro da mala como se a mesma tivesse sido feita de encomenda para o transporte do chassi.

A montagem era caprichosa, estética, bonita até, com soldas bem feitas etc. Com o canto dos olhos pude notar o ar de orgulho com que o moço observava o seu "projeto". Dei logo uma espiada nos capacitores eletrolíticos da fonte para ver se o garoto havia esquecido de ligá-los à massa (isto acontece, sabem?) mas tudo parecia em ordem.

Retirei o chassi da mala e acoplei-o ao meu possante e intimorato cinescópico de prova, que há vários anos tem resistido galhardamente às mais diversas provocações de inventores, experimentadores e outros gênios que costumam aparecer na oficina. Liguei o aparelho e aguardei alguns segundos, de sobreaviso para ação imediata ao primeiro sinal de qualquer fumacinha fora do programa mas sempre prevista em tais casos. Nada disso aconteceu, feliz-

mente. Ouvimos logo o chiado característico da etapa de alta, depois veio o som e a varredura encheu a tela normalmente. Mas lá estava a tal barra escura atravessando a tela horizontalmente. O sincronismo vertical estava também um tanto crítico, segurando somente no final do potenciômetro de fixação vertical. Não havia dúvida que se tratava de zumbido modulando o sinal de vídeo.



Notei também que as margens da imagem estavam um pouco onduladas, prova de que o zumbido estava também afetando os circuitos de sincronismo. Sem dúvida, alguma fuga de filamento para catodo em uma das válvulas do sintonizador, canal de F.I., ou no amplificador de vídeo.

O cinescópio estava fora de suspeita pois o defeito se reproduzira no cinescópio da oficina, sabidamente em bom estado. Além disso, sendo o nível de sinal já bastante forte ao chegar à válvula de imagem, o zumbido introduzido neste ponto deveria causar uma barra mais larga e menos escura.

Não sei o que me deu na telha mas resolvi ensinar ao rapaz alguns expedientes para enfrentar um caso de zumbido sem perder muito tempo, coisa que a gente já faz como rotina mas que, para aqueles que estão começando, ainda parece um bicho de sete cabeças.

"Você tem aí o esquema do 'kit' que montou?"

"Sim, sr., está aqui dentro desta repartição da mala" disse o rapaz, passando-me rapidamente um folheto de instruções com o esquema para montagem em chapeado e o diagrama esquemático do televisor completo.

"Bem, primeiro deixe-me dizer-lhe que o zumbido nem sempre é proveniente de falta de filtragem na fonte de alimentação. Muitas vezes ele é causado por uma fuga de filamento para catodo em qualquer válvula do televisor. Neste seu caso aqui, essa barra escura deve provavelmente ser causada por uma fuga dessas em qualquer válvula localizada entre a antena e a entrada do cinescópio. O pessoal mais tarimbado em reparação de defeitos em televisores adquire certa prática, e com o tempo adota certos expedientes que

facilitam muito a localização rápida da origem do defeito.

Bem, deixe-me desenhar aqui, sem muitos detalhes, um esquema simplificado dos estágios onde devemos procurar localizar a válvula suspeita desta sua dor de cabeça.

Veja; Aqui temos o sintonizador que, como você sabe, contém duas válvulas; a amplificadora de R.F. e a osciladora e conversora de alta frequência. Depois temos o canal de F.I. de vídeo e som: estas três válvulas 6CB6. Em seguida vem o detector de vídeo, que nesta sua montagem é um diodo de germânio. Alguns circuitos utilizam uma 6AL5, o que vem a dar no mesmo. Depois a válvula amplificadora de vídeo e finalmente o nosso tubo de imagem. Tudo claro?

Pois bem, então, para início de conversa, deixe-me fazer-lhe uma primeira pergunta: Qual a primeira coisa que você faria se tivesse que consertar um aparelho de rádio completamente mudo mas com todas as válvulas ace-sas?"

"Bem, eu tocaria logo com o dedo no ponto médio do potenciômetro de volume p'ra ver se 'tem' áudio."

"Perfeito. E você faz isso para saber, pelo menos preliminarmente, se a fonte de alimentação está funcionando, se a pré-amplificadora de áudio, a válvula de saída, o transformador de saída e o falante estão em boas condições. Com

isto você nada mais faz que reduzir cinquenta por cento do seu trabalho de pesquisa. Havendo áudio, sabe que deverá procurar o defeito na etapa de alta frequência. Já pensou no tempo que perderia se tivesse que ir medindo tensões a esmo sem um ponto certo de partida? É claro que se não houver resposta de áudio ao toque na grade da pré-amplificadora, já sabe que o defeito estará provavelmente na fonte, pré-amplificadora ou saída.

Pois a mesma coisa pode ser feita em televisores. Principalmente neste seu problema aqui de zumbido. Você disse que trocou os eletrolíticos e até mesmo os retificadores da fonte de alimentação. Pois perdeu tempo e dinheiro, meu caro. Assim como nos radioreceptores, o controle de volume pode servir como ponto de partida para uma decisão, aqui neste seu circuito de TV. Vamos eleger o detector de vídeo como uma linha divisória, para saber que rumo tomar na caça à nossa válvula defeituosa. Veja bem aqui esta linha dividindo o circuito em duas partes, com o detector de vídeo no centro. O defeito terá que estar antes ou depois do diodo de germânio.

Se, ao retirarmos uma das válvulas, a barra de zumbido permanecer, a fuga causadora do zumbido estará depois desta válvula; se, ao retirarmos uma das válvulas, a barra desaparecer, o zumbido se origina na própria válvula ou antes dela. Concorda? Então vamos retirar primeiramente a válvula amplificadora de vídeo. Pronto."

A imagem desapareceu, como é lógico, mas também a barra de zumbido. Observei o rapaz que olhava a tela do cinoscópio com um ar ainda um tanto confuso e expliquei:

"Vê? A fuga de filamento para catodo está antes da válvula amplificadora de vídeo. Caso contrário, a barra escura ainda estaria aí enfeitando a varredura. O zumbido, portanto, deve ter origem aqui neste nosso esquema em alguma válvula anterior ao tubo de imagem. Pode, inclusive, estar na própria amplificadora de vídeo. Passemos, então, à ação número dois: retirar a última válvula amplificadora de F.I. de vídeo e som, a terceira 6CB6 junto ao detector de vídeo."

Lá se foram desta vez o som e a imagem mas também desapareceu a barra de zumbido. Tela branca, varredura perfeita com bom intercalamento. O rapaz a esta altura já tinha os olhos brilhantes de interesse.

"Já sei, agora recolocamos a terceira válvula de F.I. e retiramos a segunda!"

"Exatamente. Faça-o você mesmo."

Mais alguns segundos de espera e lá estava agora atravessando a tela a barra escura de zumbido.

"Então a fuga de filamento para catodo é na terceira válvula de F.I., veja só! E eu perdi vários dias procurando o defeito na fonte de alimentação..."

"Mas não acha que assim foi melhor? Há males que vêm para o bem, meu rapaz. Acabou aprendendo alguns expedientes que um dia ainda ser-lhe-ão de utilidade. Mas, vamos aproveitar enquanto o aparelho está ligado para completar a explicação.

Vamos, recoloque agora a válvula defeituosa no suporte e observe a imagem. Você não está notando que os bordos da imagem estão um pouco ondulados? O que conclui disso? Que o zumbido está também afetando os circuitos de sincronismo. Logo significa que o zumbido provém de algum ponto anterior ao ponto de saída dos pulsos de sincronismo. É onde muito técnico tarimbado às vezes perde horas preciosas procurando o defeito certo no lugar errado.

Mais uma barbada para você: quando o zumbido provém da fonte de alimentação, costumam aparecer na tela do tubo de imagem duas barras horizontais, provocadas via de regra por um capacitor eletrolítico da fonte aberto, e cujo +B alimente, por exemplo, a placa da amplificadora de vídeo. Esse tipo de defeito é chamado de zumbido de 120 hertz. O zumbido de 60 hertz, que foi o que localizamos agora, nem sempre é causado por fuga entre o filamento e o catodo de uma válvula. Às vezes, a própria fiação do filamento é capaz de induzir tal modulação na grade de controle da amplificadora de vídeo ou de F.I. Por isso é preciso muito cuidado com a arrumação da fiação ao efetuar-se uma montagem.

É claro que as oficinas de maior gabarito do que este meu cantinho aqui, que costumam chamar de 'meu refúgio', dispõem de equipamento moderno e se acham aparelhadas para qualquer emergência. Para diagnosticar e localizar este nosso zumbido, eles usariam um osciloscópio e, num abrir e fechar de olhos, pela análise da forma de onda, dariam com a válvula suspeita. Mas o roteiro a seguir seria ainda idêntico ao que percorremos. Há também um método perigoso, adotado por certos 'técnicos' muito apressados, e que consiste em curto-circuitar para o chassi, com uma chave de fenda, os catodos das válvulas. É um processo arriscado pois tem que ser feito rapidamente para evitar danificar a válvula, e não o conselho a fazer. Nesses casos, quando ao curto-circuitar a válvula o zumbido desaparece, o técnico a substitui.

Bem, missão cumprida. Há ainda muito o que falar sobre zumbido em outros circuitos, inclusive no 'canal de som', esse grande desprezado por nossos técnicos. Mas já se faz tarde e devo ir para casa jantar. Pode guardar o seu chassi, e assim que trocar a 6CB6 poderá assistir ainda ao programa "Chico Anísio Show".

Mas o rapaz parecia desejar ainda alguma coisa; podia-se sentir isso na lentidão com que recolocava o chassi na mala.

"Quanto é que lhe devo pela aula e ajuda que o sr. me deu?" perguntou, hesitante.

"Esqueça isso. Hoje tive um dia meio morto aqui e precisava mesmo bater um papo com alguém. Você veio mesmo a calhar. Vá em paz e boa sorte, meu rapaz."

"Muito obrigado, muito obrigado mesmo. Mas será que não seria muito abuso se eu lhe pedisse para vender-me uma 6CB6?"

Bem, já passava das seis. Onde o garoto iria comprar uma válvula?

"Tome. Leve uma do meu estoque mas prometa-me devolvê-la, amanhã, assim que comprar uma nova, está bem?"

Vocês precisavam ver a rapidez com que o garoto se pôs ao fresco, carregando sua preciosa bagagem, como se a mala não pesasse mais que um embrulho de plumas, aflito, com toda certeza, para mostrar aos familiares a sua obra prima.

Todos nós já fomos assim, pensei com meus botões. Para mim isso já faz tanto tempo que já havia até me esquecido da alegria que tive quando afinal consegui fazer falar aquele meu primeiro "rabo-quente"...

o o o—o — (OR407)