



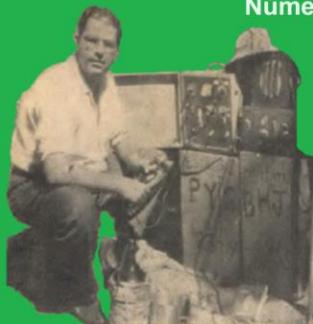
TVKX

# ANTENNA

ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

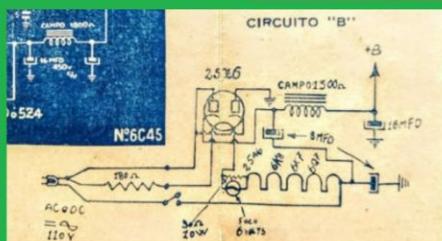
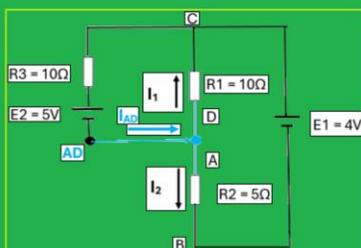
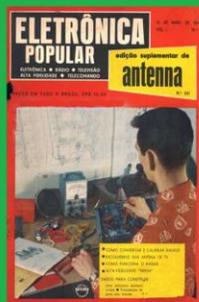


Número 09/24 (1257) setembro de 2024



## O Centenário do Capyau!

### Antenna... e EP!



## OS “Rabos-Quentes”!

### Paulo Brites... e os Concursos!



## O Gradiente PRO 2000 MK-II



Cabo Coaxial de 50Ω

## Monte A “Spider Beam”



## Amplificadores em Classe D na Vida Real

# ANTENNA

Número 09/24 – setembro/2024 – Ref. 1257

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: E-mail: [manorc1@manorc.com.br](mailto:manorc1@manorc.com.br) e WhatsApp: (051) 99731-1158.

## COR DO MÊS

– Setembro é o mês da cor verde, da campanha de conscientização para doação de órgãos. Saiba mais [aqui](#).



<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/snt/doacao-de-orgaos>

## NOTAS DA EDIÇÃO

Neste mês de setembro comemoramos o centenário do nascimento do nosso querido Capyau. Relembrem, ou conheçam, em nossa seção Memória e na CQ-Radioamadores, a história de vida e as divertidas aventuras de Miécio Ribeiro de Araújo. E temos também o excelente artigo de Dante Efrom sobre os rádios "Rabos Quentes", que, até hoje, muitos apreciadores não sabem direito o que eles são, ou eram. Boa leitura!

Lembramos que os artigos sobre radioamadorismo e telecomunicações nas edições de Antenna são compartilhados com o blog <https://revistaradioamadorismo.blogspot.com/>, de nosso colaborador Ademir, PT9HP; vale a visita, e a leitura.

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 na manipulação das tensões secundárias e da rede elétrica comercial. Pessoas sem a devida qualificação técnica não devem fazê-lo ou devem procurar ajuda qualificada.**

## SUMÁRIO

|   |  |
|---|--|
| 1 - ANTENNA – Uma História – Capítulo XLV – Surge a E.P.....  | <i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>                   |
| 5 - MEMÓRIA - O Capyau.....   | <i>Marcelo Yared</i>                                     |
| 15 - CQ-RADIOAMADORES – Apresentando (ou Reapresentando???) o Capyau.....                           | <i>Gilberto Affonso Penna e Miécio Ribeiro de Araújo</i> |
| 18 - CQ-RADIOAMADORES - Aventuras e desventuras de um radioamador na roça.....                      | <i>Miécio Ribeiro de Araújo</i>                          |
| 36 - DICAS E DIAGRAMAS – XXVII - Um verdadeiro "rabo-quente" brasileiro?.....                       | <i>Dante Efrom – PY3ET</i>                               |
| 49 - APRENDA ELETRÔNICA - Uma Questão de eletricidade básica de concurso público mal elaborada..... | <i>Paulo Brites</i>                                      |
| 54 - O Gradiente PRO 2000 MK-II.....  | <i>Marcelo Yared</i>                                     |
| 69 - Amplificadores em Classe D: cargas reativas e capacitâncias parasitas.....                     | <i>Allaboutcircuits.com - Steve Arar</i>                 |
| 79 - Monte Uma Antena Spider Beam.....  | <i>Ademir – PT9HP</i>                                    |
| 82 - TVKX – Preços e Contas.....  | <i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>                   |

# ANTENNA – Uma História - Capítulo XLV

Jaime Gonçalves de Moraes Filho\*

## Surge a E.P.



Desde o lançamento de Antenna em 1926, um problema rondava a redação: a falta de artigos técnicos, ou melhor, a falta de autores para redigir artigos ligados à nova tecnologia, que, de início, foi chamada de radiodifusão, passando, posteriormente, para uma designação mais ampla: Eletrônica.

De início, a falta de matérias ligadas à tecnologia foi contornada com a publicação na revista de assuntos artísticos, pois, afinal de contas, Antenna era o órgão oficial do Rádio Club do Brasil. A partir de meados da década de 1930 a linha editorial passou a se concentrar mais em assuntos técnicos, sem que a raiz do problema, a falta de escritores, fosse equacionada

No caso geral, onde o isolamento utilizado é um gaz, (azoto ou ar) as perdas são baixas e podem ser desprezadas, donde  $G = \text{Zero}$ . Sendo devidamente escolhido, podemos desprezar o valor da resistência do material condutor, comparando-o com o de  $\frac{1}{Q}L$ , e as grandezas características tomam a forma:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad V = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad P = j\omega \sqrt{LC}$$

$$\theta = j\omega \sqrt{LC} \quad A = 0 \quad B = \omega \sqrt{LC} \quad \theta = j l B$$

$$\cosh \theta = \frac{1}{\cos(-lB)} = \cos lB$$

$$\sinh \theta = \frac{j}{\sin(-lB)} = j \sin lB$$

$$Z_1 = Z_0 \frac{[Z_a \cos lB + jZ_0 \sin lB]}{[Z_0 \cos lB + jZ_a \sin lB]}$$

É certo que não faltavam conhecedores do assunto, porém muito poucos chegavam a abrir mão do precioso tempo de serviço na oficina para transcrever no papel sua experiência técnica ou seus projetos.

A ausência de material fez com que várias páginas da revista tivessem sido preenchidas com longos assuntos de cunho puramente teórico, muitos envolvendo cálculos matemáticos, o que nem sempre era do agrado dos leitores.

FIG 1 – Você entendeu, não é mesmo?

\* Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica

Outras opções eram a tradução e adaptação de artigos dedicados a montagens de equipamentos, publicados na revista “Radio News”, ou então, em último caso, o próprio diretor da revista, o Dr. Gilberto Affonso Penna “partir para a briga” e escrever artigos assinados por Ondino de Freitas Vasconcellos (O.F.V.) ou o F.B. Oldman (F.B.O.), personagens fictícios criados por ele.

Como vimos anteriormente, o acordo feito entre Antenna e a empresa jornalística Ziff-Davis Publishing Co. tinha como objetivo principal preencher a lacuna formada pela ausência de artigos nacionais, apesar de ter sido publicados alguns textos ensinando aos leitores como redigir artigos técnicos.

No entanto, os resultados não foram aqueles que se esperavam. Poucos técnicos se dispuseram a escrever artigos para publicação (situação que não mudou muito, no decorrer de todos esses anos, com a tarefa sendo executada sempre por um pequeno grupo de autores).

Tal como lembrou Gilberto Affonso Penna na década de 1950, “o contrato com a Ziff-Davis, se, por um lado, tinha proporcionado aos leitores o conhecimento das técnicas mais recentes, relacionadas com a Televisão, a Alta Fidelidade e os transistores”, por outro lado suprimiu o que ele chamou de “Primeiros degraus”; aqueles conhecimentos básicos e montagens destinadas aos principiantes da eletrônica, necessários “em um país onde são quase inexistentes os cursos especializados” (G.A. Penna – 1956).

Na ocasião, vários leitores se manifestaram sobre a necessidade de uma linha editorial que realizasse a cobertura simultânea dos setores profissional, didático e experimental da Eletrônica e das Telecomunicações.

Criar uma nova revista seria uma tarefa inviável naquela ocasião, devido às dificuldades financeiras e burocráticas para a importação do papel de imprensa.

A saída encontrada foi criar um suplemento da revista Antenna, contendo os artigos da “Popular Electronics” norte-americana, editada também pela Ziff-Davis, destinada não só as Radiocomunicações, mas cobrindo todos os ramos da Eletrônica, dando atenção especial para as montagens e experimentos.

Paralelamente a Editora Antenna entraria em contato com indústrias do ramo, para que o mercado nacional fosse suprido dos componentes empregados nas montagens.

Neste sentido, várias empresas, de imediato, atenderam ao chamado, passando a fabricar relés, capacitores variáveis (Metaltex), Transformadores (Willkason) e Indutores (Supertena/SNE).

O primeiro número de Eletrônica Popular chegou aos leitores em maio de 1956, com 73 páginas e uma tiragem declarada de 18.000 exemplares.

# ELETRÔNICA POPULAR

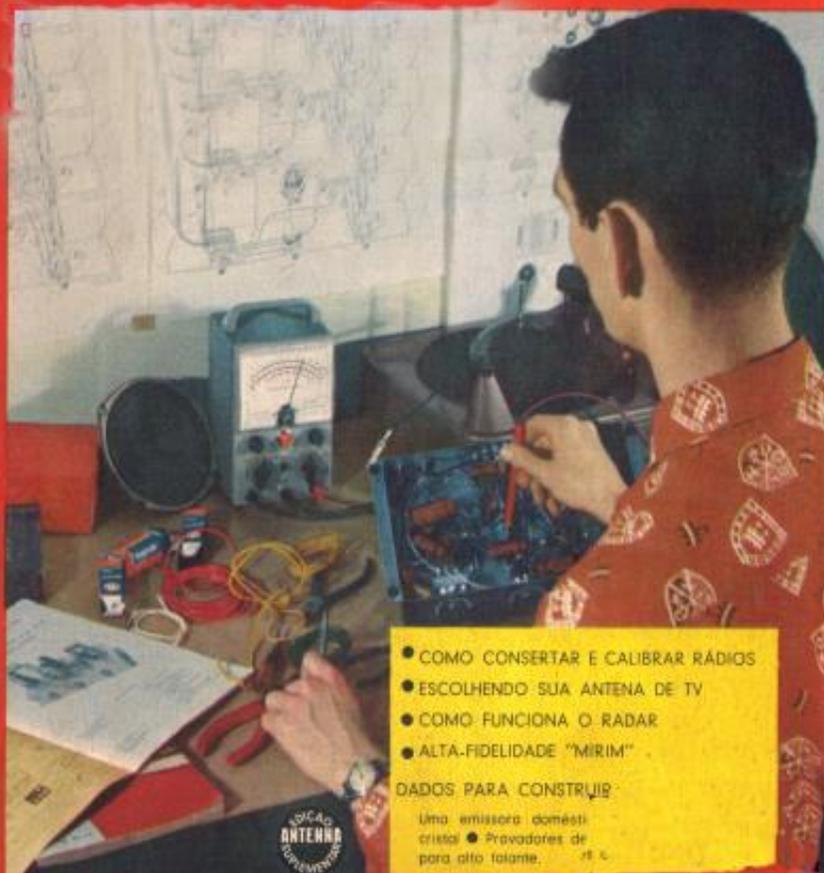
ELETRÔNICA • RÁDIO • TELEVISÃO  
ALTA FIDELIDADE • TELECOMANDO

15 DE MAIO DE 1958  
VOL. I N.º 1

edição suplementar de  
**antenna**

N.º 321

PREÇO EM TODO O BRASIL CR\$ 19,00



- COMO CONSERTAR E CALIBRAR RÁDIOS
- ESCOLHENDO SUA ANTENA DE TV
- COMO FUNCIONA O RADAR
- ALTA-FIDELIDADE "MIRIM"

#### DADOS PARA CONSTRUIR

Uma emissora doméstica  
cristal ● Provedores de  
para alto falante. 75 c

RECICLAGEM  
ANTENNA  
SUPERMERCADO

FIG 2 – Eletrônica Popular – Edição suplementar de Antenna

Os artigos foram cuidadosamente escolhidos, de acordo com as correspondências encaminhadas à Redação pelos leitores de Antenna, sendo o primeiro deles um oscilador fonográfico. O circuito, bastante simples, emprega duas válvulas, alimentadas por duas baterias de 45V associadas em série, chamando-se a atenção dos futuros montadores sobre a proibição da operação de tais equipamentos fora dos limites do domicílio, o que não impediu que, anos mais tarde, fosse publicada a montagem de um oscilador fonográfico, com uma válvula 6L6, alimentada por 400 V, capaz de alcançar vários quilômetros de distância.



FIG 3

Na página 46, os leitores tiveram o primeiro contato com as histórias escritas por John T. Frye, da dupla Juca e Chico (originalmente Carl & Jerry), que teriam suas aventuras publicadas durante dez anos. Um artigo especial traz ao público os primeiros resultados da geração de energia através de placas de captação solar, bastante comuns hoje em dia.

Encerra o primeiro número de Eletrônica Popular (na Redação, “EP”) um suplemento da já conhecida seção de Antenna “Diga-me Porque?”, inserida excepcionalmente para apressar a publicação das respostas às indagações feitas pelos leitores.



CONSULTORES EFETIVOS: Gilberto Affonso Penna — Renato Cingolani — F. B. Oldman — A. Portella

FIG 4

# MEMÓRIA – O Capyau

***“There are more things in heaven and earth, Horatio, than are dreamt of in your philosophy” (Hamlet, Act 1, Scene 5 – William Shakespeare)***

Novamente, estamos nós aqui com mais uma frase muito surrada, e desta vez é de Shakespeare.

Traduzida, incorretamente, para o Português, como “Há mais coisas entre o céu e a terra do que supõe sua vã filosofia, Horácio”, na verdade, de forma mais fiel, seria algo como “Há mais coisas no céu e terra, Horácio, do que foram sonhadas na sua filosofia”.

O “vã”, marotamente inserido nessa tradução comum, pode induzir o leitor à conclusão de que a personagem estaria a desdenhar do conhecimento (filosofia), posto que Horácio, na peça de teatro, simboliza o homem racional, que não acredita em fantasmas ou em coisas sobrenaturais.

Embora a ciência e a racionalidade sejam essenciais para a sobrevivência (e para a sanidade) do ser humano e de suas construções sociais, elas não têm resposta para tudo. Há muitas coisas no mundo que a razão (ainda?) não consegue explicar. Temos que ter noção de nossas limitações, nesse aspecto. Temos que ser humildes.

Ok, mas, o que isso tem a ver com uma seção de memória de Antenna? E com o Capyau?

Para aqueles que não o conheceram, “Capyau” era o pseudônimo utilizado por Miécio Ribeiro de Araújo em seus artigos, mensagens e colaborações para Antenna e Eletrônica Popular. Iremos tratá-lo sempre assim, nestas linhas, doravante, e temos certeza de que ele o aprovaria.

Dito isto, quem, como este escriba, era leitor assíduo de Antenna e Eletrônica Popular da década de 1970 em diante, conheceu, com certeza, a produção técnica (e literária) do Capyau.

Seus textos são tecnicamente precisos e suas técnicas de escrita e de transmissão de informação, empáticas; elas capturam o leitor, que se sente ambientado e pertencendo, como se testemunha local fosse, àquela situação narrada.

O Capyau produziu diversos artigos técnicos durante o período de 1970 a 1988, 22, de acordo com nossos registros, para a Editora Antenna, e todos são de excelência.

Muitos de seus trabalhos serviram de referência para técnicos e hobistas: construção de equipamentos, indutores de RF, mecânica, eletro-eletrônica, física básica e muitas coisas práticas de eletrônica.

Em nenhum deles, entretanto, ele deixa transparecer ou explicita suas preferências pessoais, que não aquelas referentes ao radioamadorismo e ao seu estilo de vida campestre, curtindo a natureza e dedicado à sua família.

Isso permaneceu, para nós, leitores, limitado a essas características da vida do Capyau.

E, racionais que somos, tal qual o Horácio da peça de Shakespeare, esse detalhe nunca nos chamou atenção. O que importava era a qualidade da informação, e não a vida pessoal do autor, o que hoje em dia, para boa parte dos veículos de comunicação, parece ser mais importante mostrar do que a obra das pessoas, nos vários campos da vida social. É uma pena...

Pois bem, no começo deste mês de setembro, ao iniciar-se a organização (mental) da edição de Antenna, lembramo-nos, assim, do nada, do Capyau e de como eram bonitos e interessantes seus textos e suas ilustrações (ele era, também, um bom desenhista). Isso nos veio à mente de graça, junto com a lembrança de uma discussão, na Internet, sobre se ele havia trabalhado, ou não, no Banco do Brasil, conforme um texto publicado pelo nosso colaborador Ademir – PT9HP.

Decidimos escrever um artigo para que os novos leitores conhecessem seus trabalhos e, de quebra, levantar alguns pontos da pessoa “Capyau”, como também, talvez, esclarecer esse ponto da vida dele, pré-aposentadoria.

Para tanto, entramos em contato com a Sra. Beatriz Affonso Penna, que não só o conheceu, mas conviveu com ele e com a sua família no sítio em que residia.

A Sra. Beatriz nos forneceu bons detalhes e dados sobre ele, e conseguiu o contato da filha do Capyau, Sra. Mirue Hashiura, com quem trocamos muitas outras informações, também.

Dentre as quais, a de que ele era uma pessoa mística, que entendia que o mundo não era apenas esse ambiente físico, e racional, que habitamos. Como Hamlet, ele acreditava que há mistérios, e que nunca saberemos de tudo, completamente.

Nessa troca de informações, aprendemos que ele nunca foi bancário.

Mas aprendemos também que sua data de nascimento foi 20 de setembro de 1924... sim, neste mês, em data próxima da publicação de Antenna, normalmente em torno do dia 15, revista da qual ele tanto gostava e com a qual tanto colaborou, ponto comum de seu amigo editor e de seus familiares, de colaboradores e de leitores, como eu.

Ou seja, de alguma forma, talvez, nosso querido Capyau, esteja onde estiver, tenha ficado com saudades, e tenha lembrado a este escriba, por vias misteriosas, que neste mês podemos comemorar o centenário de seu nascimento... é o que faremos.

Assim, com a preciosa e gentil ajuda da Sra. Beatriz Affonso Penna e da Sra. Mirue Hashiura (miruehashiuradearaujo@gmail.com), escreveremos, um pouco, sobre a vida, prolífica, do Capyau.

Miécio Ribeiro de Araújo, o Copyau, fluminense, nasceu em 20 de setembro de 1924, filho de uma italiana, do Rio Grande do Sul, e de um português, de Minas Gerais, sempre foi uma pessoa curiosa e, aos 15 anos de idade, teve seus primeiros contatos com a ciência do rádio, enquanto estudante da 4ª série do Ginásio Bittencourt Silva, de Niterói (RJ), quando, visitando um colega de classe, viu, pela primeira vez, um rádio galena em funcionamento. Foi paixão instantânea.

Nas palavras do próprio Copyau (*Em Grupo dos Veteranos – Eletrônica Popular, pág. 329 a 336, Edição de maio e junho de 1978*):

***“... certo dia, jogando uma "pelada" na casa de outro companheiro de estudos, um mau "passe", e a bola foi embarafustar-se debaixo do porão da casa! Entramos de "gatinhas" atrás da bola e fomos encontrá-la junto a um velho caixote coberto de poeira e teias de aranha. Perguntando o que havia ali dentro, fomos informados de que ele continha muitas revistas velhas e material de rádio que pertenceram a um membro da família já falecido há vários anos e que tinha sido um radioamador! Ficamos com os cabelos eriçados e, depois de longas "demarches", com avanços e recuos de ambas as partes, conseguimos levar aquele caixote para nossa casa, dando, em troca, a nossa bola de futebol, nosso par de patins, nosso álbum de selos e... Oh dor! a nossa coleção secreta de "Pin-Up Girls"!!***

***Chegando em casa, abrimos imediatamente o caixote e começamos a explorar o nosso tesouro. Aos nossos olhos maravilhados surgiu uma coleção de "Antenna — Rádio Para Todos", desde o ano de 1926 até o de 1935! Um outro amarrado de revistas, e estávamos folheando sofregamente vários números de "Radio News" de 1924 até 1930!***

***Válvulas UX201A, UV199, B406 e muitas outras, surgiram à luz do sol, faiscando como se fossem diamantes. Capacitores variáveis de 17 e 23 placas, Pilot, Cardwell e de outras marcas, surgiam aos montes, lançando reflexos dourados de suas placas de latão polido! Reostatos, "knobs", mostradores, baterias "Gaillard", carretéis de fio esmaltado de várias bitolas, microfones de carvão "Ericsson", fones "Stromberg Carlson", medidores "Jewel", alto-falantes "Amplion" surgiam aos nossos olhos como se fossem jóias faiscantes!***

***A emoção foi tanta que quase tivemos um "troço". Passamos os dias seguintes "debulhando" os números de Antenna e "Radio News", e logo em seguida iniciamos a construção do nosso primeiro regenerativo teito com uma B406 oa Philips, e circuito " Weigand-Reinartz". Com a ajuda de outro colega de classe, fizemos uma bateria de acumuladores de 24 volts, usando tubos de ensaio e placas de chumbo, tudo de acordo com os ensinamentos de Antenna."***

A frenética atividade teve seu preço, e logo o Copyau teria que pagar por ela:

***“E o resultado desta nossa tremenda atividade eletrônica não se fez esperar! Matemática... "0", Português... "0", Francês "0", Latim... "0"!!...***

***Conversa de "Homem para Homem" com o "velho"! "Veredictum"... Voltar tudo para o caixote até o fim do curso ginásial! Terminado o ginásio, enfrentamos a vida com a "Cara e a Coragem".***



**Aos 17 anos o Capyau termina seus estudos, presta serviço militar e, em 1944, “enfrenta a vida com a cara e a coragem”, em seu primeiro emprego de aerofotogrametrista**

Daí, por uns bons cinco anos, o “Radiococcus Frequenciae”, incubado mas não morto, entra em suspensão, com o Capyau tendo se aventurado em outras searas, como, por exemplo, o alpinismo, escalando a Pedra da Gávea e o Bico do Papagaio, no Rio de Janeiro, até que:

***“Alguns anos se passaram, e o "Radiococcus Frequenciae" adormecido dentro de nós! Certo dia, lá pelos idos de 1949, cruzamos na rua com um velho companheiro de juventude! Era o "Teddy" (Leopoldo Eurico Theodoro Salzman, atual PY4BOR).***

***Apertos de mão, abraços, troca de lembranças, e descobrimos que o "Teddy" era um... radioamador.”***

O encontro reativou sua infecção de “radiofrequentite”; em 1949, recebe seu primeiro prefixo, PY1PK, e desenvolve intensa atividade radioamadorística; o radioamadorismo o acompanhou durante todo o tempo como profissional de aerofotogrametria. Posteriormente, nas andanças pelo país, utilizou o prefixo PY2BHJ.

Sabemos, pelos seus artigos, que aerofotogrametria era sua profissão, exercida durante 30 anos. Ele era topógrafo, mas não foi possível sabermos onde o Capyau estudou essa ciência, nem o período, que deve ter sido entre 1941 e 1943; sua filha lembrou-se de que ele tinha uma empresa nesse ramo de atividade, chamada LASA, fundada em 1952, em São Paulo.

Na LASA, realizou diversos trabalhos por todo o Brasil; um dos mais importantes foi o mapeamento do rio São Francisco para a construção das represas que hoje fornecem energia para a o país. Ele morava com a equipe em barcos e barracas durante os levantamentos topográficos.



O Capyau, de “terno e gravata” (é o número sete na fotografia), no Primeiro Congresso Brasileiro de Aerofotogrametria, realizado em São Paulo, SP, em 1962.



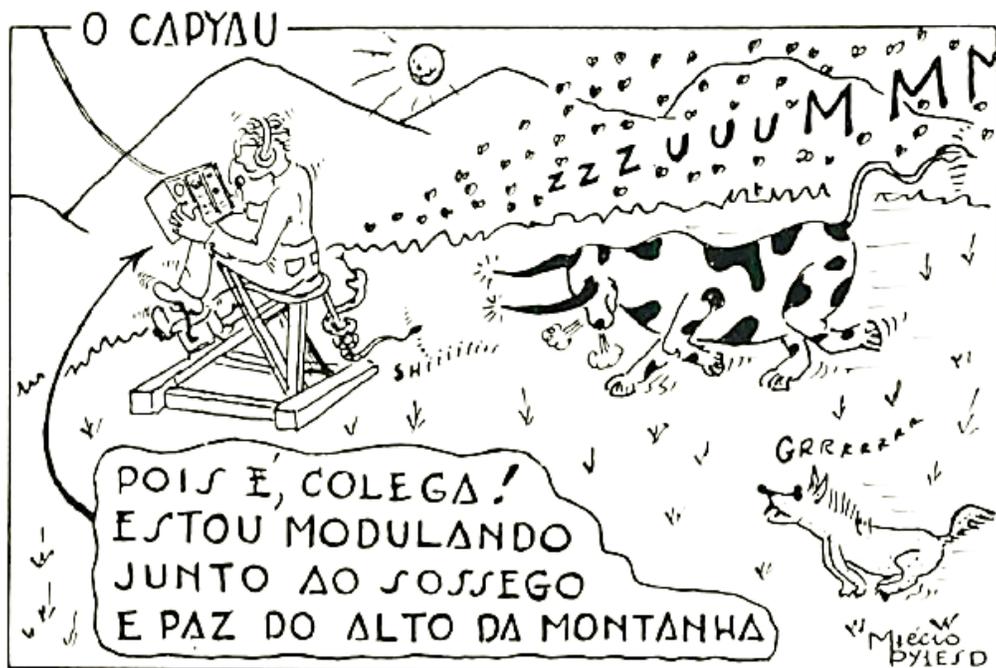
PYB HJ, portátil, nas margens do Rio Grande, divisa de S. Paulo com Minas Gerais, município de Igarapava. Operando com dez watts na antena.

Casou-se duas vezes, do primeiro casamento teve um filho e do segundo, dois.

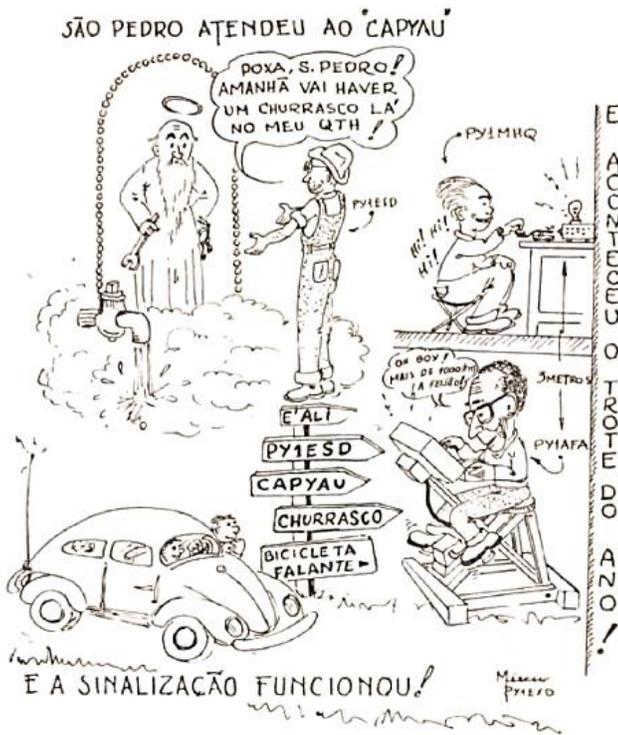
Após 30 anos de labuta, em meados da década de 1970, vende sua empresa e compra algumas terras, um sítio, no interior do Estado do Rio de Janeiro, no Município de Bom Jardim e começa a viver de forma simples, com sua esposa, Terue, sua filha Mirue e, posteriormente, com o caçula Massao.

Terue era nissei, e os dois se conheceram em um curso de Língua Japonesa, ainda em São Paulo, após o fim de seu primeiro casamento. O Capyau aprendeu, assim, os ideogramas japoneses e estudou a cultura daquele povo. Segundo sua filha, sabia desenhá-los, como também aprendeu Esperanto. Ele estudou Japonês e ioga para obtenção de autoconhecimento e de equilíbrio pessoal.

Durante os seis primeiros anos em que morou no sítio, em Bom Jardim, evitou instalar eletricidade, pois queria que a família experimentasse o que era, realmente, “viver no mato”. A iluminação era feita a lampião de querosene e seu fogão utilizava lenha. Mas isso foi até a “radiofrecuente” (doença, segundo ele e PYAFA, causada por um vírus, o “Radiococus Frequenciae”) atacar novamente, quando instalou energia elétrica em sua casa. Essa aventura o leitor pode acompanhar na reedição, escrita pelo próprio Capyau, neste volume de Antenna, na seção CQ-Radioamadores.



O lado místico do Capyau não foi revelado aos seus leitores, apenas para os amigos mais próximos, sendo que alguns afirmavam ter certeza de ele participar de reuniões secretas dos “cavaleiros templários”. Sua filha tem a lembrança de, bem pequena, ter ido com o pai a locais onde havia espadas, escudos e brasões.



Desde sua chegada ao sítio, o Capyau foi muito ativo socialmente; dessa vida social ativa surgiu a grande amizade que cultivou com vários radioamadores, entre eles Gilberto Affonso Penna, PY1AFA, editor de Antenna, e Rhony Alan Gomes, PY1MHQ, que morava perto.

Colaborava com a comunidade; atuou junto à concessionária de energia elétrica da região e criou uma associação de moradores para que os proprietários de sítios se cotizassem, criando boletos e ainda fez a topografia do lugarejo pra instalar a rede elétrica da região.



Recebendo o título de cidadão honorário de "Ilustre Personalidade Friburguense" no município de Nova Friburgo, em 13.12.1981.

Fazia transporte escolar para os vizinhos, com sua Kombi 66, pois levava o pequeno Massao para a escola e aproveitava para levar outras pessoas, principalmente crianças.

Sua frase favorita, "**plantei paciência e colhi felicidade**" dizia muito de sua resiliência, alegria e otimismo com a vida.

Infelizmente, a sua saúde começou a se deteriorar ao fim da década de 1980, com complicações decorrentes de diabetes e de catarata, o que o impediu de continuar colaborando com Antenna, após 1988.

Por fim, Mirue se lembra da preocupação (fundada, emho) do Capyau com os danos que os computadores poderiam causar à formação das crianças se esta não fosse bem feita e de que ele temia também estar próxima uma terceira guerra mundial.



**Casa do sítio em Bom Jardim (RJ), onde o Capyau viveu suas aventuras radioamadorísticas.**

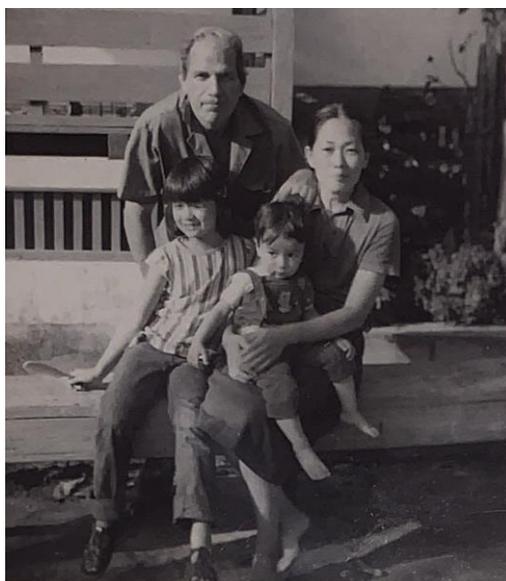


**Em uma visita ao sítio, Wanda, xtal de Gilberto, e sua filha Maria Beatriz, atual responsável pela Editora Antenna, Mirue e Massao, filhos do Capyau, e Mitsue, sua cunhada.**



Inauguração da estação PY1ESD no sítio: Nesta foto, a família Capyau com amigos testemunhando a primeira chamada - Gilberto, Levindo, Beatriz, Wanda, Márcia, xtal do Rhony; este, provavelmente, tirando a fotografia.

CAPYAU - JUNIOR



Massao, o caçula da família, ao que parece, puxou ao pai nas “aventuras e desventuras” e foi flagrado praticando CW, bem novinho...



**O Capyau “encantou-se” em 15 de março de 1991, em decorrência de complicações do diabetes. Pode estar, agora, quem sabe, em algum lugar, pescando com o seu amigo “Bigode” e junto à sua xtal, Terue, que “encantou-se”, também, no ano passado.**

E terminamos aqui a pequena narrativa sobre a vida pessoal dessa carismática figura, sobre a qual ela não falou nas descrições de suas aventuras e desventuras.

Reproduzimos, a seguir, uma delas, para que os leitores mais novos se divirtam e tenham uma ideia daquilo que nós curtíamos, em uma época em que não existiam as formas contemporâneas de comunicação digital instântanea e de organização em redes sociais.

Era uma festa a chegada das revistas nas bancas... a nossa Internet, junto com as frequências de rádio.

As discussões, por vezes acaloradas, ocorriam nas faixas de rádio e nas seções de comentários das revistas... dada a frequência mensal da maior parte dos periódicos, elas poderiam durar meses...

***E sim, os artigos daquela época, normalmente, são “textões”... mas é assim que exercitamos um de nossos principais órgãos, nosso cérebro. Ler muito, material de boa qualidade, só nos traz benefícios.***

Como todo exercício, depois que nos acostumamos, é algo que se torna fácil e prazeroso.

Boa leitura!

Marcelo J. O. Yared

## Apresentando (ou Reapresentando???) o Capyau

CQ-RADIOAMADORES \* CQ-RAD



188 — ELETRÔNICA POPULAR

SET./OUTUBRO, 1978 — Pág. 52

Sabe-se que "a ordem dos fatores não altera o produto". Pelo menos em Matemática — mas nem sempre, necessariamente, no Jornalismo.

Demos uma de "foca", lançando, em nosso número de julho/agosto de 1978, o Capyau, nas caricaturas da página 48. E embora, à página 128, uma carta do autor, PV1ESD (por enquanto...), Miécio, traga-nos alguns esclarecimentos complementares — nós, inadvertidamente, deixamos na gaveta a apresentação formal do personagem central das caricaturas — o Capyau.

**Quem é o Capyau? É um radioamador veterano, que não liga muito à sua aparência pessoal, andando sempre descabelado e de barba por fazer, mangas de camisa arregaçadas, um macacão de trabalho sempre sujo, simplório e querendo saber principalmente de "sombra e água fresca", e, é claro, também, de um QSO legal "de antena para antena"!**

Surgiu por acaso, quando o Miécio fazia uns "rabiscos" para ilustrar o artigo "Aventuras e Desventuras de um Radioamador da Roça". É "cristalizado" com uma japonesa e possui uma "cristalina" — uma coisinha linda-linda que nem se pode descrever!



**Eis a família "Capyau" em plena atividade campestre-radioamadorística: ele, o "cristal" e a encantadora cristalina, em um "rádio-piquenique"**

Aí está o quadro, que deveria ter precedido a primeira caricatura, para melhor entendimento das situações apresentada. Mas... antes tarde do que nunca: vocês perdoarão a má memória (arteriosclerose?... ) do PY1AFA, que não colocou as coisas na devida ordem.

E já devidamente apresentados o Capyau, a imensa simpatia de seu "cristal", e a lindieza de sua cristalina, passem a apreciar, com melhor conhecimento de causa, as muitas aventuras nas espirituosas caricaturas do Miécio, PY1ESD.

Inclusive na visita que fez, de corpo presente, às oficinas gráficas de Eletrônica Popular, onde desapareceu "misteriosamente" junto à máquina offset, e só veio a ressurgir, dias após, dentro da revista folheada (em um ônibus) por um apavorado leitor!...

(De: PY1AFA, Gil, SK)

# "O CAPYAU" VISITA ELETRÔNICA POPULAR!



# AVENTURAS E DESVENTURAS DE UM RADIOAMADOR DA ROÇA



MIÉCIO RIBEIRO DE ARAÚJO, PY1ESD (SK) \*

**Em E-P de maio/junho de 1978, o Grupo dos Veteranos apresentou o Autor. Acompanhem-lo numa reinfecção do "Radiococcus frequenciae", lutando contra as dificuldades de quem, em plena "roça", começa pela primeiríssima etapa: gerar energia elétrica "aproveitável" e econômica. Outras virão depois!**

DEPOIS de 30 anos de lutas sem tréguas como profissional de Aerofotogrametria nas "selvas de pedra" do Rio de Janeiro e São Paulo, resolvemos "pendurar as chuteiras", cedendo lugar para os mais novos.

"Tchau", patrão; "tchau", poluição; "tchau", televisão! Adeus, paletó e gravata!

Adeus, relógio e condução! Adeus, telefone, engarrafamentos e eletricidade!

Adeus coisas da cidade!

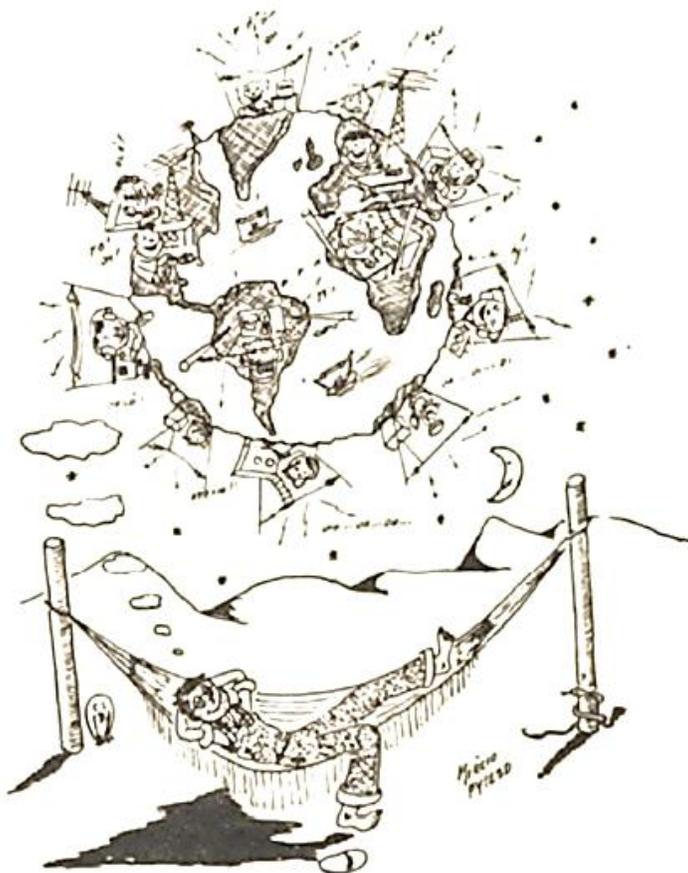
Depois de muito escolher e procurar, compramos um pedacinho de terra na zona rural do Estado do Rio de Janeiro, no Município de Bom Jardim, e para lá nos mudamos com "armas e bagagens", dando início, assim, ao nosso curso prático de "Aprendiz de Capião".

Passados vários meses de adaptação ao novo "status", certa noite, deitado na rede na varanda da casa, apreciando o céu estrelado, como só se vê na roça, e escutando os grilos da mata próxima, cantando em uníssono com os sapos e rãs do "corgo" junto à casa, fomos violentamente atacados, sem aviso prévio, de "rádio-frequencite aguda".

Começamos a imaginar...: Quantas mensagens não estavam naquele momento sendo trocadas por hábeis "chaveiros" nas subfaixas de CW? Numa maravilhosa sinfonia de "dis" e "dás", igual àquela que estávamos escutando, de grilos e rãs?

(•) Ex-PY1PK, de Niterói; Ex-PY7VJN, de Fortaleza; Ex-PY2BHI, de São Paulo.

E os "foneiros" tagarelas atropelando-se por toda a sua "avenida" em bate-papos intermináveis? E os modernos "patos" do SSB, esnobando com os seus "Eudgerts", "Swans", "Drakes" etc, tudo numa deliciosa sinfonia de sons e imagens! Imagens, sim! Pois, quantas transmissões de TV em varredura lenta estavam cruzando os céus naquele exato momento, enviadas por radioamadores de todo o mundo?



*"... SEM AVISO PRÉVIO, TIVEMOS UM  
ATAQUE DE RÁDIO-FREQUÊNCITE  
SUPURADA !..."*

Não restava mais dúvidas! Era uma recaída violenta e incurável de "rádio-frequêncite aguda supurada", e algo urgente precisava ser feito!

No dia seguinte, depois de uma noite de pesadelos, onde nos víamos afogados num mar de válvulas e transistores, literalmente cobertos de circuitos integrados, LED, diodos, tiristores, bits, capacitores e resistores, levantamos da cama estremunhados, mas dispostos a nos medicar imediatamente!

A primeira providência que nos ocorreu foi a da energia elétrica! Como consegui-la? A rede de distribuição mais próxima estava a quilômetros de distância!

No entanto, possuíamos em nosso pequeno sítio um rudimentar moinho de fubá, movido a água, e com mais de 40 anos de idade! Com o auxílio de um velho tambor de ferro de 200 litros, um relógio de pulso com ponteiro marcador de segundos, e no mês de mínima vazão, conseguimos determinar com relativa precisão a potência hidráulica disponível, que era de 1 HP!

Já dava para "quebrar um galhão"! A solução ideal seria a aquisição de um grupo gerador, composto de uma turbina hidráulica totalmente blindada, com o respectivo regulador automático a óleo e alternador acoplado.

No entanto, a "quilociclagem" disponível não dava nem para a saída! Pegamos nossa veterana Kombi "66", e rumamos para a cidade mais próxima, à procura de um "ferrovelho" onde pudéssemos fazer uma "pescaria" proveitosa.

Logo no primeiro onde entramos, nos deparamos, num canto, com um veteraníssimo gerador Carmos coberto de poeira! Tirando a sujeira da plaqueta de características, pudemos ler, não sem alguma dificuldade, que se tratava de um gerador de C.C. de 110 V por 750 W e de apenas 650 r.p.m., o que se adaptava lindamente às nossas pretensões!

Trazido o gerador para a luz do sol, constatamos que as bobinas de campo estavam em péssimo estado, com o encadaramento todo destruído e em curto com a carcaça!



*...O NOSSO ASTRAL ESTAVA BOM NAQUELE DIA...*

"Chacoalhando" o eixo do induzido, sentimos que os dois rolamentos de apoio estavam com folgas terríveis! Quanto às escovas, só existiam os restos de uma, a outra havia desaparecido! Felizmente, o induzido estava com o seu bobinado em bom estado, e o coletor, inexplicavelmente, estava "joia"!

Depois de uma longuíssima "conversa" sobre futebol com o dono do estabelecimento, conseguimos botar aquele "ferro-velho" dentro de nossa Kombi por Cr\$ 3,00 (três cruzeiros), o quilo!

Mais uma "olhada" pelo estabelecimento e deparamos, maravilhados, com um punhado de cruzetas de madeira com os respectivos isoladores de porcelana, grampos de fixação aos postes, barras de estaiamento etc.

**Não restava dúvida, o nosso "Astral" estava bom mesmo naquele dia!**

Com um canivete, verificamos que o madeiramento das cruzetas estava completamente sadio no seu interior, e, depois de uma escolha criteriosa, meia dúzia de cruzetas foram fazer companhia ao veterano Carmos dentro da Kombi!

Mais uma "sapeada" pelo local, e saímos sobraçando uma velha roda de bicicleta sem alguns raios, uma roda-polia de uma máquina de costura "musalêmica", um tubo de ferro cromado pertencente a um ventilador de coluna, alguns metros de cabo de aço médio, um rolo de arame galvanizado grosso, e "maravilha das maravilhas": um rolo de arame de cobre nº 8, já muito usado, porém ainda apto a prestar bons serviços!

Depois de colocar toda esta "tralha" dentro da Kombi e de ter acertado com o dono do estabelecimento o "prejuízo" total, voltamos para o sítio, felizes da vida pela "pescaria" efetuada, mas não sem antes passar pelo jornaleiro da cidade e ver se já tinha chegado o último número de Eletrônica Popular, e de passar pelo supermercado local e providenciar as encomendas da "patroa".

No dia seguinte, logo após o cantar do galo, tomamos café e fomos para a oficina dar início ao nosso tratamento!

Primeiro, desmontamos inteiramente o veterano Carmos, e constatamos a justeza de nossas observações do dia anterior quanto à sua recuperação.

Voltamos rapidamente à cidade, onde adquirimos dois novos rolamentos, duas novas escovas, um rolo de cadarço branco para enrolamentos de motores, algumas folhas de lixa para ferro, uma folha de fibra fina, uma latinha de zarcão e outra de tinta a óleo cinza-escuro.

Com este material, demos início à reforma de nosso gerador. Primeiro, encadaramos novamente as "panquecas" do campo, depois de ter retirado com cuidado o que restava do encadaramento original. Em seguida, passamos verniz, e as "panquecas" foram postas ao sol para secar. Com auxílio das lixas de ferro, retiramos a ferrugem do interior da carcaça e passamos duas mãos de zarcão nesta. Com a folha de fibra, forramos todo o interior da carcaça e montamos em seus lugares as massas polares e as respectivas "panquecas", que, a essa altura, já estavam completamente secas.

Com isso, conseguimos a eliminação total dos curtos existentes e, com o nosso veterano "Sanwa 320", pudemos verificar ser perfeito o isolamento conseguido! Uma passagem de lixa fina no coletor deixou este limpo e brilhando!

Montamos os rolamentos em seus respectivos mancais, aplicando-lhes generosas camadas de graxa especial para rolamentos.

Finalmente, montamos todo o conjunto, tendo o cuidado de introduzir previamente, entre o campo e o induzido, folhas de fibra fina de 4 cm X 15 cm. Tais folhas, posteriormente retiradas com um alicate de bico fino através das aberturas de ventilação do gerador, garantiram uma perfeita centragem do induzido em relação às peças polares do campo, separados por uns escassos 2 milímetros!

Uma demão de zarcão em toda a parte externa e, sobre esta, duas demãos de tinta a óleo cinza escuro, além de uma lixada de leve na plaqueta de características, deixaram o nosso gerador com aspecto de ter saído da fábrica naquele dia!

Mas, "aquilo" iria funcionar? De seus terminais iria sair alguma corrente? Como testá-lo?

Mais uma vez, recorreremos à velha Kombi "66", que tantos serviços já nos havia prestado. Primeiramente, suspendemos, com ajuda de um macaco, uma de suas rodas traseiras.

Ligamos o motor e, por graça de uma das maravilhas mecânicas inventadas pelo homem, ao engrenarmos uma "segunda", o diferencial jogou toda a força do motor na roda suspensa, deixando imóvel a roda apoiada no solo! Encostamos, então, a polia no nosso gerador no pneu da roda em movimento, e o conjunto começou a girar com boa velocidade!

Numa expectativa angustiante, e com as mãos trêmulas de nervosismo, ligamos aos terminais do gerador um grupo de 5 lâmpadas de 110 V, 60 W, montadas provisoriamente numa tábua. E a "coisa" funcionou!!! As lâmpadas acenderam "a pleno", com um brilho lindo!... lindo!..., que arrancou, de um "capiou" presente, exclamações de sincera surpresa!



O "cristal" veio lá de dentro correndo, para participar de nossa alegria e, aproveitando a "viagem", trouxe a velha enceradeira e o liquidificador, lembranças dos tempos de cidade, para ver se estes saíam de seu descanso forçado! Ligados ambos ao gerador, funcionaram esplendidamente, deixando a "cristal" eufórica e saltitante!

Como os dois possuíam escovas, não era novidade o seu funcionamento em C.C., mas o que não esperávamos era o magnífico torque apresentado por eles, ficando mais uma vez demonstrado que os motores em C.C. oferecem muito maior rendimento do que os em C.A.!

Para finalizar a experiência, foi ligada a furadeira elétrica, e alguns furos foram feitos numa tábua com velocidade de um raio! (adeus, furadeira manual).

Passada a emoção do momento, normalizadas as batidas cardíacas, começamos a pensar imediatamente na posteação e transmissão da energia do moinho de fubá à casa sede, numa distância de 200 m.



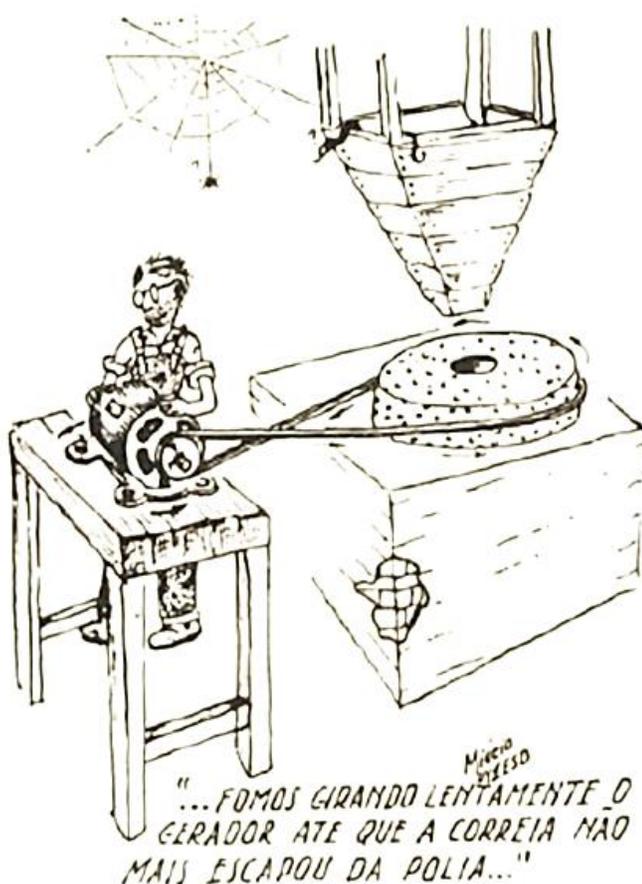
Com a ajuda de alguns capiaus, especialmente contratados, cortaram-se da mata próxima seis postes de garapa, bem retos, os quais, depois de descascá-los, tiveram queimadas as extremidades a serem enterradas no solo, depois do que untamo-nas com óleo queimado, para maior durabilidade.

Montadas as cruzetas nos postes, enterrados estes nos seus lugares, e estendida a fiação, ficou pronta a nossa.. "linha de transmissão"!

**FOTO 1 — A "casa de força"...**  
**Já sei que vocês querem saber o que significam os caracteres! Lá vai: os da esquerda querem dizer "Pedra Branca" e os da direita, "Roda d'água".**

Atacamos, então, o problema do acoplamento do gerador ao moinho de fubá! Depois de um tempo enorme, determinando rigorosamente o "esquadrejamento" do gerador com a mó do moinho, com auxílio de prumo, nível de pedreiro, régua, esquadro etc, acoplamos o gerador à mó por meio de uma correia em "V", do tipo industrial.

Aberta a comporta, soltamos a água, e esta moveu o "rodízio" do moinho... "Zapt", lá se foi a correia para fora da polia!



Repetimos inúmeras vezes a experiência, e a correia sempre teimando em pular fora da polia!

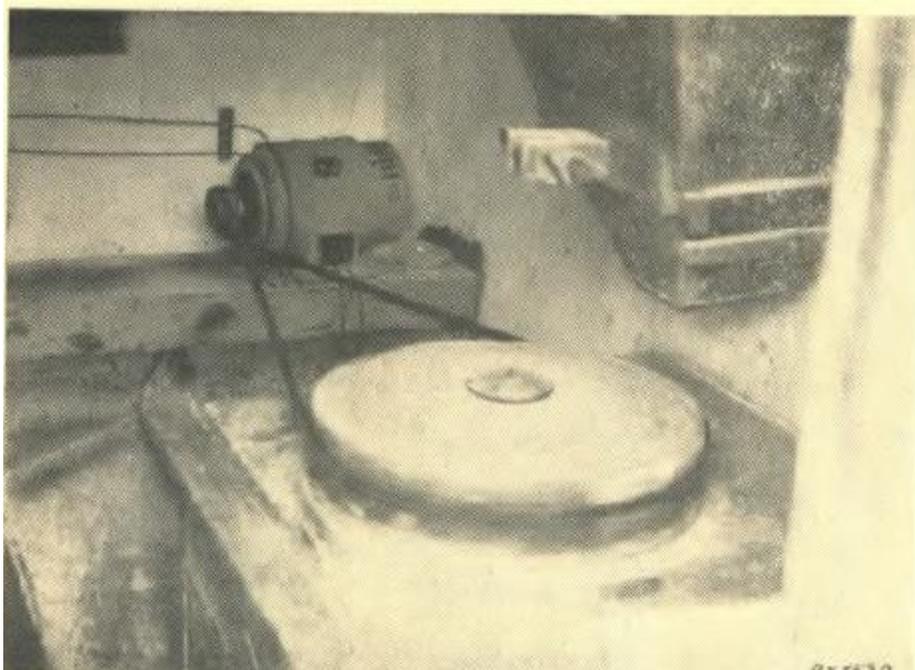
Já estávamos soltando baixinho algumas imprecações impublicáveis, quando nos lembramos de que; "... as correias transmissoras de energia procuram por si mesmas a sua melhor posição de funcionamento sobre as polias motoras e receptoras...".

Parando de dizer e pensar coisas impublicáveis, soltamos o gerador do seu berço, cujo alinhamento nos havia custado tanto trabalho, e girando-o sobre si mesmo, conseguimos encontrar uma posição em que a correia de transmissão se manteve firme em seu lugar, e onde está até hoje, passado exatamente 1 ano de uso diário, sem ter pulado fora uma só vez! O gerador, em sua nova posição, ficou inteiramente fora de alinhamento em relação ao eixo da mó!

Se o prezado leitor algum dia tiver frente à frente um problema semelhante, já sabe! Esqueça a Matemática e a Geometria! E vá lentamente girando o seu gerador sobre si mesmo, até encontrar a posição em que a correia não pula mais fora da polia!

Resolvido o problema do acoplamento do gerador ao moinho de fubá, atacamos o de ligar e desligar a nossa "usina" de dentro de casa a duzentos metros de distância!

Resolvido o problema do acoplamento do gerador ao moinho de fubá, atacamos o de ligar e desligar a nossa "usina" de dentro de casa a duzentos metros de distância!



**FOTO 2 — O veterano "Carmos", totalmente recuperado, produzindo energia para os QSO de PY1ESD. Em primeiro plano, a mó girando a 120 r.p.m.**

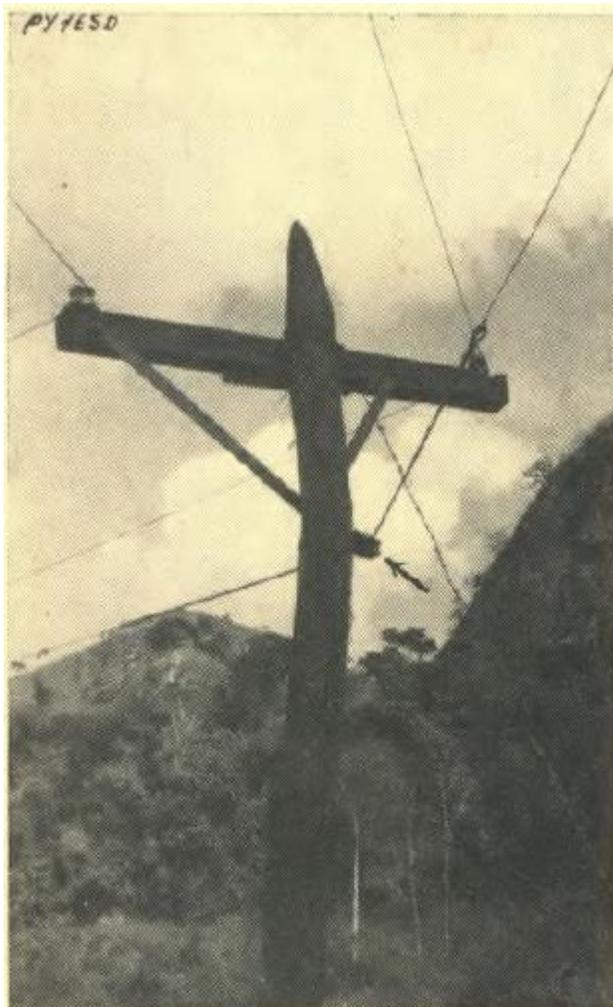
No batente da varanda da casa colocamos a roda-polia de máquina de costura. Sobre a comporta da entrada de água, junto ao moinho, colocamos a roda de bicicleta, depois de ter passado nela generosas camadas de zarcão.

Unindo as duas rodas, foi estendido o arame de ferro galvanizado, e passado por isoladores furados, existentes em cada poste. Não só nas rodas, como também nos isoladores por onde passa o fio de ferro, este foi substituído, no local, por pedaços de cabo de aço, devidamente engraxado, reduzindo-se, assim, o atrito ao. mínimo, por causa, principalmente, da flexibilidade do cabo.

Finalmente, dois pesos, de 15 kg cada, foram colocados nos dois extremos do arame, ficando o conjunto, deste modo, perfeitamente equilibrado, bastando fazer pouquíssima força no peso existente na varanda da casa para desequilibrar todo o conjunto, suspendendo a comporta de entrada de água. e fazendo com que esta iniciasse o seu trabalho.

Pra desligar a luz, basta suspender o peso dentro da varanda, e a comporta imediatamente se fecha, cortando o fluxo d'água.

Finalmente, chegou a hora da instalação elétrica dentro de casa e, principalmente, no cômodo reservado para o "shack".



**FOTO 3 — Um dos postes da linha de transmissão. Observem o cabo de comando na parte inferior.**

Tudo pronto, eis que chega o grande dia.

Às seis horas da tarde, quando as primeiras estrelas apontavam no céu, Miruê, a "cristalina" do Autor, de 4 aninhos, abaixou o peso na varanda, e após alguns segundos de angustiosa expectativa... chegou a luz!!!

A casa ficou feericamente iluminada, arrancando aplausos e expressões de espanto de vários capiaus, que vieram de longe para ver o "doutor da cidade" que ia... dar à luz... em sua casa!

E agora?? Como transformar aqueles 110 V C.C. em R.F. e com esta fazer ORM nas faixas?

Uma consulta aos nossos alfarrábios, e encontramos, no Nº 23 do OTC da LABRE de dezembro de 1938 (??!!) um artigo de um tal de PY4CM, descrevendo um transmissorzinho de AM/CW alimentado por 110 V C.C. gerados num... MOINHO DE FUBÁ!!

Era um paralelo de 25L6, por um "push-pull" de outras duas 25L6. No oscilador a cristal, outra 25L6, e no pré de A.F., uma 6N7.

Para os mais novos que nos leem, sabem o que era este tal de "OTC da LABRE"? Era uma gostosa revistinha técnica de rádio, do formato de nossa querida Eletrônica Popular, editada pela LABRE Central, e distribuída GRATUITAMENTE aos seus associados, através das seccionais!

Ah... que bons tempos aqueles...!

Será que voltarão algum dia?... Magníficos artigos técnicos, teóricos e práticos escritos por "cobras", tais como A. Vieira da Rosa, Carlos G. Lacombe, Pareto Neto, Visitação, J. J. Tecídio, A. Portela, o já citado PY4CM, e muitos outros, que a memória traiçoeira não nos permite citar, além de notícias de interesse geral da R.B.R.

E por falar no 4CM, vocês sabem quem é?... Não??!! Pois fiquem sabendo que é, "nada mais nada menos", do que o nosso querido "primo GIL"! Ele mesmo! O homem da bigodeira! O atual PY1AFA!! Ou seja, o Doutor Gilberto Affonso Penna, Mui Digno Diretor de nossa querida Eletrônica Popular e da "mamãe" Antenna, graças ao qual milhares de radioamadores e radiotécnicos brasileiros puderam continuar a acompanhar os progressos da Eletrônica através das páginas das citadas publicações! (ver Edição Histórica de Antenna, págs. 115 e seguintes).



“... APÓS DOIS DIAS DE TRABALHO  
NASCEU O “TIZIU” TRANSMIS-  
SORZINHO DE AM-CW...”

Depois destas divagações históricas e saudosas, voltemos ao transmissorzinho do 4CM, publicado no OTC da LABRE há "apenas" 40 anos atrás! Teríamos nós, em nossa sucata de radioamador veterano da "Cidade Sorriso" de Niterói e da "Desvairada Paulicéia", as válvulas recomendadas?

"Fuçado" o caixote de sucata, lá encontramos, não duas 25L6, mas sim duas 50L6 (mesma válvula com mais tensão no calefator) e, para nossa sorte, encontramos também duas 50B5 (versão miniatura da 50L6).

Uma 12AU6 e uma 12AX7 saíram do caixote e vieram fazer companhia às primeiras.

Dias após, saía de nossa bancada o "Tiziu", transmissorzinho de AM/CW em 40 e 80 metros, versão ligeiramente modificada do publicado por 4CM nas páginas de OTC. Em lugar do oscilador a cristal, um O.F.V. com a 12AU6. No pré de áudio, em vez da 6N7, uma 12AX7.

Como todas as válvulas utilizadas consumiam a mesma corrente nos calefadores, não houve dificuldade em liga-las em série, ficando o conjunto de R.F. (12AU6/50L6/50L6 = 112V), ligado em paralelo com o conjunto de A.F. (12AX7/50B5/50B5 = 112 V).

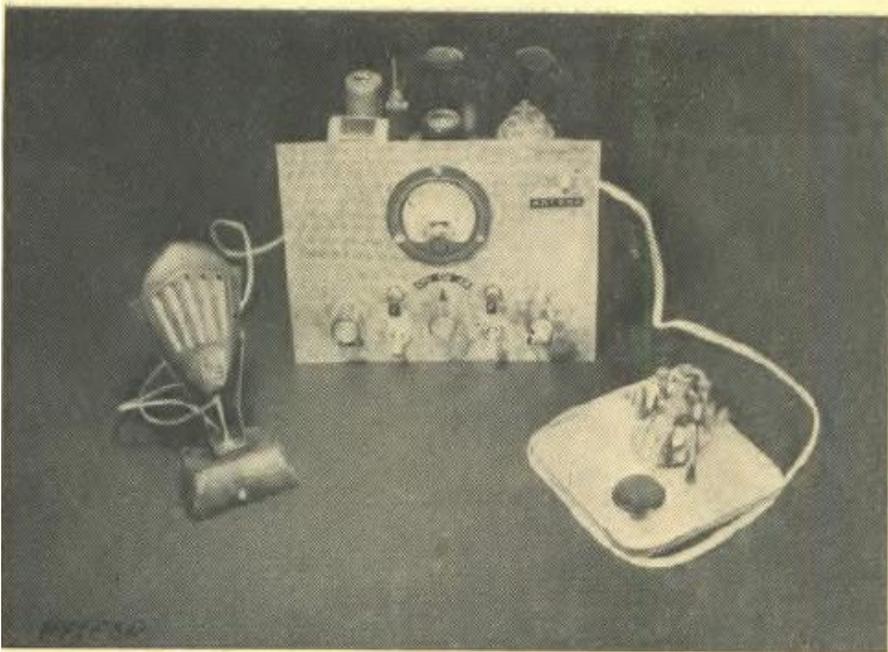


**FOTO 4 — Acima, Teruê e Miruê, respectivamente "cristal" e "cristalina" do PY1ESD, ligando a luz na casa. Vejam a roda de máquina de costura e o peso de 15 kg.**

**FOTO 5 — Ao lado, Junto à "casa de força", o comando da comporta. Na parte superior, a roda de bicicleta que serve de polia. Na parte inferior, o tubo aproveitado de um pé de ventilador, tendo em seu interior chumbo previamente fundido, com um peso total de 15 kg.**



E agora?... Como escutar os primeiros gorjeios do "Tiziu", recém-nascido? Não possuíamos nenhum receptor que sintonizasse as faixas de radioamadores! O nosso veterano NC100XA da National estava todo desmontado num canto, esperando uma reforma total, que nunca vinha...



**FOTO 6 – Aspecto do “Tiziu”.**

O "noveleiro" transistorizado do "cristal" não sintonizava as faixas de radioamadores, mas era capaz de sintonizar em 10.500kHz e esta frequência era o 3º harmônico do O.F.V. do "Tiziu", que ia de 3500 a 4.000 kHz!

Ligado o "noveleiro", ligado o "Tiziu", sintonizado o O.F.V. deste último, e lá estava aquele maravilhoso sopro tão nosso conhecido! "Shiiiiiiiiúúúúúú", em 10.500kHz!

Agora, vamos para o amplificador final.

Acoplada por um "link" de 4 espiras ao amplificador final, colocamos, como antena fictícia, uma pequena lâmpada de 110 V/6 W.

Virando a chave geral para "CW", e calcando o manipulador, procuramos o "mergulho" característico de ressonância. Mas..., cadê aquele mergulho, que sempre jogava o ponteiro do miliamperímetro lá para perto do zero, quando o tanque entrava em ressonância?

Por que o "mergulho" era de uns míseros 5 mA? O que estava acontecendo com a lâmpada que servia de antena fictícia, e cujo filamento apenas apresentava um ligeiro rubor?

Fuça daqui, mexe ali, olha acolá, troca aquela "resistência" (perdão, agora é resistor, né?) de polarização das 50L6, põe espiras na bobina, tira espira da bobina, encosta a ponta do "pai de todos" (palavrão) na q ponta do ferro de soldar, e o (palavrão) do mergulho mantendo-se em 95 mA em ressonância, contra 100 mA, fora dela!

Depois de um sanduíche de pão com Melhoral, e um refresco de sal de frutas com sonrisal, lá fomos nós para a cama, achando que por causa daquela rádio-freqüência supurada iríamos apagar os filamentos para sempre!

No dia seguinte, já algo refeitos da "surra" da véspera, fomos para a nossa bancada e... EUREKA!... VITÓRIA!..., por que não havíamos pensado nisso antes?

O nosso O.F.V. não estava oscilando em 3500 kHz, e sim em 5250 kHz, e o que nós estávamos sintonizando não era o 3º harmônico, e sim o 2º!

Como verificar a veracidade de nossa descoberta? Já sei!... um ondâmetro de absorção!

Mais uma "fuçada" no caixote da sucata, e com algumas horas de trabalho, depois de uma consulta ao "Handbook" da ARRL, surgiu um ondâmetro de absorção ultrasensível, composto de 4 bobinas intercambiáveis, um capacitor variável de 140 pF, um miliamperímetro de 0 a 1 mA, e um diodo de germânio, tudo alojado numa caixinha de alumínio.

E o mostrador transparente? Como conseguir ali na roça um pedaço de acrílico?

Nesse dia, o canário teve o seu comedouro de plástico substituído por uma miserável lata de sardinha vazia, e o fundo do comedouro lá está no ondâmetro, marcando com precisão as frequências de trabalho!

E, agora, a calibração... "cumé qui é"?

Lá fomos nós na veterana Kombi até a cidade (Nova Friburgo), atrás de socorro com os "cobras eletrônicos" locais.

Lá chegando, perguntamos ao primeiro "cobra eletrônico" contatado (era o Rhony - PY1MHQ):

"O colega sabe quem tem um ressonímetro para me emprestar por algumas horas, para que eu possa calibrar o meu ondâmetro?"

"Eu tenho", responde o Rhony.

"E o colega poderia emprestá-lo?"

"Posso", respondeu o Rhony, e unindo a ação às palavras, trouxe lá de dentro um... lindo...! lindo...! lindo...! "Grid-Dip-Meter", James Millen, com um jogo de bobinas intercambiáveis, abrangendo de 200KHz a 220 MHz.

E lá voltamos nós para a roça, tocando a Kombi a 20 km por hora, por causa da "preciosidade" que o bom Rhony nos havia confiado. Calibrado o ondâmetro, devolvido o ressonímetro ao seu dono, lá vamos nós reiniciar o tratamento!

Batata... lá estava o ondâmetro acusando, sem sombras de dúvida, a frequência de oscilação do O.F.V. em 5250 kHz, em lugar dos 3500 kHz pretendidos!

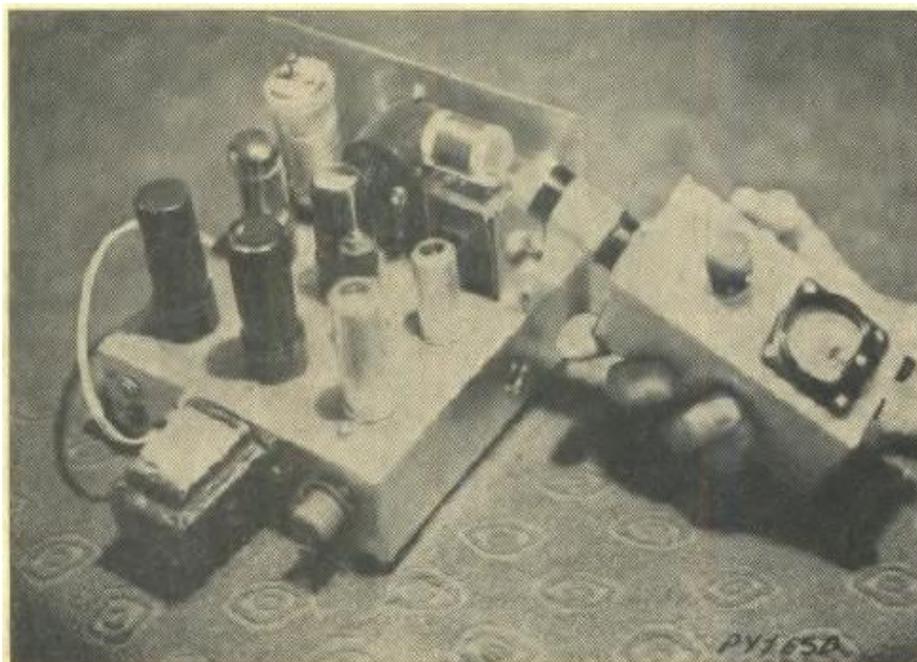


FOTO7 – Determinando a frequência de trabalho do O.F.V. do “Tiziu”, com o ondâmetro de absorção, construído especialmente para esta finalidade.



FOTO 8 – O ondâmetro, com suas 4 bobinas, cobrindo as faixas de amadores de 5m a 160m.

Aumentada a indutância da bobina, com o acréscimo de mais algumas espiras, ligado o "Tiziu", acoplado frouxamente o ondâmetro ao O.F.V., joia! 3500 a 4000 kHz... cravados!

Agora sim! Temos certeza de conseguir um bruto mergulho do ponteiro do miliamperímetro lá no tanque final, pois o que estávamos sintonizando anteriormente era... sei lá que harmônico!

Ai... minha nossa... por que será que fui gostar de Radioamadorismo e Eletrônica?

Por que este (palavrão) de ponteiro não desce? O que estará havendo agora? A patroa poderia me preparar um sanduíche de Cibalena, e uma batida de Engov + extrato hepático?

Comido o sanduíche, bebida a batida, vamos lá no QTC da LABRE ver se o 4CM nos ajuda. Está ali, na pág. 21: "Fui forçado a usar um capacitor de 500 pF — valor que ainda está aquém do ótimo — em virtude de estarem as válvulas finais em paralelo e trabalhando com reduzida tensão anódica e consumirem 170 miliamperes, aproximadamente. Daí resulta uma impedância de placa muito baixa (640 ohms), exigindo uma relação L/C um tanto invulgar".

Era uma pista! Estávamos usando um capacitor no tanque final de  $2 \times 410$  pF, ou seja, 820 pF no total! Seria esta alta capacitância responsável pelo mergulho de apenas 50%, que agora já conseguíamos nas duas 50L6?

Vamos dar uma olhada nos "Handbooks" da ARRL?? O mais novo que possuíamos (1969) não dizia nada. Os de 1964, 53. 51... nada, nada, de nada! Os de 42 e 51 da Califórnia...

"Niente de piú". Finalmente, só nos restava o "Radio Amateur Handbook" de 1939, edição em castelhano e... lá estava, na pág. 188, a resposta daquilo que inutilmente procuramos nas outras edições:

***"... Quanto mayor sea la impedância dei tanque en ausência de carga, menor será la mínima corriente de placa. Por esta razón, las elevadas relaciones L-C dan como resultado muy bajos valores de corriente anódica; recíprocamente un tanque de alta C dará lugar a valores bien más elevados.***

***No obstante el valor mínimo de la corriente anódica, no podrá tomar-se, como Índice dei probable rendimiento, y en especial quando se utilice una regular capacidad en el tanque, por quanto en ausência de carga la corriente de RF que circula en un tanque de alta C es elevada, puesto que las pérdidas varíam con el cuadrado de la corriente, pudiendo ser estas en ausência de carga, quizá altas comparadas con las presentes en um tanque de baja C.***

***Quando el amplificador se encuentra entregando potência a una carga, la corriente circulante cae aprecíablemente, y las pérdidas en el tanque disminuyen de modo que bajo condiciones de carga, el rendimiento real es casi el mismo con una relacion L-C óptima sobre el tanque, que con uma extremadamente baja C..."!***

**Mais uma vez um "Handbook" da ARRL salva um radioamador de um colapso total, e internamento numa clínica de repouso!**

Descoberta a causa do mergulho de apenas 50% e completamente recuperados da "estafa eletrônica", resolvemos verificar qual seria a potência de saída do "Tiziu".

Acoplada novamente a lâmpada de 110 V, 6 W, ao tanque final, ela acendeu com um bom brilho, quando em ressonância. Colocamos,

então, uma régua graduada embaixo da lâmpada, de modo que ela ficasse exatamente no "zero" da régua.

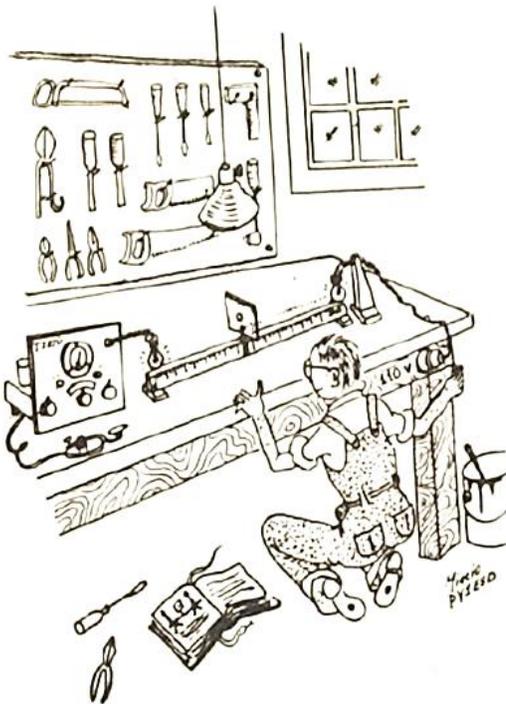
Em seguida, colocamos outra lâmpada exatamente igual à primeira no fim da escala da régua (30 cm), e ligamos esta última diretamente aos 110 V C.C.

Com um clip de papel dos grandes, servindo de cursor sobre a régua, prendemos a ele um retângulo de mata-borrão, tendo no seu centro uma gotinha de óleo. Pronto! Na falta de um "Weston", acabávamos de improvisar um fotômetro de Bunsen. (Ver "Física", de Nobre, 22ª edição, ano de 1931, pág. 399).

Deslocando o cursor com o cartão, chegamos em um determinado local sobre a régua, no qual a pequena gota de óleo pareceu sumir. Deixando o cursor neste ponto, verificamos que ele se situava a 18 cm da lâmpada que servia de antena fictícia e, conseqüentemente, a 22 cm da lâmpada ligada aos 110 V C.C.



*"... MAIS UMA VEZ O HANDBOOK DA ARRL SALVA UM RADIO-AMADOR DE UM COLAPSO TOTAL...!"*



*"... ACABÁVAMOS DE IMPROVISAR UM FOTÔMETRO DE BUNSEN...!"*

Conclusão: o nosso "Tiziu" estava dando uns polpudos 5 W de saída, amplamente suficientes para minorar muito os nossos sofrimentos decorrentes da rádio-freqüente supurada...

Chegava a hora de experimentarmos a parte de A.F.!

Ligada a chave para fonia... surpresa!!!! O miliamperímetro de placa caía violentamente, demonstrando a existência de alguma anormalidade. O que seria agora????!

Medidas as tensões antes e depois do reator de filtro que servia de transformador de modulação, verificamos que ele era o responsável pelo mergulho do miliamperímetro de placa, dada a sua grande resistência interna, pois era enrolado com grande número de espiras de fio muito fino!

Trocado o reator por outro de menor resistência interna, a diferença de leitura de CW para Fonia foi de apenas 5 mA.

Agora, sim, era só ligar o microfone e mandar aquele: Alôôô... ôôôô... lata!

Depois de muito procurar o nosso velho microfone dos tempos de 1PK, 2BF1J e 7VJN, e sem encontrá-lo na confusão em que se encontrava a nossa oficina, resolvemos improvisar um microfone, lançando mão de um pequeno alto-falante magnetodinâmico de rádio transistorizado.

Ligado este à grade da 12AX7, sintonizado o sinal do "Tiziu" no "noveleiro" do "cristal", respiramos fundo e mandamos brasa... lançando um Alôôôôô... OLÁAA... que mais parecia o grito do Tarzã quando torceu o pescoço do leão!

?????????

Zuiiiiiiiiimmm... plóft!... Zuimmmmmmmplóft!... Zuimmmmm... plóft!...

?????????

Oscilação de baixíssima freqüência no modulador?

Essa não ... !!!

Seria este fiozinho aqui da grade, muito perto deste outro da placa?... não, não era!

Vai ver que era este capacitor de acoplamento com fuga!... não, também não era!

Seria falta de blindagem entre o pré e as moduladoras?.. ficou tudo na mesma [palavrãozinho].

Ah... já sei, é a 12AX7 que está com defeito!

Temos na sucata outra para experimentar?... temos!

Zuimmmmm... plóft!... Zuimmmmmmm... plóft!... [palavrãozão]!

...???...

Minha nossa!!! ...não é que eu me esqueci de ligar um transformador para casar a baixíssima impedância da bobina móvel do alto-falante com a altíssima impedância de entrada da 12AX7?

RAIOS...!

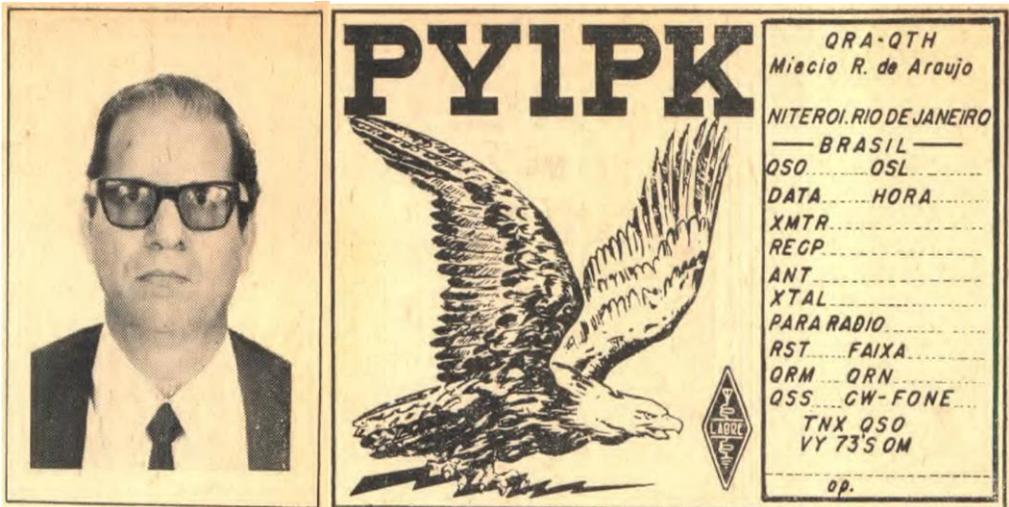
Apanhado um velho transformador de saída, soldado às pressas, colocando o seu secundário agora funcionando como primário na bobina móvel do alto-falante, e o seu primário original na grade da 12AX7, arriscamos um tímido alô... olá, que transformado imediatamente num poderosíssimo "ALÔ ...OLÁ" através do alto-falante do "noveleiro" nos deixou em "estado de graça"!! Havia acabado todos os nossos sofrimentos!!

Sentíamo-nos exatamente como o Zagalo, quando o juiz trilou o apito dando por encerrado o jogo entre o Brasil e a Itália, lá no México, em 1970!

Agora, era só resolver o problema da recepção, instalar a antena, arranjar lá na cidade uma tipografia que fizesse uns QSL b m baratinhos... e, por favor, deixem o canal livre... que o PY1ESD só tem 5W na antena!

E a novela prosseguirá: "Voando cada vez mais alto" e "Transformando um velho 'noveleiro' transistorizado de mesa num receptor de comunicações para amador"... com todos os "babados" necessários: oscilador de batimento, detector de produto, filtro a cristal, dupla conversão, etc. e tal — são os próximos capítulos — aguardem!

O Autor agradece publicamente ao Rhony (PY1MHQ), e ao Miguel Combat (PY1MAM), ao primeiro pelo empréstimo de seu magnífico James Millen e pelas preciosas "dicas eletrônicas", e ao segundo, pelo empréstimo de sua fabulosa "Asahi-Pentax", com a qual o Autor tirou as fotos que ilustram este artigo.



Miécio Ribeiro de Araújo em 1978 e seu primeiro QSL

## 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\*



## Um verdadeiro “rabo-quente” brasileiro?

**Um dos poucos receptores — ou quem sabe o único genuinamente “rabo-quente produzido no país — era “brasileño, pero no mucho”: vinha da Argentina**

O receptor foi o conjunto Douglas 6C45. Foi trazido da Argentina no fim da década de 1930, início da década de 1940, e vendido, montado ou em forma de *kit* (conjunto de peças), pela Casa Sotto-Mayor, que ficava localizada na Rua Libero Badaró n.º 645, no centro de São Paulo. O conjunto também foi comercializado por empresas como a Radio Rama, do Rio de Janeiro.

O radioreceptor tinha duas bandas, “longas e curtas”. “Ondas longas” era como se denominava, antigamente, a atual faixa de onda média. Era um circuito com cinco válvulas: 6K8, 6K7, 6Q7, 6F6 e 80, 5Z4 ou 5Y3.

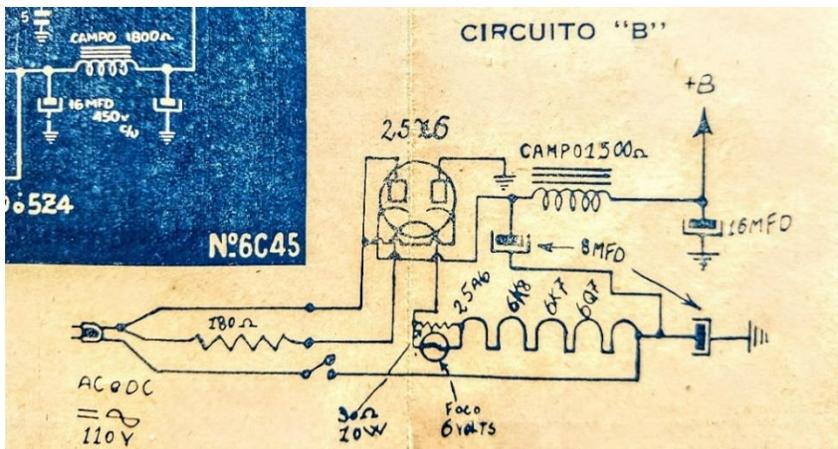


Figura 1. A versão “rabo-quente” do Douglas 6C45, ou seja, com resistor de queda embutido no cabo de alimentação, funcionava em 110 V e usava as válvulas 6K8, 6K7, 6Q7, 25A6 e 25Z6. O resistor de 180 Ω, embutido no cabo, era de nicrome, isolado com amianto.

\*Dante Efrom, PY3ET – Antennófilo desde 1954.



O resistor embutido de nicrome não podia ser emendado. A conexão no plugue e na fonte do rádio era por prensagem através de arruelas e parafusos. Como o cabo de alimentação trabalhava aquecido, para evitar sobreaquecimento e risco de incêndio não devia ser enrolado, encurtado ou escondido atrás de cortinas.



**Figura 4. O rabo-quente verdadeiro da Douglas era montado em gabinetes “genéricos”. O mesmo tipo de gabinete foi utilizado em vários outros rádios posteriores, com o circuito 6C45 da Douglas, como o “Monitor” da ilustração.**

No Brasil não se fabricaram, em escala industrial, receptores genuinamente “rabo-quente”, ou seja, com cabo de alimentação com resistência. Os poucos que foram vendidos no país eram originários da Argentina, geralmente semiartesanal, em forma de *kits*, ou oriundos dos Estados Unidos.

Para reparações nestes aparelhos, havia cordão resistivo vendido, por metro, em algumas lojas de componentes eletrônicos da época, no Rio de Janeiro, nos primeiros tempos, e depois também em São Paulo. Os cabos resistivos vinham do exterior. O Rio de Janeiro era o grande centro importador de componentes naquele tempo e tinha a maior rede de varejistas.

Dependendo da tensão de funcionamento do receptor, o cabo era escolhido e cortado no comprimento necessário, para que o resistor de queda tivesse o valor ôhmico adequado. Havia cabos de 190 ohms/metro e de 240 ohms/metro. Em ANTENNA de maio de 2023, p. 33, explicamos isso. Não faça confusão: os verdadeiros “rabos-quentes” eram os aparelhos com o resistor embutido no cabo de alimentação.

Além de fornecido em forma de *kit* ou já montado, o mesmo receptor “rabo-quente”, com o conjunto das bobinas Douglas 6C45, foi comercializado posteriormente sob a marca “Radium”, no início da década de 50, provavelmente produzido por lojistas.

**“KISS”, quando o menos é mais.** Não se trata da banda de *hard rock* Kiss, mas sim do princípio ou doutrina K.I.S.S. — sigla de “*keep it simple, stupid*”, “mantenha isso simples, imbecil”, um *slogan* adotado antigamente em departamentos de engenharia e projetos.



**Figura 5. Letreiro que era usado nas áreas de projetos, antigamente. “Keep it simple, stupid”: era um lembrete para que a complexidade exagerada fosse evitada.**

Pelo princípio KISS, a maioria dos sistemas funciona melhor se não forem complicados. Era uma sigla para enfatizar que o simples pode ser suficiente. Simplificar é boa engenharia: simplicidade também é um requinte.

Assim mesmo, na década de 1930, houve empresas, fabricantes de radiorreceptores, que imaginaram que deveriam competir no mercado, produzindo receptores de alto luxo, caros e cada vez mais complicados.

Um destes aparelhos foi o “Scott Philharmonic”, tido como o Rolls-Royce dos receptores. A empresa, Scott Laboratories, se anunciava como “The Stradivarius of Radio”, produtora dos Stradivarius dos rádios. Não soa parecido com os anúncios de hoje de certos equipamentos valvulados de áudio *high-end*?

O receptor Scott Philharmonic tinha nada mais, nada menos, do que 30 válvulas. Era de seis faixas, com resposta de áudio de 30 a 16 kHz. No seu circuito o aparelho contava com dois estágios passabanda de RF, filtros de ruídos, etapa de FI com transformadores de elevado “Q” e largura de banda continuamente variável, para ajuste ótimo da seletividade e da sonoridade, circuito de controle automático de ganho com retardo etc.

Em alguns modelos o estágio de áudio era triamplificado. Tais receptores, como o Zenith 1002 Stratosphere, tinham preços realmente estratosféricos. O desempenho geral era bom, mas havia naqueles tempos receptores muito mais simples, com menos da metade das válvulas, que podiam rivalizar e até ultrapassar o desempenho do Scott Philharmonic.

The Scott Philharmonic Tuning Chassis

## 30 tube SCOTT PHILHARMONIC

THE FINEST HIGH FIDELITY CUSTOM BUILT RADIO RECEIVER IN THE WORLD

Like the name Stradivarius on a violin, the world's synonym for FINEST is custom, the name "Scott" on a radio receiver has become, over the years, synonymous with the FINEST in radio.

A masterpiece of advanced design and craftsmanship—the new SCOTT PHILHARMONIC RECEIVER—is, we believe, the finest instrument that radio engineering science knows, and one that will give a standard of performance, and a degree of tonal perfection, entirely beyond that of any other receiver in the world today.

Incorporated in it are not only the latest proved developments known in radio engineering, but in addition many special and exclusive developments of our own Research Laboratory (generally considered to be one of the most modern radio research laboratories in the world), which are in large measure responsible for the finer tonal quality and the superior, clearer reception of programs received from foreign countries.

The 30 Tube SCOTT PHILHARMONIC is designed primarily for those who want the finest of low receiver equipment that money can buy. The following are some of the advanced and highly developed features incorporated in this amazing instrument.

- Six wax-coated sockets all magnetically drawn 3.5 to 2.000 inches.
- Overall Fidelity practically flat from 30 to 15,000 cycles, approximately four times the total range of average broadcast-range receiver.
- Built-in Distortionless Full Program Volume Range Extender, which restores the dramatic depth lacking in ordinary music when heard over the average radio or electric phonograph.
- Cathode Ray Vacuum Range Expander Indicator.
- Six Noise Reducing systems, operative on both electrical interference and atmospheric static.
- Two Tuned Band Passed R.F. stages in five tuning bands.
- Four highly developed Littlerdash air tuned stages of I.F. Amplification.
- Automatic Needle Scratch Suppressor which eliminates annoying needle scratch from records when reproduced at low volume, with out affecting the Fidelity at normal volume.
- Perforated Inverse Feed Back system which results in "big" and "spark" in tone and response, giving richer and more natural tone.
- New Automatic Noise Limiter reduces effects of atmospheric lightning and static interference.

The Philharmonic Included in Clipperette Chassis

**Figura 6. O impressionante receptor Scott Philharmonic, de 30 válvulas. Produzido sob encomenda, representava o máximo de sofisticação e complexidade em sua época. A empresa Scott chegou a produzir rádios com 40 e até 50 válvulas!**

Um dos defeitos de projeto do receptor era distorção no áudio, causada por sobrecarga do sinal de FI na etapa detetora. Outro problema eram os capacitores de acoplamento: a qualidade do tipo adotado não era boa, o que obrigava os reparadores a substituí-los, em bateladas. Alguns dos capacitores problemáticos eram montados no interior das canecas de FI — um trabalho maçante e delicado.

A Scott chegou a lançar receptores com 48 e até 50 válvulas. Seus aparelhos eram feitos por encomenda, somente para o mercado de luxo. Eram produtos acessíveis a poucos.

O que tudo isso tem a ver com a nossa atividade de restauração de rádios antigos? Muita coisa. Serve para demonstrar que havia clássicos que, se já eram difíceis de reparar antigamente, com o passar do tempo torna-se ainda mais difícil o seu conserto ou a sua restauração, principalmente para quem não tem larga experiência em valvulados antigos.

Componentes como os transformadores de FI de um Scott Philharmonic são verdadeiras joias da técnica e da arte eletrônica. Nunca mais foram fabricados. Não se encontram nos varejistas de componentes nem na época de fabricação. Sua restauração não será mais possível, salvo que o restaurador tenha grande experiência, conhecimento, talento, engenhosidade e paciência.

Que isso sirva de reflexão para os novatos. Restauração não é apenas para quem quer. É para quem pode. Não adianta apenas a intenção, a vontade, a “paixão pelos rádios antigos”. É preciso também o **saber fazer**. Não adianta, igualmente, procurar as melhores marcas antigas, os clássicos Mercedes-Benz, os Rolls-Royce ou os Stradivarius dos rádios antigos.

**Bom projeto e boa conservação são mais importantes.** Mais importante do que a marca ou a procedência do equipamento é **o estado de conservação** em que este se encontra. Scott, Telefunken, Philips ou outros clássicos famosos, se altamente degradados serão extremamente difíceis, ou até impossíveis, de restauração. A tentativa de restaurá-los resultará caríssima e os resultados podem não ser os sonhados. No máximo, consegue-se recuperá-los.

Explicamos melhor: restaurar é devolver ao objeto as suas condições **originais**. Dependendo das condições do equipamento, será possível apenas recuperar ou reparar o equipamento. Trabalhos em equipamentos antigos em mau estado são altamente onerosos e o resultado talvez nunca chegue ao ponto de poder ser classificado de **restauração**.



*Figura 7. Isto é uma “reliquia”? Não se deixe enganar: isto é uma sucata. Um dia isto foi um receptor, um Semp PT76. Além de problemas de qualidade que aconteceram em muitos modelos quando novos, o passar dos anos é ainda mais inclemente com as montagens ruins: nunca melhora o que já era deficiente. Não se guie apenas pela emoção (“era o receptor que o meu avô usava”) ou pela eventual fama da marca, nas ofertas de receptores pela internet. Mais importante do que a fama do aparelho é seu estado de conservação. O modelo Semp da foto nem para doação de peças provavelmente serve – a não ser para fazer no cemitério dos inseríveis. Não é “raridade” – muito menos “reliquia”.*

Se é para aprender o ofício de consertar rádios antigos, melhor começar com aparelhos simples, com cinco ou seis válvulas. Muitos leitores pedem-nos orientações: “Qual o receptor devo comprar? Quais são as marcas mais recomendadas?”

Dê preferência a modelos com transformador de força. Como advertimos sempre, receptores antigos sem transformador de força oferecem maior perigo de choques fatais – salvo que sejam modificados. O mais importante: estude bem as condições do aparelho. Exija fotos **nítidas** da parte inferior e superior do chassi.

Desconfie de produtos, oferecidos nos grupos de antigos, apresentados através de vídeos em movimento. Ninguém quer saber de acompanhar onde circulam os elétrons: as imagens em movimento podem esconder detalhes importantes do aparelho. Antes de comprar a “reliquia” pela internet examine bem se o aparelho está com todos os componentes originais.

Providencie a documentação técnica do receptor, para compará-la com o exemplar que está sendo anunciado. Recuse-se a adquirir equipamentos “mexidos”, principalmente se você for iniciante. Muito provavelmente será comprar gato por lebre. Reparar aparelhos que não funcionam e que foram completamente “fuçados” por “oidartécnicos” — pode às vezes ser mais dificultoso do que remontá-lo completamente.

**Atenção aos sinais de degradação.** Se o aparelho apresentar sinais de ferrugem severa e mofo, isso indica que o receptor sofreu umidade: as bobinas e outros componentes críticos como os contatos da chave-de-ondas podem estar danificados.

Gabinetes de rádios atingidos por água ficam comprometidos. Refazer um radiorreceptor antigo com contrachapados, atacados por umidade, ao contrário do que dizem certos “especialistas” em enjambrações, dificilmente produzirá resultados que possam ser chamados de uma restauração.

Há igualmente aparelhos antigos que foram montados com componentes de má qualidade. Nunca um rádio antigo, mal produzido, melhorará com a idade. O passar dos anos cobra um preço elevado principalmente nos aparelhos mal manufaturados e com componentes de baixa qualidade (*v. figura 7*). Não se fie apenas em marcas. O que muito importa é a conservação.

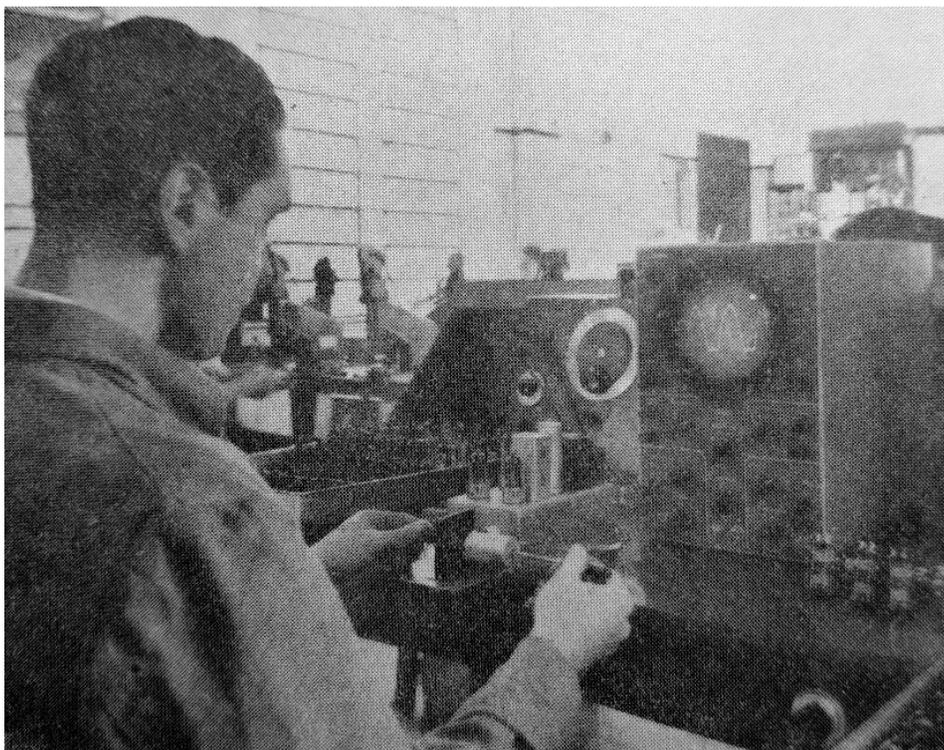
A Semp, por exemplo, teve modelos bons, mas em certos períodos da sua produção aconteceram aparelhos de baixa qualidade, que apresentavam problemas mesmo quando novos. Em muitas marcas e modelos, os fabricantes determinavam modificações e adaptações depois de iniciada a comercialização do equipamento. Em outros as correções nunca ocorreram ou foram procedidas somente anos depois pelos próprios profissionais da rede de assistência autorizada.

Mesmo a famosa Telefunken teve alguns modelos com defeito de projeto e de montagem, como descrevemos em ANTENNA (setembro de 2023, página 12: <https://revista-antenna.com.br/setembro-2023/>). Na Philips houve modelos que apresentaram defeito de fabricação, obrigando a fábrica a fazer *recall*, de aparelhos em garantia, para troca de componentes.

Os leitores interessados em recuperações de clássicos de topo podem ter uma pálida ideia da tarefa que é restaurar rádios antigos, “classudos”, conhecendo o admirável trabalho que o competente colega Daltro D’Arisbo, do “**Museu do Rádio**”, executou num Scott Philharmonic de 30 válvulas. Uma descrição pormenorizada da restauração pode ser encontrada, em PDF, neste link: <https://www.museudoradio.com/restaura/SCOTT%20Philharmonic%20Restauracao.pdf> .

**Transformadores de FI “flattop”.** Na edição de agosto de ANTENNA comentamos, brevemente, os transformadores de frequência intermediária tipo “Hi-Fi”, também conhecidos antigamente como transformadores *flattop* ou de curva com crista plana. Tais tipos de transformadores proporcionavam, além de boa seletividade e sensibilidade, também uma melhor sonoridade do sinal sintonizado.

No Brasil, um dos fabricantes de transformadores tipo *flattop* foi a Comar. Este tipo de transformador apresentava uma melhor reprodução das frequências graves e agudas presentes no sinal de AM. A resposta de passagem nesses transformadores é suficientemente larga para incluir as faixas laterais presentes no sinal.

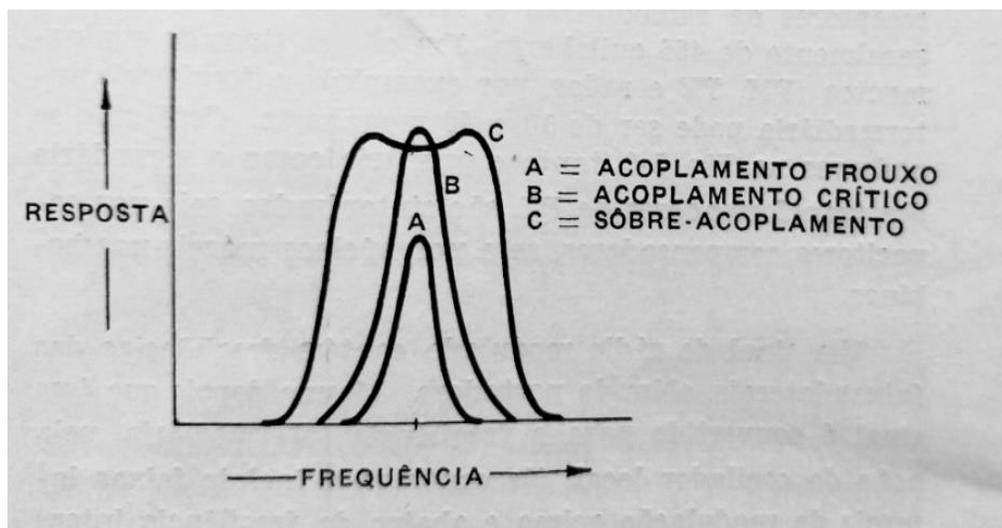


**Figura 8.** A Comar, Indústria e Comércio de Artefatos de Rádio Ltda., localizada na Rua Frederico Alvarenga n.º 284, em São Paulo, foi uma das vanguardistas nacionais na produção de bobinas de alta qualidade e alto rendimento para rádios e televisores. Seus produtos foram adotados inclusive nos projetos dos primeiros receptores da Philips/Ibrape no Brasil.

Em alguns circuitos antigos, como o do Scott Philharmonic mencionado nesta edição, a passagem da faixa de frequências era continuamente variável, possibilitando qualidade sonora superior do sinal sintonizado, principalmente nos programas de conteúdo musical. Os receptores antigos que contavam com boa seletividade e banda passante com resposta de 10 kHz ou mais de largura eram chamados de “rádios Hi-Fi”.

Uma das formas de ajuste das curvas do transformador de FI é através da variação do acoplamento entre as bobinas. Acoplamentos mais “frouxos” rendem curvas agudas, com rendimento alto, elevado ganho, boa seletividade, mas sonoridade pobre.

Outra possibilidade é tornar o acoplamento entre os enrolamentos secundário e primário do transformador, mais cerrado (mais próximo), quando a curva de seletividade começa a se alargar no topo. Quando ultrapassa o chamado ponto crítico, a amplitude permanece máxima, a curva se alarga e o topo apresenta uma crista mais plana, com picos duplos, achatados (“C”, na ilustração).

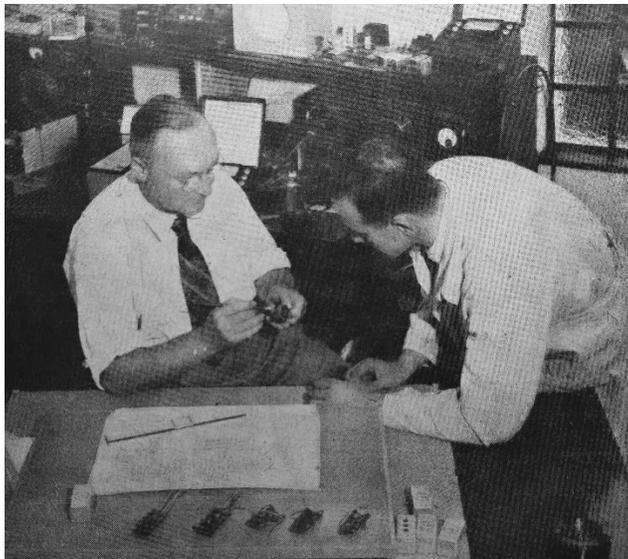


**Figura 9. Os transformadores de FI com boa sensibilidade, seletividade – e resposta de áudio melhorada, como alguns modelos da Comar – trabalhavam com ajuste cuidadoso do ponto de sobreacoplamento, para a obtenção de uma curva mais larga e mais plana no topo (“C” no gráfico). – Ilustração: Bukstein, Edward J. In: “Transformadores e bobinas – é fácil compreendê-los”, ed. Antenna, s/d., trad. de José Gurjão Neto, sob licença de Howard W. Sams & Co., Inc. Título original: “Understanding Transformers & Coils”.**

O grau de acoplamento é determinado pelos projetistas dos transformadores. Nos Comar, o acoplamento era otimizado para o ponto que o filtro proporcionasse, na etapa de FI, o melhor rendimento, seletividade e melhor sonoridade dos graves e agudos presentes no sinal de AM.

Bobinas desse tipo eram o que havia de mais avançado na época em termos de tecnologia de circuitos de FI. Havia também os transformadores de FI com enrolamento terciário ou de regeneração. Falaremos deles em outra oportunidade.

A calibração das bobinas de FI tipo *flattop* (crista plana) tinha técnicas especiais. A Comar recomendava uma sequência especial no procedimento de calibração dos seus filtros de FI com essa característica passabanda alargada.



**Figura 10. Engenheiros da Comar, no início da década de 1950, discutindo detalhes da montagem de protótipos de novos transformadores de FI. A Comar notabilizou-se na produção de transformadores de FI tipo *flat top*, com curva de resposta plana no topo. A sua linha de indutores de FI era de alto “Q”, com elevada sensibilidade, seletividade e melhor sonoridade.**

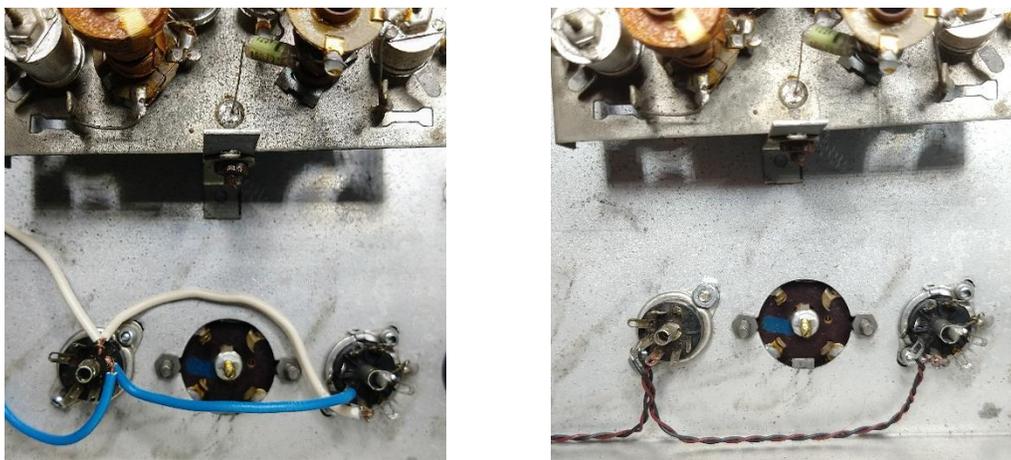
Em algumas marcas de super-heteródinos com FIs *flattops* a recomendação era, para se obter o máximo rendimento, fazer a sintonia da etapa de forma escalonada ou “desencontrada”. Seguir sempre o que está especificado no manual de serviço do receptor.

Geralmente os indutores de FI *flattops* devem ser aguçados de forma alternativa, ligeiramente abaixo e acima da sua frequência central de ressonância. Se a FI é de 455 kHz o primeiro ajuste no *trimmer* ou núcleo, de trás para a frente, é feito com o gerador em 450 kHz, por exemplo. O segundo enrolamento deve ser ajustado, em 460 kHz. O terceiro em 450 kHz. O quarto enrolamento em 460 kHz novamente. Com este tipo de alinhamento consegue-se uma faixa de passagem, na etapa de FI, de +- 10 kHz de largura, sem significativa perda no ganho.

A aferição do ajuste pode ser feita com o próprio gerador de sinais: varia-se lentamente o sinal de FI, acima e abaixo dos 455 kHz, observando-se os pontos laterais onde ocorre a maior deflexão do medidor ligado em paralelo com o alto-falante, como descrito na edição anterior de ANTENNA.

**Aperfeiçoando as ligações de filamentos.** Com conhecimento, componentes corretos e um bom projeto na mão era possível montar, antigamente, equipamentos valvulados caseiros com bom desempenho. Geralmente o chassi do aparelho já vinha com a furação pronta. Alguns modelos vinham até com desenhos (“chapeados”) mostrando a disposição das válvulas e demais peças.

O experimentador que está se iniciando atualmente nas montagens ou reparações de aparelhos valvulados precisa ter em mente que são circuitos diferentes. Não basta “pendurar e soldar” as peças nos soquetes das válvulas. Há alguns cuidados que precisam ser observados, tanto na distribuição dos componentes no chassi como nas suas interligações.



**Figura 10. Forma incorreta (à esquerda) de se realizar as ligações de filamentos. O cabo flexível está com bitola exagerada e mal consegue ser inserido nos terminais do soquete. Há soquete mal posicionado, as ligações não podem ficar em forma de “oito deitado” (próximas a componentes sensíveis ou formando elo de indução de ruído). À direita, a forma correta: uso de fios torcidos e fiação conduzida afastada, pelo canto, rente ao chassi. Detalhes no texto.**

A válvula retificadora deve ser disposta próxima ao transformador de força, se houver. O soquete da retificadora deve estar posicionado de forma que as ligações de CA sejam as mais diretas e curtas possíveis, para evitar a captação de zumbido na válvula de áudio ou por parte das grades sensíveis dos outros estágios do receptor.

Cuidado especial deve ser adotado na forma de se conduzir as ligações em paralelo dos filamentos das válvulas. De preferência as ligações de filamentos devem ser feitas com **fio torcido**. Para retificadoras e válvulas de potência, em recepção, usa-se fio isolado, torcido, bitola #18, equivalente a 0,74 mm<sup>2</sup> de seção ou 1,04 mm Ø.

Válvulas mais sensíveis devem estar afastadas, no chassi, das fontes de CA. Neste caso, com menores potências manuseadas, pode ser usado fio de bitola #20 ou equivalente (0,50 mm<sup>2</sup> de seção ou 0,81 mm de diâmetro).

Temos preferido trabalhar, em nossas montagens e reparações com fios rígidos (“sólidos”), ao invés de cabinho flexível. O fio rígido é mais fácil de ser posicionado, mantendo o seu formato. Cabinhos flexíveis precisam ser ajustados para a posição correta até depois da soldagem.

Os esquemas que acompanhavam os conjuntos de montagem da Douglas, Comar, Induco etc. geralmente não detalhavam o procedimento correto para as ligações dos filamentos. Na **figura 10** aparece a forma **incorreta**, à esquerda, de se fazer as ligações dos filamentos. O nome mais apropriado seria calefatores, por se tratar de válvulas de aquecimento indireto (filamento+catodo emissor de elétrons). Filamento seria o elemento emissor de elétrons nas válvulas de aquecimento direto, mas o termo já se consagrou também para as válvulas de aquecimento indireto, a grande maioria.

A maneira de se realizar as ligações das válvulas é importante para se minimizar o patamar de zumbido, por exemplo. A fiação dos filamentos, se mal executada, pode induzir ruído. A fiação para os filamentos preferivelmente deve ser a primeira a ser realizada. Isso já permitirá testar se a fonte de baixa tensão está funcionando corretamente e se todas as válvulas acendem.

Prefira trabalhar com fio torcido para a ligação dos filamentos. Nunca conduza a fiação dos filamentos em formato de “oito deitado” pelo circuito, criando elos de indução de tensão alternada, circundando os soquetes por exemplo. Não disponha a fiação dos filamentos de forma que esta fique próxima dos terminais de grades das válvulas. O posicionamento dos soquetes das válvulas deve ser estudado para que a fiação dos filamentos possa ser conduzida pelo canto do chassi, como ilustrado na **figura 10**, à direita.



**Figura 11. Fios rígidos, torcidos, para ligações de filamentos podem ser aproveitados de pares trançados de cabos de rede. Possuem ótima isolamento e são fáceis de estanhar. Para a alimentação de filamentos adotavam-se antigamente fios de cor marrom. O marrom claro pode ser usado para a interligação dos pinos 3, o marrom escuro para os todos os pinos 4, por exemplo, nas válvulas miniatura de sete pinos. Com a parafusadeira facilmente consegue-se torcer os fios mais apertadamente. Com fio torcido, as tensões de zumbido cancelam-se mutuamente ao longo do condutor.**

Como mencionado, o fio rígido é mais fácil de se manter na posição. O cabinho flexível requer mais serviço para se conseguir que se mantenha no formato adotado nas ligações, durante a montagem. O fio torcido pode ser aproveitado de cabos de rede ou enrolado com parafusadeira em baixa rotação (**v. figura 11**).

Em ANTENNA, na mesma edição de setembro de 2023 já referida (link: <https://revistaantenna.com.br/setembro-2023/>) foi publicado um artigo versando sobre zumbido e sobre a importância da boa execução das ligações de filamentos nos aparelhos valvulados, principalmente para evitar instabilidades e captação de ruídos. Em válvulas sensíveis de áudio, como a 12AX7, com os pinos conectados para alimentação com 6,3 V, a ligação de fio torcido ao pino 9 deve, preferivelmente, passar pelo centro do soquete — e não o circundar — para evitar um elo de captação de zumbido e/ou eventuais oscilações de áudio ou RF.

O pessoal especializado em circuitos de amplificadores de áudio de alta-fidelidade tem contribuído bastante para o aperfeiçoamento das técnicas de montagem de circuitos valvulados de elevado desempenho. Nós reparadores e restauradores podemos aprender muito com eles.

Estude as fotos que publicamos em ANTENNA de montagens de amplificadores valvulados produzidos pela família Colvero. São montagens primorosas, com boas ideias sobre a maneira correta de se realizar a fiação de filamentos também nos receptores valvulados, ligações nos terminais dos soquetes, disposição dos componentes no chassi e conexões de massa. No grupo “Restaurando rádios antigos” também foram publicadas dicas sobre montagens, para evitar a captação de zumbidos e outros ruídos. Confira no link <https://www.facebook.com/groups/www.manorc.com.br/permalink/2193968114139867/>.

Não se esqueça que em muitos circuitos antigos as ligações de grade nas válvulas de áudio, pré-amplificadoras elevadoras de tensão etc, principalmente as com grade no capacitor, devem ser executadas com cabo blindado com malha metálica.

Outra observação importante: nos receptores sem transformador de força, com válvulas antigas de aquecimento direto, a linha de filamentos deve ser executada exatamente na ordem indicada no esquema de fábrica, para maior segurança no funcionamento, principalmente contra sobrecargas momentâneas quando o aparelho é ligado.

As conexões de filamentos são percorridas por correntes relativamente intensas. Este é o motivo pelo qual se recomendam fios torcidos: o campo eventualmente induzido por um condutor é anulado pelo outro.

***Até a próxima, amigos! Mantenham contato, acompanhando ANTENNA ou pelo grupo “Restaurando Rádios Antigos”. Boas restaurações, boas sintonias — boas reparações no mundo da retrônica!***





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.

## Uma questão de eletricidade básica de concurso público mal elaborada

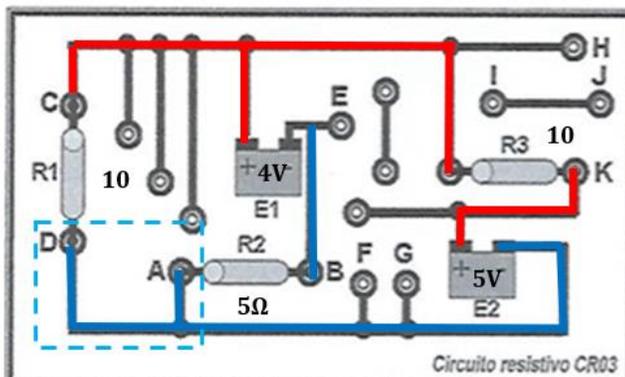
Algumas questões recorrentes em concurso públicos para cargos de técnico em eletrotécnica/eletrônica envolvem a resolução de circuitos utilizando as leis dos nós e das malhas sugeridas por Kirchoff.

Vemos muitas delas que são, no mínimo, bizarras e completamente desvinculadas da realidade do dia a dia de uma bancada de reparação ou até mesmo no desenvolvimento de projetos. Isso para não falar das que aparecem nos livros de Ensino Médio no capítulo destinado ao estudo da Eletricidade.

O professor finge que ensina e o aluno finge que aprende, para passar de ano.

A questão que me proponho a analisar neste artigo caiu em 2012 na prova para o cargo de Técnico em Eletrotécnica/Eletrônica da FUNED do Governo do Estado de Minas Gerais e, a meu ver, se enquadra na categoria que eu chamo “derruba candidato e não prova nada”. Vejamos o enunciado da questão.

*Considere o enunciado e a figura a seguir para responder as três próximas questões. O resistores apresentados possuem valores:  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 5\Omega$  e  $R_3 = 10\Omega$ . Os geradores CC  $E_1$  e  $E_2$  valem respectivamente 4,0V e 5,0V. As ligações dos elementos elétricos nas trilhas do circuito impresso estão todas funcionando.*



\*Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica

45) A corrente que passa pela trilha AD vale

- a) 175mA
- b) 150mA
- c) 250mA
- d) 325mA

46) A queda de tensão entre A e B vale

- a) 0,875V
- b) 0,750V
- c) 1,250V
- d) 1,625V

47) A potência dissipada em R3 vale aproximadamente

- a) 225mW
- b) 306mW
- c) 1,05W
- d) 625mW

### **Começando a resolver a questão**

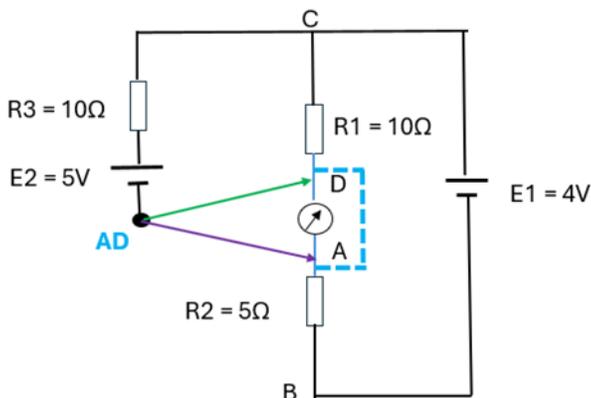
Minha sugestão é começar redesenhando o circuito como mostro na fig.1.

Aliás, se quisermos encontrar uma utilidade para a questão, esta talvez seja a única.

Muitas vezes não temos o diagrama elétrico do circuito que estamos a reparar e precisamos “levantar o circuito”, como se diz no jargão técnico, para, a partir daí, começar a entender como ele funciona o que é mandatório no sucesso de um reparo sem recorrer ao duvidoso método do “vai trocando peça até ver se dá certo”.

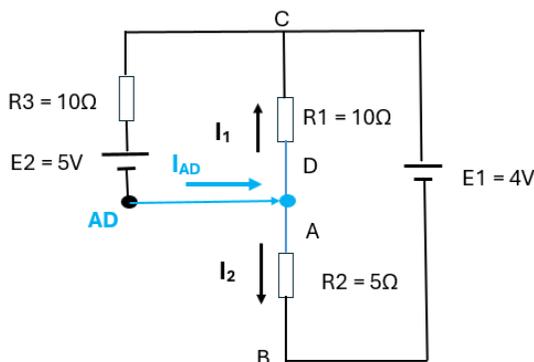
Agora, olhando a fig.1, o circuito ficou mais fácil de ser analisado e o primeiro ponto a ser observado é que para **calcular a corrente que passa na trilha AD** precisamos interrompê-la para colocar o amperímetro em série entre R1 e R2.

Mas, aí surge uma dúvida, o terminal negativo da fonte E2 (que eu denominei como AD por questões didáticas) deverá ser ligado no ponto D (linha verde) ou no ponto A (linha violeta)?



**Fig. 1 – Redesenhando o circuito da questão proposta**

Em princípio, pode parecer irrelevante determinar onde o terminal negativo de E2 (AD) será ligado se em A ou D e é aí que está o problema na formulação da questão.



**Fig. 2 – Circuito considerando a resistência interna do miliamperímetro nula**

Certamente quem a propôs, embora não diga, considerou um amperímetro ideal com resistência interna zero ohms e o circuito assumirá a configuração mostrada na fig.2.

Olha só em que enrascada estamos agora. Se a resistência interna do amperímetro for nula local onde ele foi colocado virou um nó onde chega a corrente  $I_{AD}$  e dele saem as correntes  $I_1$  e  $I_2$  logo, pela Lei dos Nós,  $I_{AD} = I_1 + I_2$ .

Teoricamente a questão pode ser resolvida, mas na prática o resultado será diferente como será demonstrado mais à frente. Será que é isso que o examinador “pensou”?

Se “pensou” então, não deveria ter proposto uma questão que não tem objetivo para avaliar o conhecimento de um profissional para cargo de técnico em eletrotécnica/eletônica.

Fiz as contas, usando o método da superposição, deu uma trabalheira danada e cheguei a 175mA.

Bingo! Então, foi isso que o examinador “pensou” e a resposta é a opção A.

Fui olhar o gabarito e lá aparece como opção D (325mA).

A questão 46 pede a queda de tensão entre A e B, ou seja, sobre o resistor  $R_2$  de  $5\Omega$ . Nos meus cálculos temos  $I_2 = 150\text{mA}$  e, portanto  $V_{AB} = 5 \times 150\text{mA} = 0,750\text{V}$ . Opção B. Ufa! Essa confere com o gabarito.

Finalmente, a questão 47 pede a potência dissipada em  $R_3$ .

Para calcular esta potência podemos fazer  $R_3 \times (I_1)^2$ .

Sabemos que  $I_1 = I_{AD} - I_2 = 175\text{mA} - 150\text{mA} = 25\text{mA}$ , o que nos dará a potência **P** igual a  **$10 \times (25 \cdot 10^{-3})^2 = 6,25\text{mW}$** .

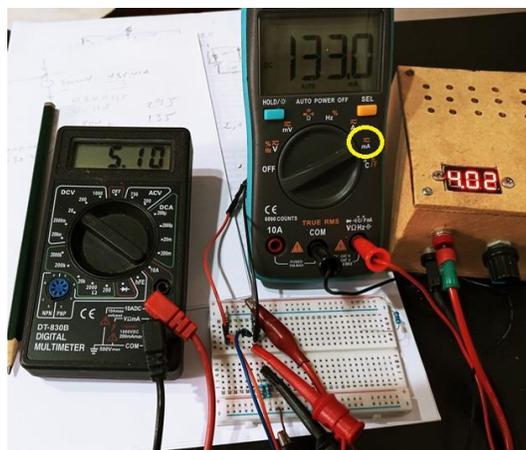
Pelo gabarito é a opção D = 625mW. Passou perto, só faltou colocar uma vírgula entre o 6 e o 25!

### São Tomé quer ver para crer

Embora eu tivesse encontrado o valor da corrente na trilha AD que correspondia a uma das opções da questão 45 eu queria provar que o problema proposto está mal formulado e que na prática, usando um miliamperímetro “de verdade” o valor obtido seria outro. Ou melhor, os valores, porque teríamos valores de corrente diferentes a depender do ponto da trilha AD em que o terminal negativo da fonte E2 fosse ligado como já foi explicado (veja a fig.1).

E aí, São Tomé, no caso eu, resolveu montar o circuito e fazer as medições.

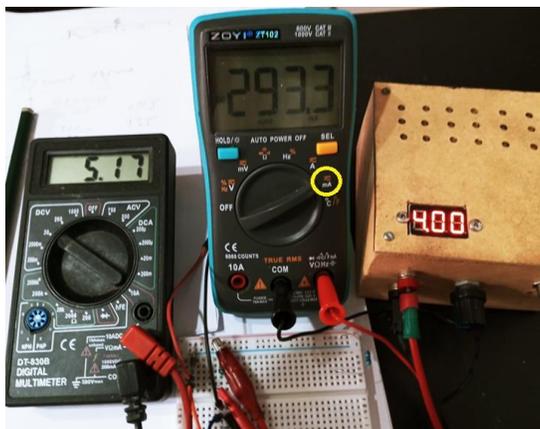
Na fig. 3 temos a medição da corrente com terminal negativo da fonte E1 ligado no ponto D (fig.1).



**Fig. 3 – Medição da corrente na trilha AD com o negativo de E1 ligado em A.**

Neste caso a resistência interna do miliamperímetro se soma a  $R_2$  e a corrente medida foi 133mA.

Na fig. 4 o terminal negativo de E2 vai ligado ao ponto A (fig.1) e a resistência interna do miliamperímetro se soma a R1 nos dando uma corrente de 293mA.



**Fig. 4 – Medição da corrente na trilha AD com o negativo de E1 ligado em D.**

Em nenhum dos dois casos a corrente obtida se aproxima do valor calculado (nem deveria) pois, foi considerado que a resistência interna do miliamperímetro seria nula.

E assim, São Tomé viu e acreditou que a questão está mal formulada e não tem objetivo prático para avaliar o conhecimento de um futuro técnico da instituição!

### **Duas observações interessantes**

Note que as correntes medidas deram diferentes porque R1 é diferente de R2.

Se fossem usados valores bem maiores para os resistores R1 e R2 o valor calculado se aproximaria do medido, pois a resistência interna do miliamperímetro teria impactado menos.

### **Considerações finais**

Quem elabora questões de concurso para preenchimento de cargos técnicos talvez não saiba qual área o postulante ao cargo irá ocupar dentro da instituição, que pode ser de reparos de equipamentos, desenvolvimento de pequenos projetos ou, até mesmo, assessorar o setor de compras.

Sendo assim, as questões precisam ter um pé na teoria e outro na prática.

A questão aqui analisada embora, no fundo, tivesse uma aplicação prática, não a levou em conta.

Embora possamos encontrar uma resposta teórica, ela não se sustenta na prática porque foi omitida uma informação importante, a resistência interna do amperímetro.

Em resumo, a meu ver, está mal formulada.

## O Gradiente PRO 2000 MK-II



**Marcelo Yared\***

**Mês passado** publicamos a análise do amplificador integrado Gradiente PRO 1200s. Um dos integrantes da família de equipamentos da empresa na transição dos anos 1960 para os anos 1970. Era a linha LAB e PRO.

O leiaute dos painéis e suas construções internas mudaram, se tornando mais complexas e demonstrando robustez.

A geração posterior, de meados da década de 1970 e adiante, creio que devido ao crescimento da empresa, à absorção de novas tecnologias e melhoramento de seu parque industrial, a linha Model, realmente mudou tudo em relação a projetos e leiautes, com melhoras significativas na montagem interna e produção, particularmente com a ida da Gradiente para a Zona Franca de Manaus.

Atendendo à nossa solicitação, nosso confrade Albano nos encaminhou, gentilmente, para análise, o equipamento mais potente e com mais recursos da linha residencial Gradiente, daquela geração, o PRO 2000 MK-II. Houve um PRO 2000 anterior, mas o último modelo dessa linha foi o MKII, que será objeto desta análise.

Esse modelo era o mais potente da linha residencial da Gradiente à época, e fez sucesso, sendo, inclusive, utilizado em sonorização. De construção robusta, é completo e apresenta um painel sóbrio, com knobs em alumínio usinado, muito bonitos.

É um equipamento versátil, com controles de tonalidade que podem ser desativados, filtros, loudness e sistema de monitoração de fita. Saída para fone de ouvidos e seletores independentes para dois sistemas de falantes completam o conjunto.

Tem um interessante controle de modo de reprodução, bem complexo, que vai além do tradicional estéreo/mono, permitindo combinações entre os canais, chamados de A e B. Também a seleção de entrada para FM é separada, talvez pela limitação da chave de seletora de entrada, que conta com duas posições para toca-discos.

**\*Engenheiro Eletricista**

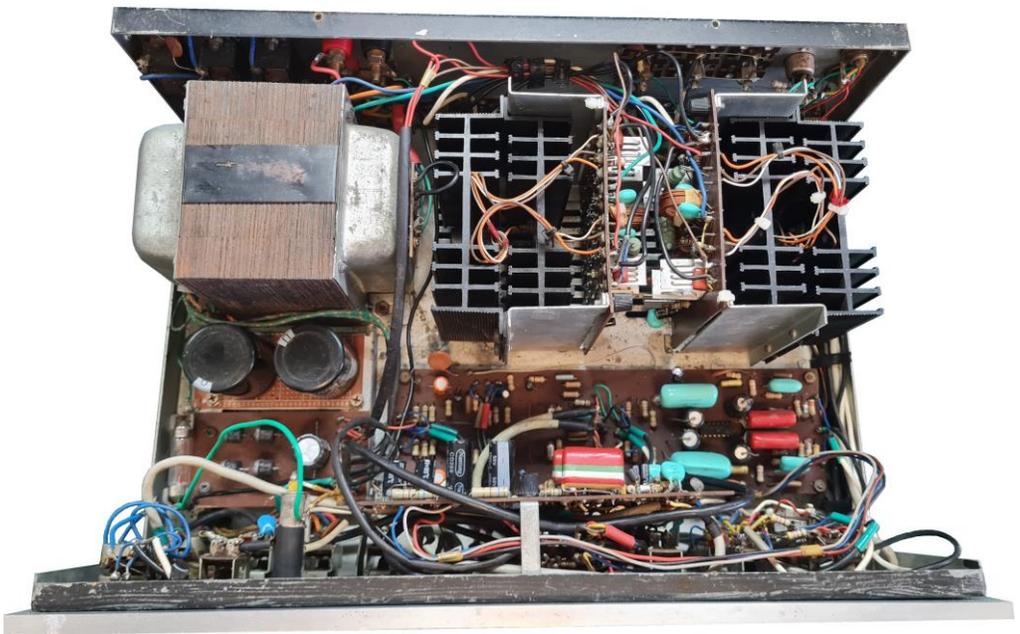


O painel traseiro é bem completo, apresenta a possibilidade de separação entre a etapa de potência e as etapas de sinal, além de possibilidade de inversão de fase na saída de sonofletores I. Bornes de conexão, aliás de muito boa qualidade, sendo que um par deles foi substituído em alguma manutenção desta unidade.

Fusíveis de proteção para cada canal e um fusível de linha, geral, completam o painel, juntamente com três saídas CA de rede, não comutadas.

O tempo cobrou seu preço na pintura do painel. Mas são 50 anos de fabricado... porém, todos os conectores, com uma pequena lubrificação, se mantêm funcionais.

O leitor vai observar que as inscrições nos painéis frontal e traseiro estão grafadas em Português, o que era comum até meados da década de 1970 em nosso equipamentos.

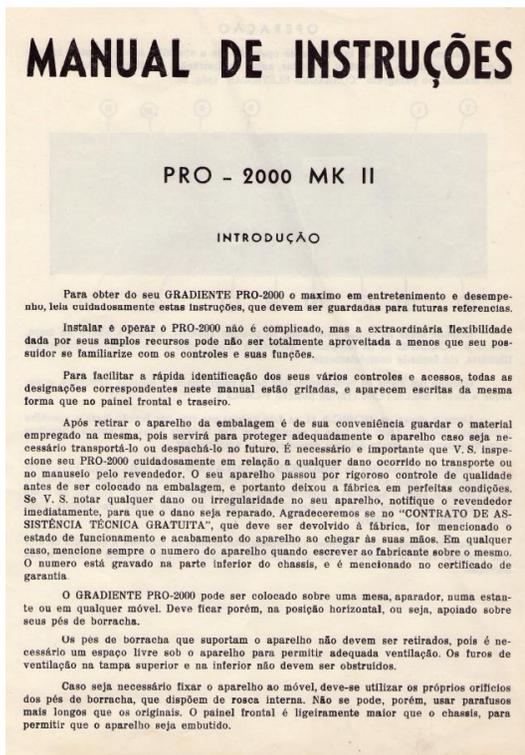


Sua montagem interna é típica da época, com muita fiação distribuída e bem complexa. O aparelho teve a maior parte de seus capacitores eletrolíticos substituídos, como também sua ponte retificadora. Digno de nota é o grande transformador de força.

Nas linhas de equipamentos subsequentes, a Gradiente melhorou muito a montagem interna, reduzindo significativamente a quantidade de fiação necessária, embutindo-a em canaletas e melhorando sua distribuição. Também diminuiu a complexidade de certas funções, com melhoria de desempenho. Na análise deste equipamento, o leitor poderá ver os possíveis porquês disso.

E agora vamos para as especificações técnicas e veremos o que o PRO 2000 MK-II pode nos oferecer.

Inicialmente foi difícil encontrar o manual do aparelho, mas nosso confrade Sérgio Gallo, mais uma vez, nos salvou e conseguiu uma cópia. É simples, mas completo, com instruções de uso, tabela de defeitos, oficinas autorizadas e esquemas de ligação, descrição dos controles etc... só faltou a tabela de características técnicas...



Não sabemos se ela não foi copiada ou não existia mesmo.

Infelizmente, faz muito tempo, nos desfizemos de todos os nossos folhetos comerciais, que colecionávamos, dos equipamentos nacionais da época. Nesses folhetos nos lembramos, havia as especificações.

Recorremos então, ao sítio <https://audiorama.com.br> e também ao anuário SOM número 3, de 1977/1978, para coletar tais informações e compará-las com as medições que efetuamos.

Elas são mostradas a seguir, e são indicativo de um aparelho potente e de boa fidelidade.

Veremos se isso corresponde à realidade fazendo medições em bancada, a seguir.

A tabela a seguir, do anuário SOM, de Antena, mostra algumas coisas interessantes: O PRO 2000, em 1978, ainda estava em linha, mesmo após o lançamento da linha Model, o PRO 2000 MK-II também, e ainda continuavam sendo os mais potentes da Gradiente, para som residencial, até o lançamento do Model 360.



## Testes em bancada (chave em 220V/60Hz)

Começamos, como de costume, medindo a potência máxima de saída com cargas resistivas, a 1kHz, obtendo os seguintes valores:

### Em 8Ω de carga (63,8 watts)



### Em 4Ω de carga (67,2 watts)



O valor em  $8\Omega$  de carga está dentro dos limites em relação ao divulgado, mas o de  $4\Omega$  está muito abaixo.

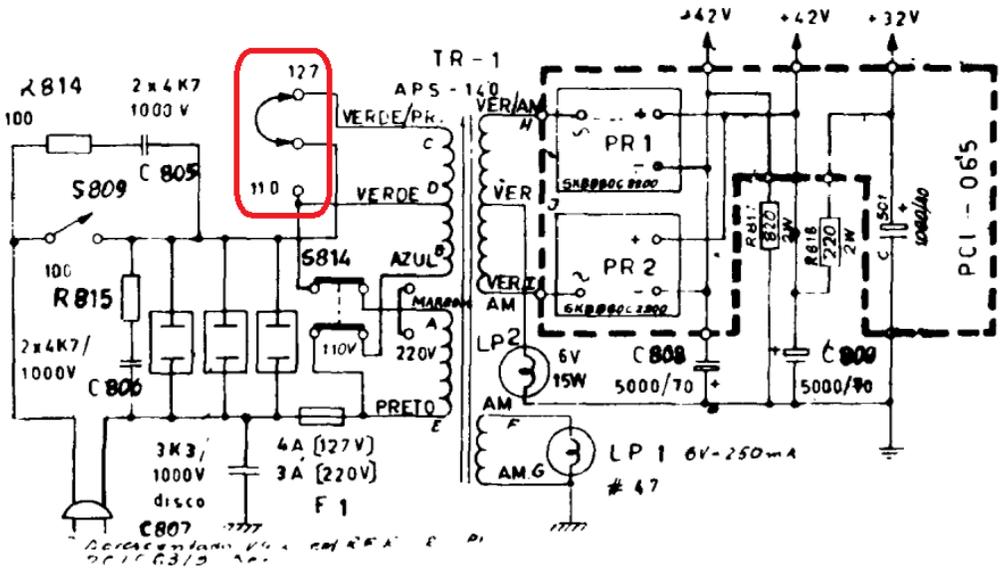
E estes valores foram obtidos após verificarmos como estava a fonte de alimentação do amplificador. Normalmente utilizamos um Variac na entrada e o ajustamos para a tensão nominal informada pelo fabricante; foi o que fizemos inicialmente. E esses valores foram inferiores aos mostrados acima. Intrigados, resolvemos ver o manual, que estabelece o seguinte:

**Considerações sobre a tensão ou voltagem:** ao contrário do que sucedia anos atrás, a voltagem nas grandes cidades do Brasil, costuma ser superior e não inferior a tensão nominal. É relativamente normal encontrarem-se tensões de até 130 Volts, durante a noite, em quase todas as cidades do Brasil. E é exatamente o excesso de tensão, e não a

6

falta, que causa problemas a aparelhos transistorizados. Em nenhum caso deve-se aplicar ao amplificador uma tensão superior a 117 Volts ou 220 Volts conforme a posição da chave (28). Se necessário, um bom regulador de voltagem, de pelo menos 300 Watts, deve ser usado.

Isso suscitou nossa curiosidade sobre a fonte deste amplificador, bem como sobre seu circuito. Vejamos a fonte:

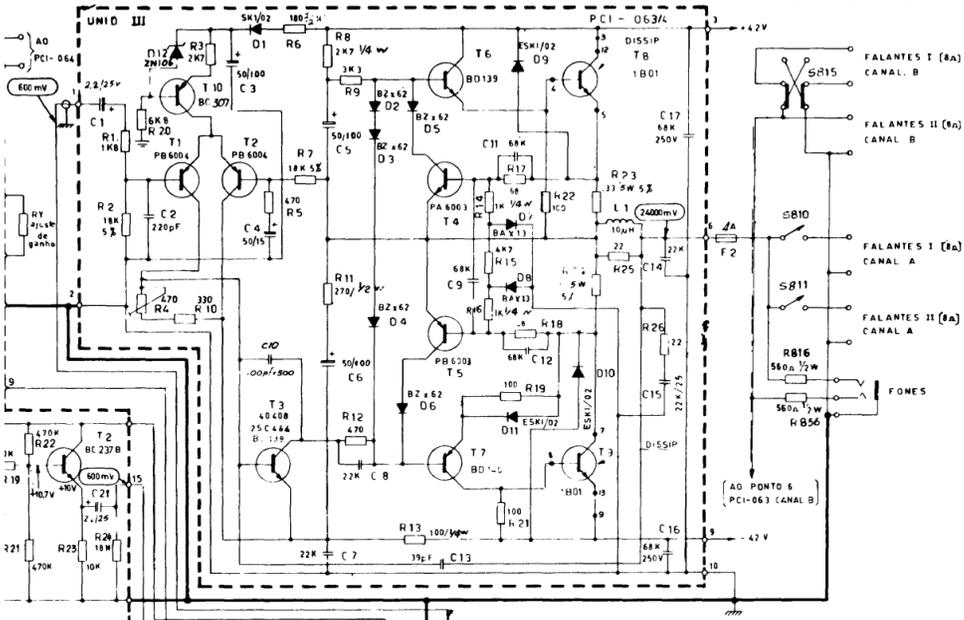


Apesar de não estar citado no manual, existe um “jumper” interno, no transformador, que deve ser modificado caso a tensão nominal da rede elétrica na localidade seja mais moderna, para a época, de 127VCA. Com isso, e com a chave em 220VCA, muito provavelmente a tensão de alimentação da fonte será menor, e a potência de saída máxima cairá.

Essa solução adotada pela Gradiente não me parece muito correta, pois, quando em 127VCA, ou 110VCA, a chave colocará em paralelo dois enrolamentos com quantidades de voltas diferentes no primário do transformador, o que prejudica o funcionamento do circuito. Resolvemos aumentar a tensão no Variac para 234V AC, (o equivalente aos 117V máximos preconizados pelo manual, mas em 220V) e obtivemos os resultados da página anterior, mas isso não explicou o porquê da potência em 4Ω continuar muito próxima da obtida com 8Ω de carga.

Avaliamos, então, o esquema do circuito de potência do PRO 2000 MK-II:

## PRO - 2000 MK II



Trata-se de um circuito bastante conhecido e de bom projeto, baseado nas folhas de dados da RCA para o transistor de potência que consta no esquema, o RCA 1B01.



### Power Transistors

### RCA1B01

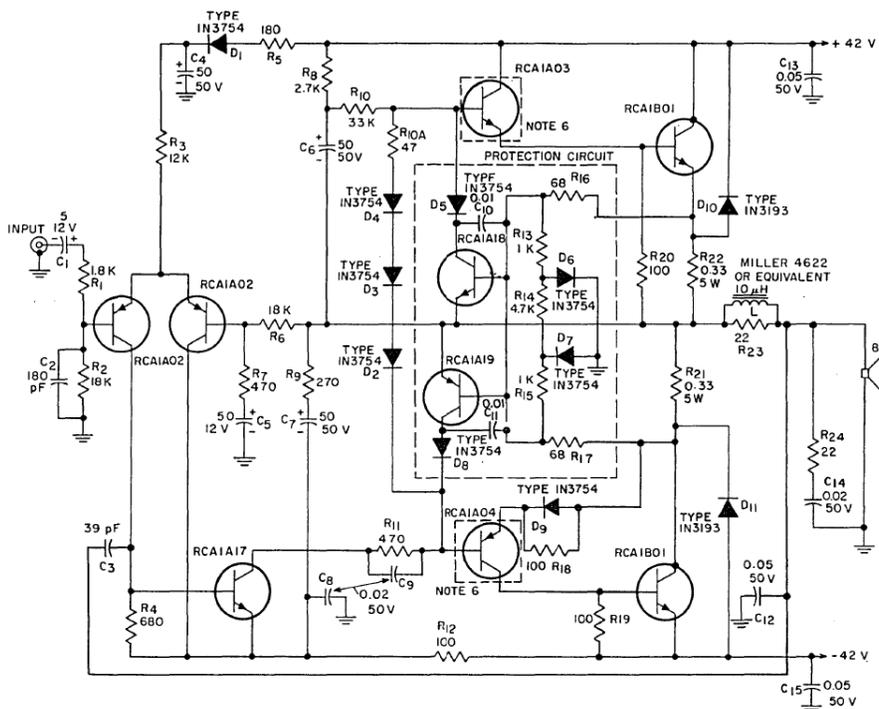


**Silicon Transistor for  
70-Watt  
Quasi-Complementary-Symmetry  
Audio Amplifiers  
with  
Hometaxial-Base Output Transistors**

Esse transistor foi fabricado pela RCA para uso em amplificadores de até 70W em 8Ω, o que é compatível com o projeto da Gradiente. Ele é baseado no 2N3055, mas não é um 2N3055; suas tensões máximas de trabalho são superiores. O circuito proposto na folha de dados da RCA é o abaixo:

File No. 647

RCA1B01



Praticamente idêntico ao da Gradiente, apenas difere nas compensações adotadas, muito provavelmente por conta dos semicondutores utilizados, na limitação da frequência de corte inferior e no uso de um gerador de corrente constante no estágio diferencial de entrada, uma boa prática de projeto.

Na unidade que analisamos, os transistores de saída colocados foram os 2N3055 da RCA mesmo e, aparentemente, são os originais de fábrica. Para as tensões de alimentação informadas no esquema, eles não são a melhor opção. O MJ15015, o MJ802 e o próprio 1B01 seriam os recomendados. Os 2N3055, entretanto, se comportaram corretamente, em todas as condições de teste.

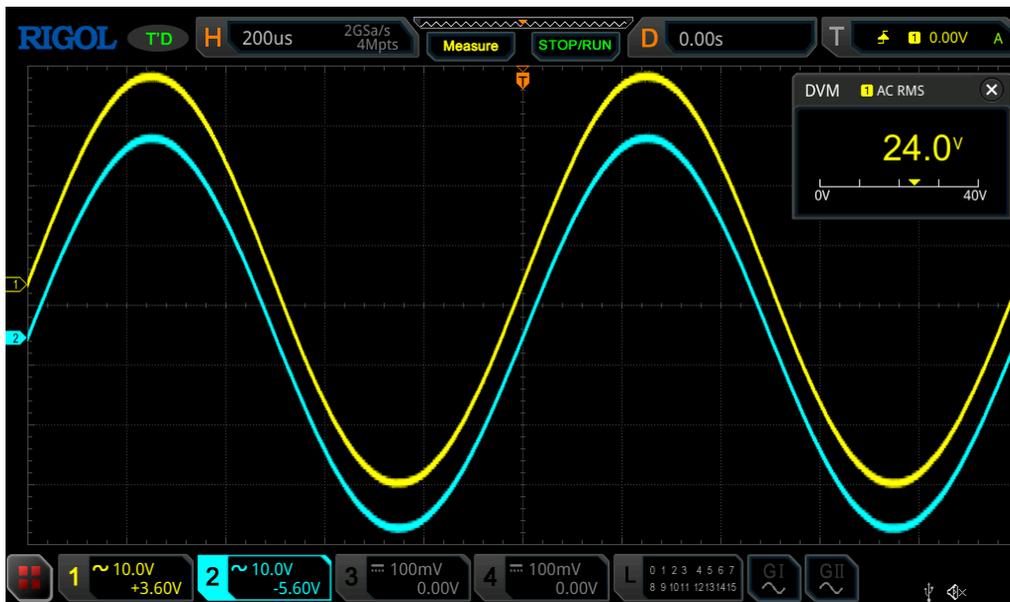
Como o circuito utilizado é compatível com o da folha de dados, bem como os valores dos componentes utilizados, possivelmente p ajuste da tensão de entrada do transformador pode estar reduzindo a potência máxima que o PRO 2000 pode entregar.

Alteramos a posição do “jumper” do transformador e alimentamos o amplificador com 234V CA, que seria o equivalente aos 117V CA com a chave de tensão em “110V”.

Com isso, a tensão de saída da fonte que, sem carga, não chegava a 40V CC por malha, passou a atingir os 42V CC citados no esquema.

Refeitos os testes de potência, alcançamos os seguintes resultados:

### Em 8Ω de carga (72 watts)



### Em 4Ω de carga (71,4 watts)

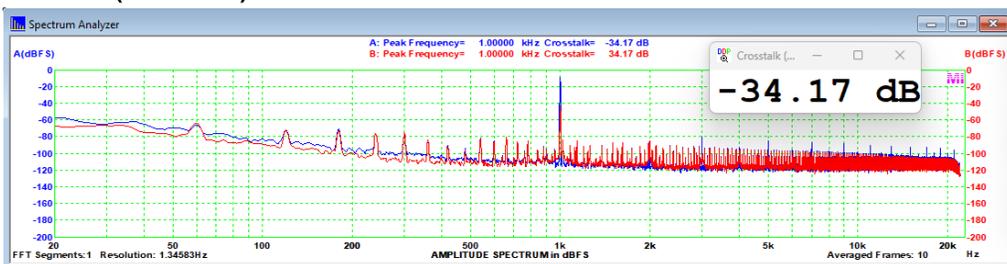


Observamos que a potência em 8Ω alcançou o especificado no manual, mas a potência em 4Ω subiu muito pouco, ficando próxima, ou mesmo igual, se considerarmos as margens de erro na avaliação do ceifamento, indicando duas possibilidades:

- limitação na capacidade da fonte de alimentação. Medimos sua tensão em carga máxima nesta condição, e ela manteve aproximadamente 38V CC por malha, indicando ter capacidade para fornecer mais potência ao circuito; ou
- ajuste no circuito de proteção da saída do amplificador (transistores T4 e T5 no esquema da gradiente, de modo a limitar em 70W a potência máxima, sob qualquer condição de carga. Observem que a limitação é a mesma, nos dois canais, então, muito dificilmente ela será decorrente de algum defeito.

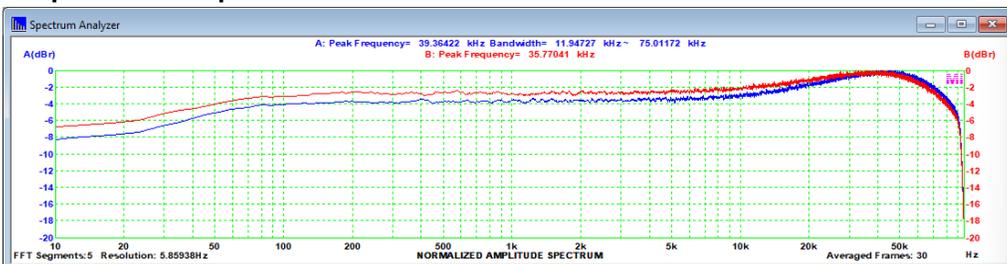
O consumo máximo do PRO 2000 foi de **253W** em 8Ω e de **346W** em 4Ω, o que é mais um indicativo de que diferença observada em 4Ω seja por opção de projeto.

### Diafonia (crosstalk) a 1W/8Ω/1kHz



Valor muito baixo. Cremos que a complexa montagem da chave de seleção de modo, entre outras características de projeto do amplificador, tenha contribuído para isso.

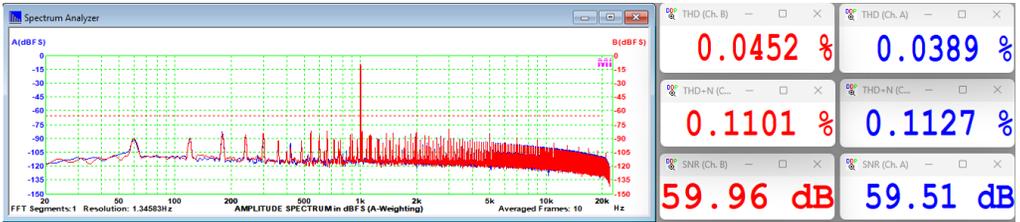
### Resposta em frequência a 1W/8Ω/ruído branco



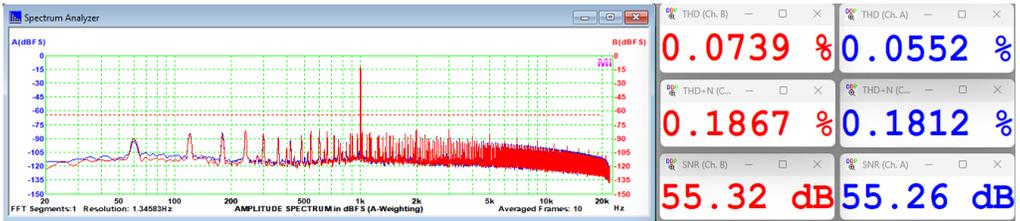
A resposta não corresponde à anunciada a 1W (-3dB a 18Hz e 60kHz) em seu limite inferior. Apresenta um pico em aproximadamente 40kHz, mas não é ruim. É possível que a Gradiente tenha medido essa característica apenas na etapa de potência. Em um amplificador integrado, sempre a medimos a partir da entrada do pré-amplificador.

O fator de amortecimento, a 1W/8Ω/1kHz é de **25**, dentro do esperado, menor que os 40 anunciados, entretanto.

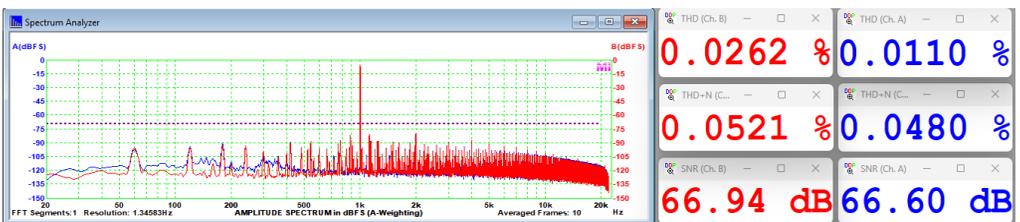
### Distorção harmônica total a 1W/8Ω/1kHz, ponderação A



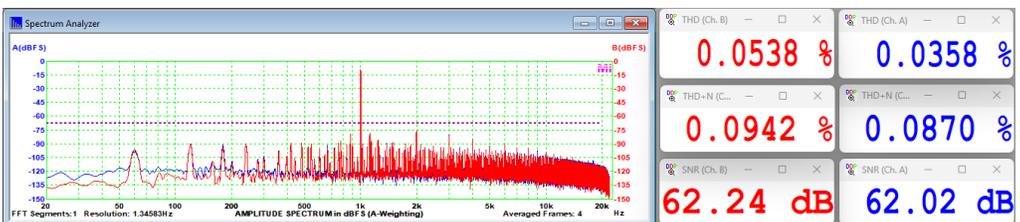
### Distorção harmônica total a 1W/4Ω/1kHz, ponderação A



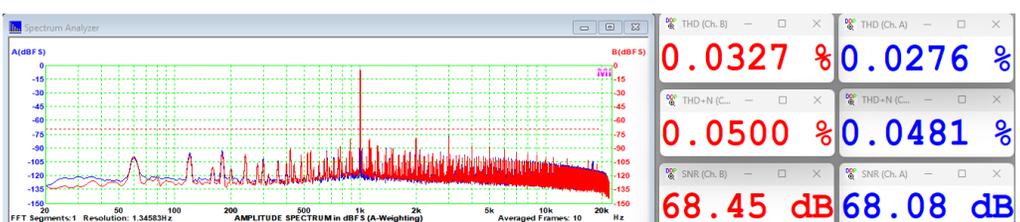
### Distorção harmônica total a 10W/8Ω/1kHz, ponderação A



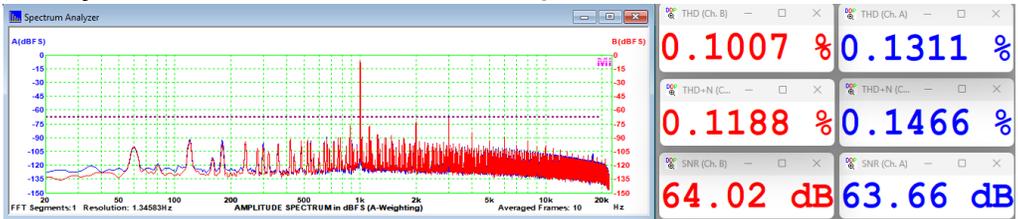
### Distorção harmônica total a 10W/4Ω/1kHz, ponderação A



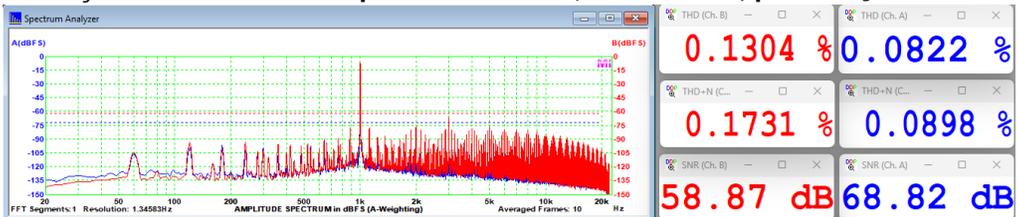
### Distorção harmônica total a 25W/8Ω/1kHz, ponderação A



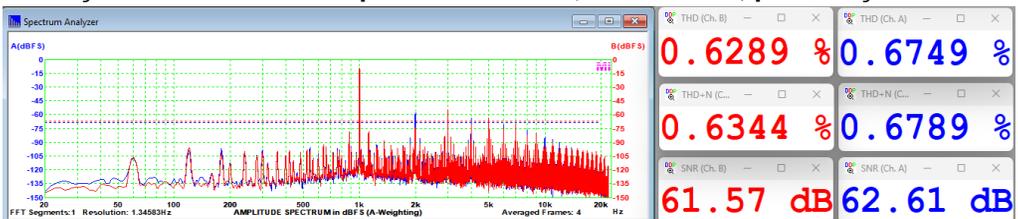
## Distorção harmônica total a 25W/4Ω/1kHz, ponderação A



## Distorção harmônica total à potência máxima, em 8Ω/1kHz, ponderação A



## Distorção harmônica total à potência máxima, em 4Ω/1kHz, ponderação A

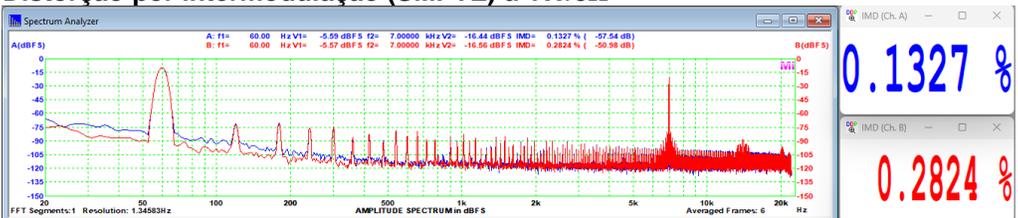


Os valores de DHT são bons, melhores que os especificados em boa parte dos níveis, mas a relação sinal-ruído nem tanto.

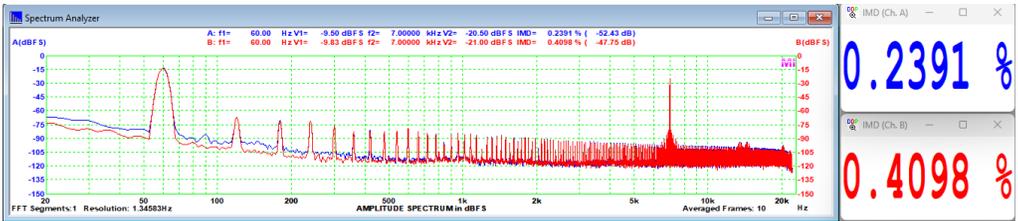
Já havíamos observado isso na análise do PRO 1200. Fiações longas em chaves sem blindagem e em conectividades dos módulos.

Essa questão foi claramente atacada pela empresa em suas linhas posteriores, e os equipamentos delas, já analisados aqui, mostraram significativa melhora nessas características. As complexas chaves de modo de reprodução, e outras, foram eliminadas e a montagem dos aparelhos melhorou muito, nesse aspecto.

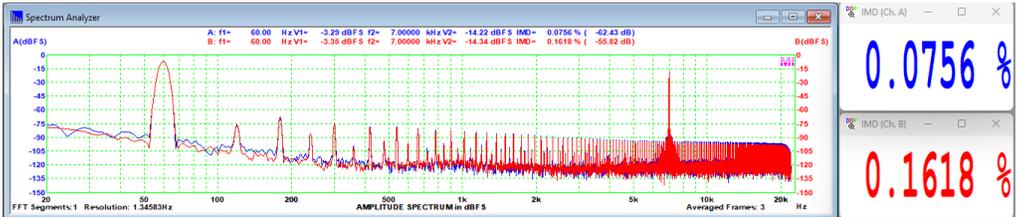
## Distorção por intermodulação (SMPTE) a 1W/8Ω



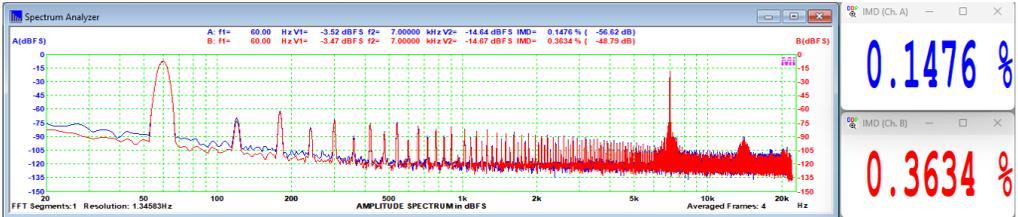
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 1W/4Ω



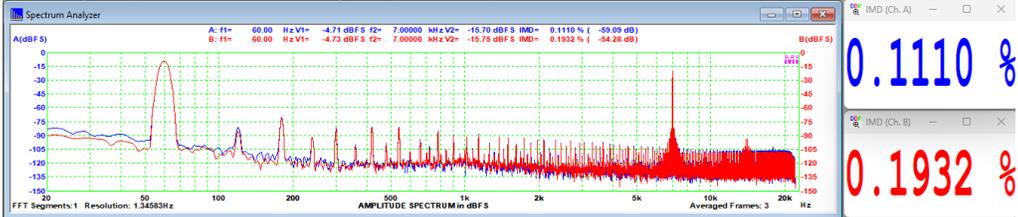
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 10W/8Ω



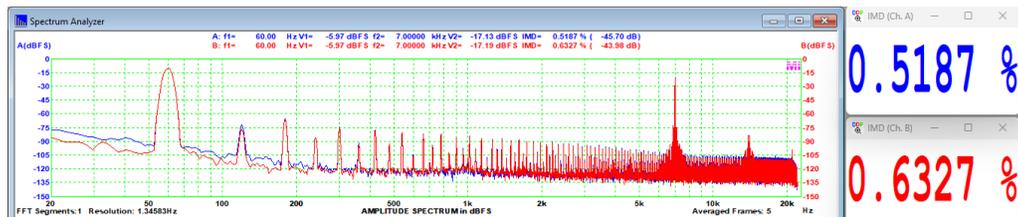
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 10W/4Ω



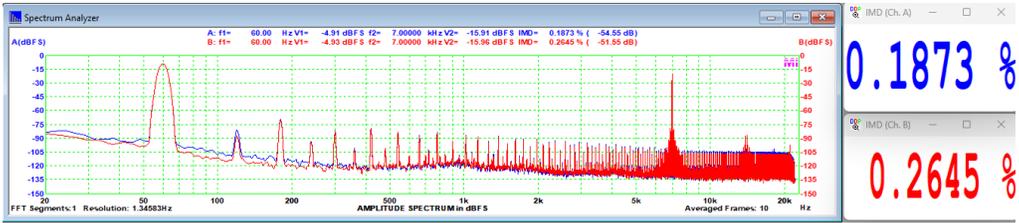
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 25W/8Ω



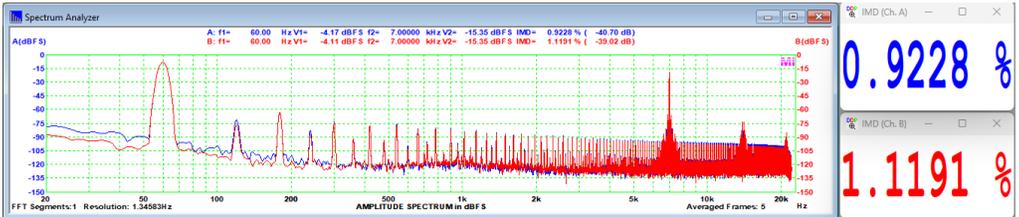
### Distorção por intermodulação (SMPTE) a 25W/4Ω



## Distorção por intermodulação (SMPTE) à potência máxima/8Ω

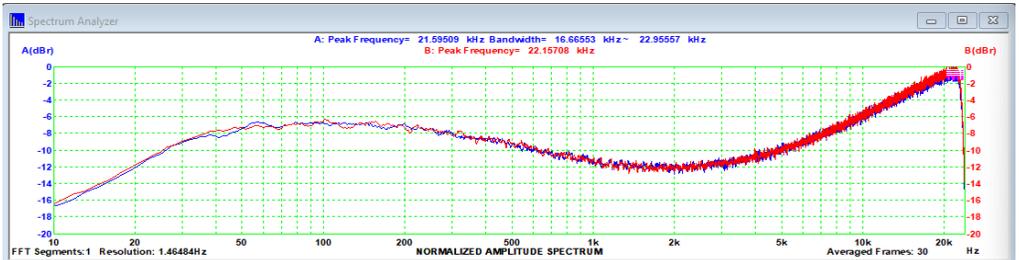


## Distorção por intermodulação (SMPTE) à potência máxima/4Ω



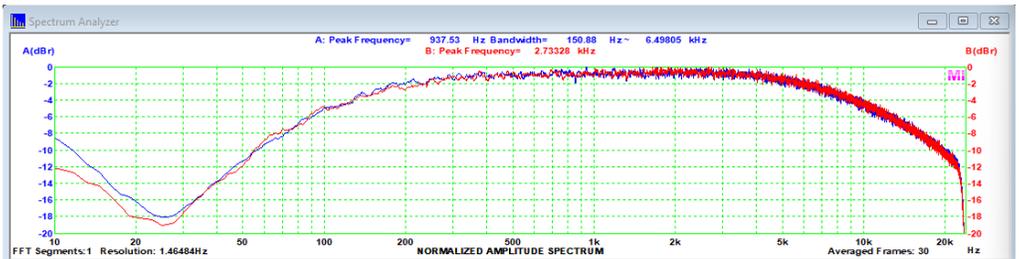
Os valores de DI correspondem aos especificados em 8Ω (<0,3%), e os superam em 4Ω. Novamente, como no caso do PRO 1200, este projeto nos parece centrado em cargas de 8Ω, sendo o uso em 4Ω uma espécie de “bônus”, por assim dizer.

## Resposta em frequência a 1W/8Ω/ruído branco – Loudness ativado

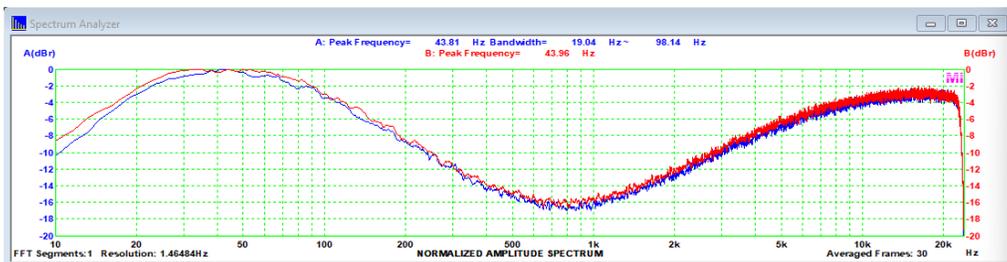


Medida com o volume a 1/3, mostra um grande ganho em frequências altas. Discrepa do anunciado, nesta faixa.

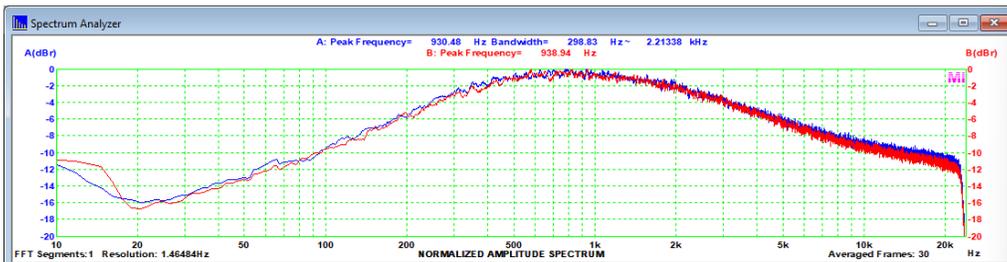
## Resposta em frequência a 1W/8Ω/ruído branco – Filtros ativados



## Resposta em frequência a $1W/8\Omega$ /ruído branco – Controles de tom no máximo



## Resposta em frequência a $1W/8\Omega$ /ruído branco – Controles de tom no mínimo



Neste caso, a atuação confere com o especificado nos agudos ( $\pm 10\text{dB}$ ), mas é bem maior nos graves, como consequência da limitação da resposta no limite inferior da banda.

### Conclusões

Trata-se de um bom equipamento da Gradiente, robusto e com muitos recursos úteis para a época. Seu projeto apresenta algumas limitações, cremos que construtivas, sanadas nas linhas mais modernas, em grande parte.

Particularmente a potência em  $4\Omega$ , a relação sinal-ruído e a resposta abaixo de 40Hz poderiam ser melhores, e não correspondem ao especificado.

Lembramos, entretanto, que esta unidade não foi por nós restaurada, apesar de ter sido feito algum trabalho nela, como a substituição de boa parte dos capacitores eletrolíticos originais, assim, pode ser que haja algum desses pontos negativos seja decorrente da idade do amplificador.

De qualquer forma, estamos curiosos em relação à potência em  $4\Omega$ , pois a fonte de alimentação aparenta ser capaz de garantir mais potência. Não quisemos fazer um teste com as nossas fontes estabilizadas, por precaução, pois o equipamento não é nosso. Como adquirimos os transistores de potência originais do projeto (RCA1B01), iremos, adiante, montar um módulo com eles e testar, eliminando possíveis limitações, e publicaremos em Antenna. Fiquem de olho.

E ficamos por aqui. Até a próxima análise!

# Compreendendo não-idealidades dos amplificadores em Classe D: cargas reativas e capacitâncias parasitas

Dr. Steve Arar\*

*Neste artigo, aprenderemos sobre duas não-idealidades importantes dos amplificadores de potência Classe D e como elas afetam o desempenho.*

Como sabemos, a frequência de comutação de um amplificador Classe D prático nem sempre corresponde à sua frequência de ressonância. Essa incompatibilidade pode resultar de não-idealidades dos componentes ou da operação intencional do amplificador em uma frequência ligeiramente diferente. Em ambos os casos, o circuito LC mal sintonizado produz uma carga reativa.

Neste artigo, examinaremos como o desempenho de um amplificador Classe D é afetado quando sua rede de carga possui um componente reativo. Também exploraremos o impacto das capacitâncias parasitas na entrada do circuito sintonizado. A discussão de cada não-idealidade terminará com um problema de exemplo.

## Perda de energia devido a cargas reativas

A Figura 1 mostra um amplificador Classe D com comutação de tensão em simetria complementar.

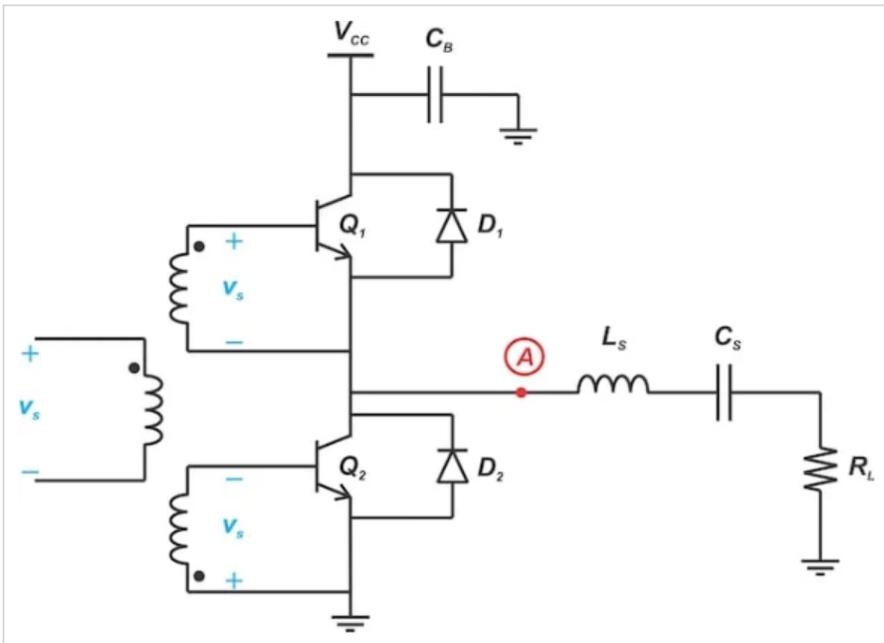
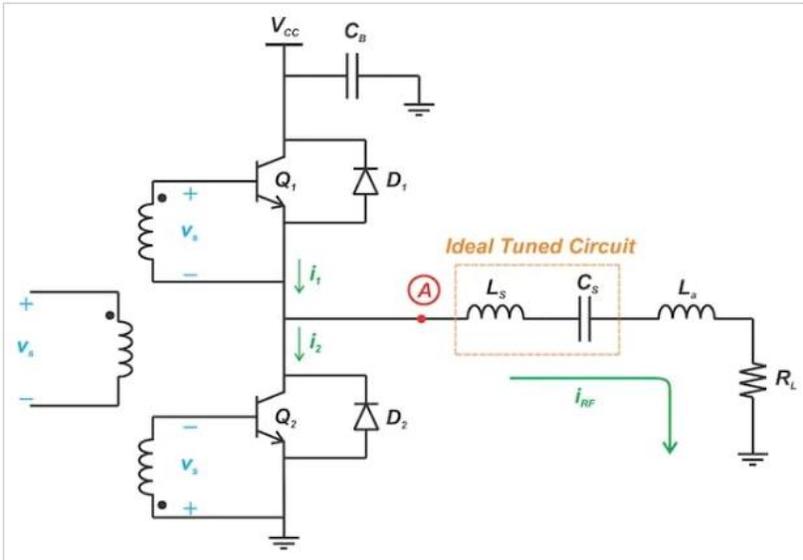


Figura 1. Configuração de comutação de tensão em simetria complementar

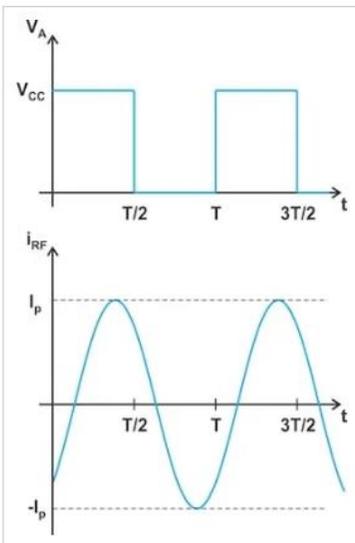
\*Engenheiro Eletricista, PhD em Microeletrônica

Para o amplificador acima, o valor ideal de indutância é  $L_s$ . A capacitância ideal é  $C_s$ . Juntos,  $L_s$  e  $C_s$  nos dão um circuito ressonante ideal sintonizado na frequência de comutação.

No entanto, suponha que a indutância seja realmente  $(L_s + L_a)$  devido às não-idealidades dos componentes. Conforme ilustrado na Figura 2, temos agora uma indutância adicional em série com o circuito sintonizado ideal.



**Figura 2.** Um amplificador Classe D com um circuito LC mal sintonizado devido à existência de componentes não-ideais.



O circuito sintonizado ideal (*Ideal Tuned Circuit*) na caixa laranja atua como um curto-circuito na frequência de chaveamento. O restante da rede de carga compreende a ligação em série de  $L_a$  e  $R_L$ . Como a carga é indutiva, vemos na Figura 3 que a corrente de saída ( $i_{RF}$ ) está atrasada em relação à componente fundamental da onda quadrada no nó A ( $V_A$ ).

**Figura 3.** Acima da frequência de ressonância, a corrente está atrasada em relação ao componente fundamental da tensão da onda quadrada.

Desde nossa primeira discussão sobre operação Classe D, sabemos que um amplificador Classe D ideal tem uma eficiência teórica de 100% e uma potência de saída de  $P_L = 2V_{CC}^2/\pi^2 R_L$ . Vamos ver como a diferença de fase na Figura 3 influencia esses parâmetros.

### O efeito da carga reativa na potência de saída

Precisamos saber o valor de pico da corrente de carga ( $I_p$ ) para calcular a potência fornecida à carga. A corrente de carga é produzida pelo componente fundamental de VA. Usando a representação da série de Fourier para expressar VA em termos de seus componentes de frequência constituintes, obtemos:

$$V_A = \frac{V_{CC}}{2} + \frac{2V_{CC}}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin((2n - 1)\omega_0 t)}{2n - 1}$$

**Equação 1.**

onde  $\omega_0$  é a frequência fundamental angular da onda quadrada.

A partir da Equação 1, vemos que o componente fundamental de VA tem um valor de pico de  $2V_{CC}/\pi$ . Tanto a equação quanto seu resultado permanecem inalterados quando tratamos de um amplificador Classe D ideal.

O mesmo não pode ser dito da Equação 2. A impedância de carga ( $Z_L$ ) na frequência de comutação ( $\omega_0$ ) não é mais simplesmente igual a  $R_L$ . Em vez disso, ela consiste na conexão em série de  $L_a$  e  $R_L$ , dando-nos uma impedância de:

$$Z_L = R_L + jL_a\omega_0 = R_L + jX_L$$

**Equação 2.**

onde  $X_L$  é a reatância indutiva. Usando a lei de Ohm, a corrente que flui através da carga é:

$$i_{RF} = \frac{V_{A, \text{fundamental}}}{Z_L} \Rightarrow i_{RF}(t) = \frac{2V_{CC}}{\pi|Z_L|} \sin\left(\omega_0 t - \arctan\left(\frac{X_L}{R_L}\right)\right)$$

**Equação 3.**

Da Equação 3, o valor de pico de  $i_{RF}$  é  $I_p = 2V_{CC}/\pi|Z_L|$ . Lembrando que  $i_{rms}$  é igual a  $I_p/\sqrt{2}$ , agora podemos calcular a potência média entregue à carga:

$$P_L = R_L i_{rms}^2 = \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2|Z_L|^2} \times R_L$$

**Equação 4.**

Esta equação pode ser reescrita como:

$$P_L = \left( \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2 R_L} \right) \times \rho^2$$

**Equação 5.**

onde:

$[2V_{CC}^2/(\pi^2 R_L)]$  é a potência que seria fornecida a uma carga puramente resistiva ( $X_L=0$ ) e  $\rho = R_L/|Z_L|$

Como a impedância de carga inclui um componente reativo,  $\rho$  é menor que a unidade. O produto da Equação 5 é, portanto, menor que a potência de carga ideal.

Não surpreende que adicionar um componente reativo reduza a potência de carga — é fácil ver pela Equação 2 que um termo reativo aumenta a magnitude da impedância de carga ( $|Z_L|$ ), o que reduz a corrente de saída.

## O efeito de uma carga reativa na eficiência

Na seção anterior, calculamos a potência de saída. Para encontrar a eficiência, também precisamos determinar a potência de entrada fornecida pela fonte. A potência de entrada é igual à tensão de alimentação multiplicada pelo valor médio da corrente extraída da fonte.

Nas formas de onda da Figura 3, a corrente é extraída da fonte durante o primeiro meio ciclo do período de comutação (de  $t = 0$  a  $t = T/2$ ), que é quando o interruptor superior está LIGADO. No segundo meio-ciclo, o interruptor superior está aberto e nenhuma corrente pode ser extraída da fonte. Durante esta metade do ciclo, a energia armazenada no circuito LC circula pela carga e pelo interruptor inferior. Portanto, o componente CC da corrente de alimentação é:

$$\begin{aligned} I_{dc} &= \frac{1}{T} \int_0^{T/2} i_{RF}(t) dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^{T/2} \frac{2V_{CC}}{\pi|Z_L|} \sin\left(\omega_0 t - \arctan\left(\frac{X_L}{R_L}\right)\right) dt \end{aligned}$$

**Equação 6.**

Observe que a integral é tomada no intervalo de tempo quando o interruptor superior está LIGADO.

A equação aparentemente intimidadora acima pode ser simplificada para:

$$I_{dc} = \frac{2V_{CC}}{\pi^2|Z_L|^2} \times R_L$$

**Equação 7.**

Multiplicando a Equação 7 por VCC, encontramos a potência de entrada:

$$P_{CC} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi^2|Z_L|^2} \times R_L$$

**Equação 8.**

Isto é igual à potência de saída (Equação 4), resultando em uma eficiência ideal de 100%. Mesmo que uma carga reativa reduza a potência de saída, ela não degrada a eficiência do amplificador.

### **Exemplo: Redução de potência causada por uma carga reativa**

Ao discutirmos o amplificador Classe D ideal, projetamos um amplificador de comutação de tensão complementar para fornecer 20 W a uma carga puramente resistiva de 50 Ω. Vimos que isso requer uma tensão de alimentação de  $V_{CC} = 70,2$  V e transistores que podem conduzir com segurança uma corrente máxima de 0,89 A. Você pode verificar esses números substituindo  $R_L = 50$  Ω e  $X_L = 0$  nas Equações 3 e 5 deste artigo, pois a carga puramente resistiva é um caso especial da análise que fornecemos acima.

Desta vez, vamos supor que uma reatância de 50 Ω apareça em série com  $R_L = 50$  Ω. Qual seria a potência de saída e a corrente máxima do coletor?

Primeiro, vamos encontrar  $\rho$ . Com  $R_L = 50$  Ω e  $X_L = 50$  Ω, temos:

$$\rho = \frac{R_L}{|Z_L|} = \frac{50}{\sqrt{50^2 + 50^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

**Equação 9.**

Colocando esse valor de  $\rho$  na Equação 5, observamos que a potência de saída é reduzida pela metade devido ao componente reativo da rede de carga.

A potência de saída com uma carga resistiva era de 20 W, então a nova potência de saída é  $0,5 \times 20 = 10$  W.

Na Equação 3, vimos que a corrente máxima  $I_p = [2V_{CC}/(\pi |Z_L|)] \cdot |Z_L|$  é igual a  $R_L/\rho$ , e  $V_{CC}$  é dado como 70,2 V no início do exemplo. Portanto, temos uma corrente de pico de:

$$I_p = \frac{2V_{CC}}{\pi |Z_L|} = \frac{2 \times 70.2}{\pi \times 50 \times \sqrt{2}} = 0.63 \text{ A}$$

**Equação 10.**

A corrente máxima que passa pelo transistor cai de 0,89 A (no amplificador ideal) para 0,63 A. Conforme declarado acima, a potência de saída cai pela metade de 20 W para 10 W.

### Perda de potência devido a capacitâncias parasitas

A Figura 4 mostra outra importante não-idealidade dos amplificadores em Classe D: capacitâncias parasitas.

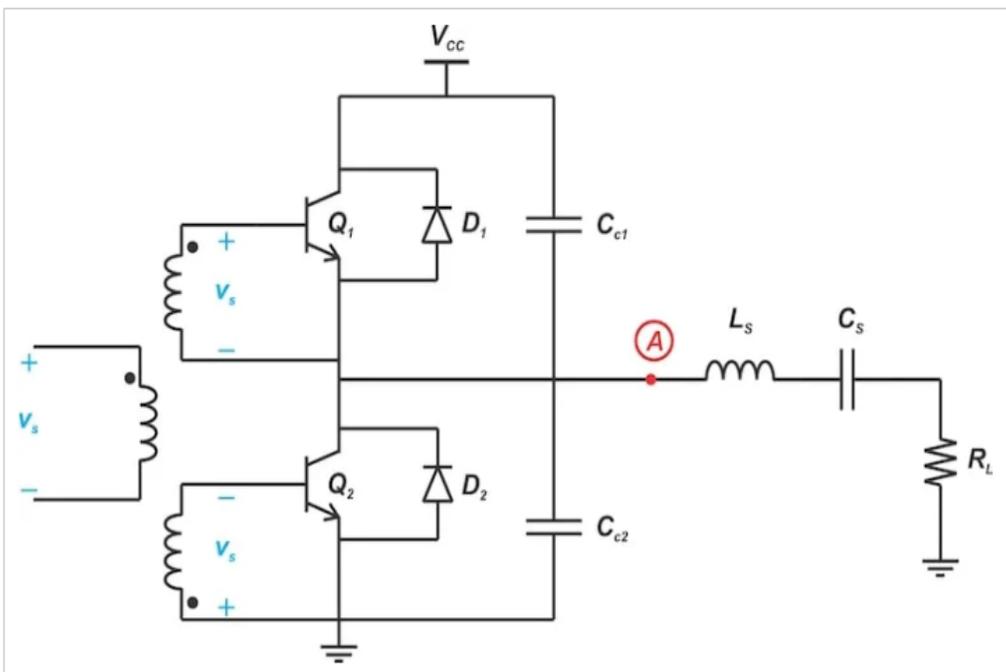
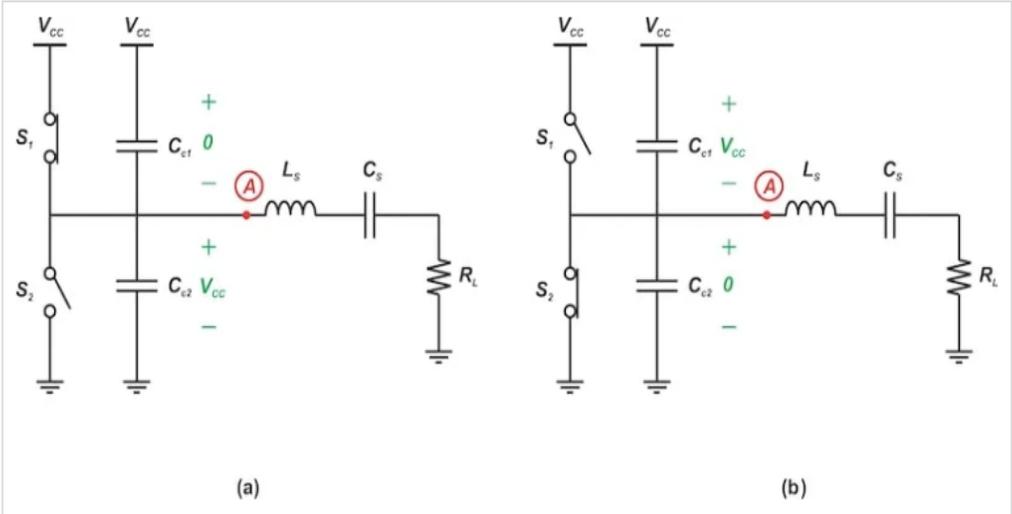


Figura 4.  $C_{c1}$  e  $C_{c2}$  modelam as capacitâncias parasitas que existem entre o nó A e as linhas de alimentação.

Na figura acima,  $C_{c1}$  e  $C_{c2}$  são as capacitâncias parasitas equivalentes que aparecem em paralelo com  $Q_1$  e  $Q_2$ . Quando a onda quadrada transita entre as linhas de alimentação, as capacitâncias causam perda de potência no nó A. Vamos ver como isso afeta o desempenho do amplificador.

A Figura 5(a) fornece um modelo simplificado do circuito durante o primeiro meio-ciclo de operação. A Figura 5(b) faz o mesmo para o segundo meio-ciclo. As tensões em  $C_{c1}$  e  $C_{c2}$  para cada meio-ciclo são indicadas em verde.



**Figura 5. Tensões em  $C_{c1}$  e  $C_{c2}$  quando o nó A é conduzido para  $V_{cc}$  (a) e terra (b).**

Na primeira metade do ciclo, o interruptor superior ( $S_1$ ) é fechado e o interruptor inferior ( $S_2$ ) é aberto. A onda quadrada no nó A é, portanto, conduzida para  $V_{cc}$ . Como ambos os terminais estão no mesmo potencial,  $C_{c1}$  não tem carga. Enquanto isso,  $C_{c2}$  é carregado para  $V_{cc}$ .

No início do segundo meio ciclo,  $S_2$  fecha e  $S_1$  abre. A tensão no nó A é conduzida — idealmente instantaneamente — para o terra. Quando essa transição ocorre,  $S_2$  carrega  $C_{c1}$  para  $V_{cc}$  e descarrega  $C_{c2}$  de  $V_{cc}$  para 0 V. A energia que foi inicialmente armazenada em  $C_{c2}$  é, portanto, perdida.

Usando [a fórmula para armazenamento de energia em um capacitor](#), podemos calcular a energia inicial de  $C_{c2}$ :

$$U_1 = \frac{1}{2} C_{c2} V_{CC}^2$$

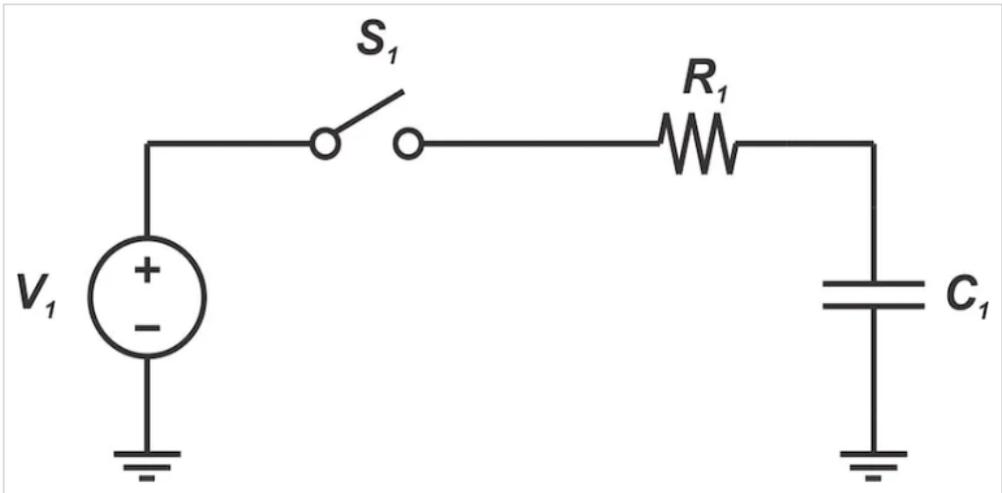
**Equação 11.**

Esta energia é dissipada como calor em S2 quando ele se fecha. Ao mesmo tempo,  $C_{c1}$  é carregado para  $V_{CC}$ . Denotando a energia que é armazenada em  $C_{c1}$  como  $U_2$ , temos:

$$U_2 = \frac{1}{2} C_{c1} V_{CC}^2$$

**Equação 12.**

Para entender como isso afeta a perda de potência, precisamos revisar o comportamento do circuito RC simples na Figura 6.



**Figura 6. Um circuito RC para carregar um capacitor.**

Quando fechamos o interruptor neste circuito, a fonte de tensão fornece a energia para carregar o capacitor. No entanto, pode ser demonstrado que apenas metade da energia fornecida pela bateria é armazenada no capacitor. A outra metade é dissipada como calor no resistor.

Curiosamente, a energia dissipada no resistor é independente do valor da resistência. No amplificador Classe D, isso significa que uma quantidade de energia igual a  $U_2$  é dissipada na resistência de ativação quando S2 fecha e carrega  $C_{c1}$ . Portanto, a energia total dissipada em  $S_2$  é  $U_1 + U_2$ .

Uma sequência semelhante de eventos acontece no início do próximo meio-ciclo, quando o nó A é levado de volta para  $V_{CC}$ . Neste instante, o interruptor  $S_1$  fecha para descarregar  $C_{c1}$  para 0 V e carregar  $C_{c2}$  para  $V_{CC}$ . Isso leva a outra perda de energia de  $U_1 + U_2$ .

Portanto, a energia total perdida devido às capacitâncias parasitas ao longo de um ciclo completo é:

$$U_{total} = 2(U_1 + U_2) = (C_{c1} + C_{c2})V_{CC}^2$$

**Equação 13.**

Como essa quantidade de energia é perdida em cada ciclo de RF, a potência dissipada ( $P_{dissipated}$ ) é:

$$P_{dissipated} = (C_{c1} + C_{c2})V_{CC}^2 f$$

**Equação 14.**

onde  $f$  é a frequência de comutação.

Como essa potência é dissipada nos interruptores, não há efeito na potência de saída do amplificador, apenas em sua eficiência.

### **Exemplo: Redução de Eficiência Causada por Capacitâncias Parasitas**

Um amplificador de Classe D de comutação de tensão complementar alimentado por  $V_{CC} = 70,2$  V fornece 20 W para uma carga de 50  $\Omega$ . No entanto, duas capacitâncias parasitas de 20 pF ( $C_{c1} = C_{c2} = 20$  pF) existem na entrada de seu circuito sintonizado. Se a frequência de comutação for 10 MHz, quanta potência é perdida devido aos capacitores parasitas? Qual é a eficiência do amplificador?

Substituindo os números na Equação 14, obtemos:

$$\begin{aligned} P_{dissipated} &= (C_{c1} + C_{c2})V_{CC}^2 f \\ &= (20 + 20) \times 10^{-12} \times 70.2^2 \times 10 \times 10^6 \\ &= 1.97 \text{ W} \end{aligned}$$

**Equação 15.**

As capacitâncias causam 1,97 W de perda de potência.

Como vimos acima, as perdas de potência devido a capacitâncias parasitas não afetam a potência de saída. Elas apenas aumentam a potência fornecida pela fonte. Portanto, a eficiência pode ser calculada como:

$$\eta = \frac{P_{out,ideal}}{P_{out,ideal} + P_{dissipated}} = \frac{20}{20 + 1.97} = 91\%$$

#### Equação 16.

Por causa das capacitâncias parasitas, o amplificador Classe D real tem uma eficiência de 91%, enquanto o amplificador Classe D ideal tinha uma eficiência teórica de 100%.

## Resumo

Neste artigo, aprendemos sobre duas não-idealidades — componentes de carga reativa e capacitâncias parasitas — que afetam os amplificadores em Classe D.

Vimos que uma carga reativa reduz a potência de saída do amplificador, mas não sua eficiência; as capacitâncias parasitas, por outro lado, reduzem a eficiência, mas não a potência de saída.

Nossa discussão foi baseada na configuração de comutação de tensão complementar.

Posteriormente, apresentaremos uma configuração diferente: o amplificador em Classe D de comutação de tensão acoplado a transformador.

---

### NOTA DA EDIÇÃO

Este artigo foi reproduzido, com as devidas adaptações para a língua portuguesa, sob aprovação do site <https://www.allaboutcircuits.com> e EETech.

O conteúdo original pode ser encontrado em <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/understanding-class-d-amplifier-non-idealities-reactive-loads-and-parasitic-capacitances/>

Todas as imagens usadas são cortesia do autor.

---

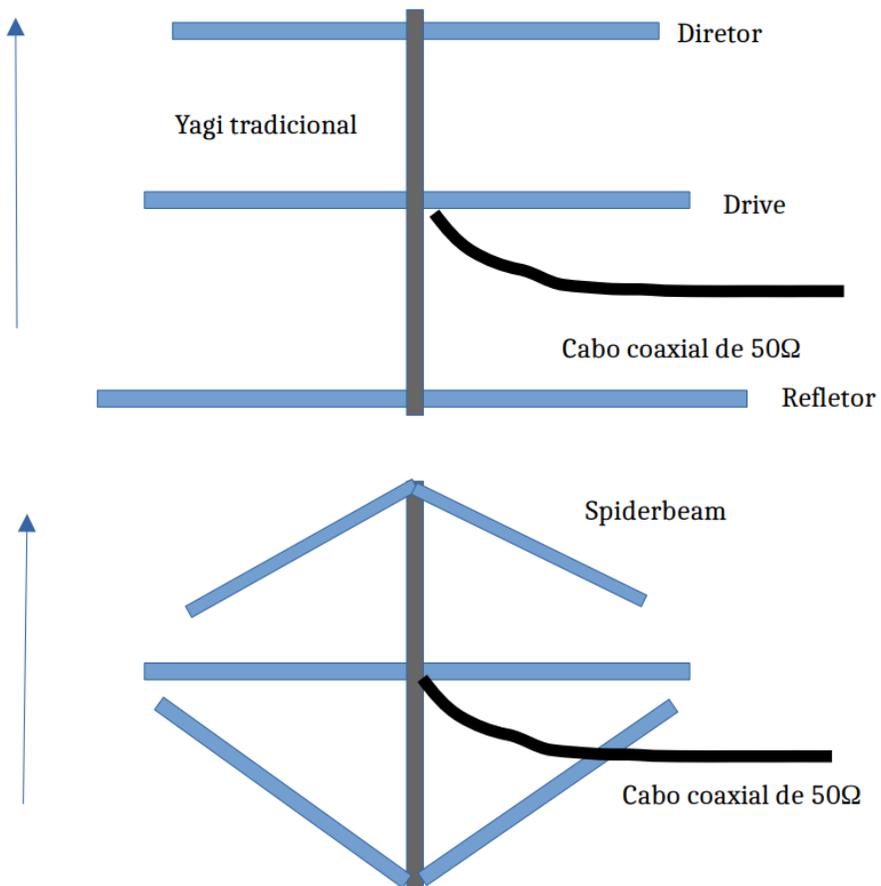
## Monte Uma Antena Spider Beam

Ademir - PT9HP

Conhecida como spiderbeam, esta antena, inventada por G4-ZU, é uma variante de uma antena Yagi-Uda de três elementos, porém o diretor e o refletor estão em forma de uma seta. O resultado, segundo os apaixonados por este tipo de antena, é o alto ganho obtido com a mesma, algo em torno de 5 dB sobre um dipolo e o ganho frente/costas algo como 25 dB.

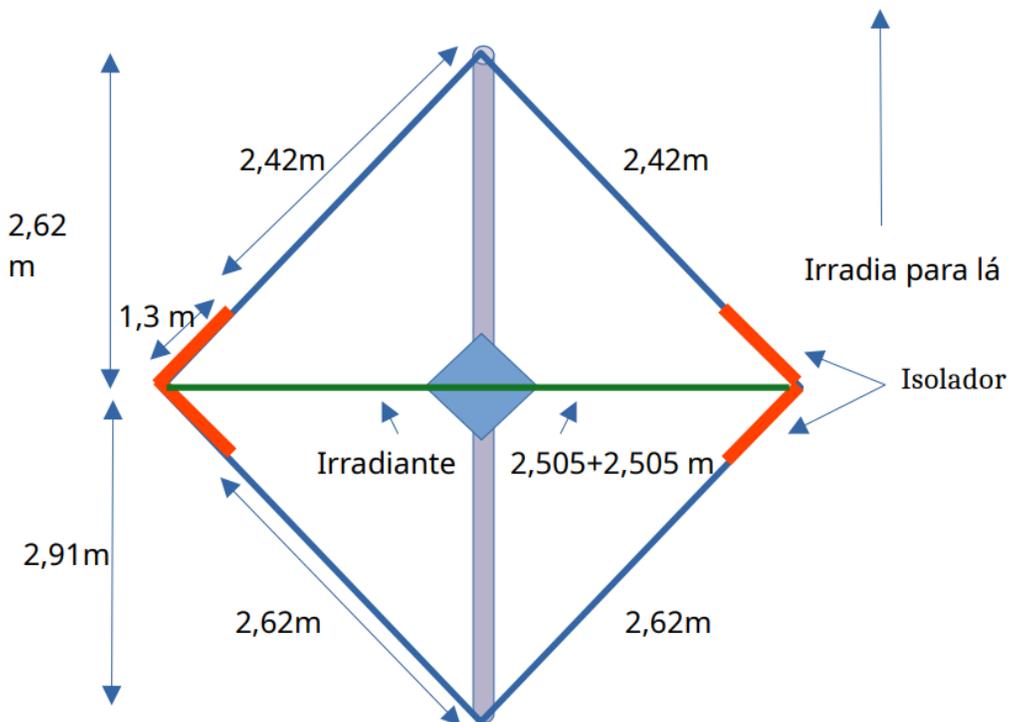
Os cálculos são os mesmos para uma antena Yagi, mas abaixo temos as medidas prontas para quem quiser experimentar.

O driver ou irradiante é um tubo de alumínio, mas na Spiderbeam o diretor e o refletor são fios encapados de cobre. Economiza material. A gôndola deve ser de material isolante, como vara de pesca de fibra de vidro.



Para facilitar, o comprimento total (perímetro) do fio diretor é de 4,84 metros e o do refletor, 5,25 metros. O irradiante, tubo de alumínio mede 5,10 metros.

Lembrando que esse tubo é seccionado, ou seja, no centro dele será ligado o cabo coaxial ou um balun para casar a impedância. Os dados que encontramos mostram a ligação direta de um cabo coaxial de  $50\Omega$  no centro do dipolo irradiante.



A linha vermelha são os isolantes de cordinha de nylon. A gôndola é de pode ser de alumínio ou material isolante como uma vara de pesca de fibra de vidro.

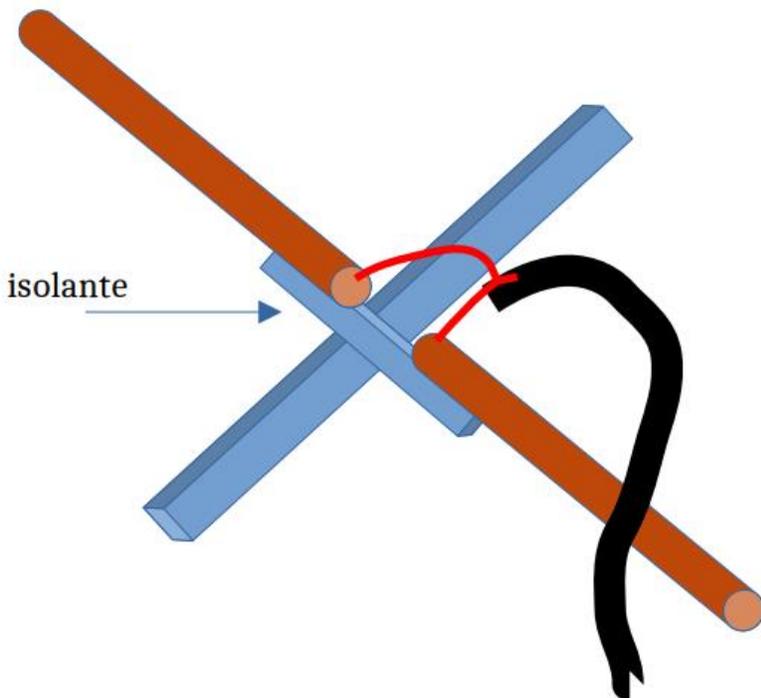
Poderia até usar PVC mas com certeza será um desastre!

O irradiante é um tubo de alumínio e o diretor e o refletor são fios de cobre de um bom diâmetro.

Nas pontas do irradiante você pode usar um pequeno pedaço de PVC, onde serão ligadas as cordinhas de nylon. Pode-se usar uma presilha ou simplesmente dar um nó no fio e amarrar aí a cordinha isolante.

A gôndola, ou boom, mede no mínimo 5,53 metros e pode ser de alumínio ou de outro material isolante.

Lembre-se: esta é praticamente uma antena Yagi, de dimensões consideráveis.



Neste caso, o irradiante deve ser isolado dela. Se for usada uma placa de acrílico grossa, talvez facilite sua montagem.

### **Algumas considerações sobre este tipo de antena, que não foram bem documentadas no nosso Manual das Antenas.**

Primeiro, a gôndola ou suporte das varetas e fios pode ser de alumínio ou outro material isolante, como tubos de fibra de vidro. Aconselho usar um tubo de alumínio, tendo em vista a rigidez do sistema. Basicamente, esta antena é uma direcional de três elementos tipo Yagi-Uda onde o diretor e o refletor são inclinados em direção ao meio da gôndola e são fios de cobre, porém não finos demais.

Nas antenas Yagi, o refletor e o irradiante costumam ser ligados direto na gôndola, também de alumínio, mas o irradiante é isolado. Não sabemos se neste caso poderia ser feito a mesma coisa com o refletor e diretor. Deve-se levar em conta que eles não encostam de forma alguma no elemento irradiante, onde é ligado cabo de  $50\Omega$ .

O que pode complicar neste tipo de antena é seu ajuste. Normalmente, se ajusta uma Yagi afastando-se ou aproximando-se o elemento irradiante. Mas esta aqui, depois de montada, teria que se soltar as cordinhas isolantes e de suporte dos fios.

**NÃO** montamos esta antena e seus cálculos são baseados em dados encontrados na Internet.



---

*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.*

---

## Preços e Contas

Desde as oito horas que nossos amigos Zé Maria e Carlito estavam às voltas com um bloco de anotações e mais algumas folhas soltas, que volta e meia acabavam no chão

- O que ele entende de finanças, Carlito? Ele vai sempre concordar com tudo o que você fala!

- Finalmente vem ele... Não! Parou para falar com Dona Inácia... Se despediu... Parou agora em frente da casa de Seu Chico e.... Agora vem direto!

- Boom Diaaaa, Tuma! Hum... Já vi que estavam falando sobre consertos, preços e despesas.

- Mais ou menos, Toninho. Mais um mês e as contas estão fechadas, porém sem nenhuma sobra! Desse jeito vamos ter um décimo-terceiro bem mirrado.

- E, por favor, não me venha com a conversa de que é preciso aumentar os preços. A coisa não é por aí!

- Pois é, Zé Maria: Você acaba sempre tocando a mesma tecla! Aumentar a produtividade. Eu pergunto: Como? A oficina está com bastante serviço, mas... e aí?

- Por isso estamos desde cedo, aguardando Sua Excelência chegar, e aí vamos discutir mais uma vez o assunto.

- Vejamos.. Cobramos na terça-feira R\$ 1.100,00 para a troca de LEDs de uma Samsung de 65 polegadas e...

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

- E aí o dono achou caro, mas ficou satisfeito com o serviço!
- Andei pesquisando sobre o assunto durante a semana. Ali, na nossa frente, na coleção de DVD da revista Antenna, descobri três artigos muito importantes, com mais de 70 anos, porém atualíssimos.
- Chi....Agora vem você com teorias dos anos 40!
- Pois... pasme! Em 1948 um Editorial chamava a atenção para o problema referente ao custo das reparações. Naquela época, assim como hoje, temos oficinas que vivem de enganar seus clientes.
- O que não é o nosso caso. Nossa clientela reclama do preço do conserto, apenas isso! Vamos tomar como exemplo o Samsung de 65 polegadas. Trocamos as barras de LED's. Pagamos R\$ 400,00 pelo "kit". Cobramos R\$ 1100,00. Logo lucrarmos R\$ 700,00! Simples, não?
- Negativo, Toninho! Imagine uma dos barramentos apresentar algum defeito durante a garantia? Vamos "morrer" em mais 400 Reais!
- Lembre-se das despesas com aluguel da loja, energia elétrica, água, contador, ISS, telefone, plano de saúde e Internet. Tudo tem de sair do preço do conserto!
- Mas como é que o nosso concorrente cobra praticamente a metade?
- Fazendo um serviço "meia-boca". No caso, trocando uma barra e não o conjunto, mesmo sabendo que dali a algum tempo o televisor irá retornar.
- Não podemos esquecer de que somente após o pagamento das tais "despesas fixas" que você mencionou é que podemos pensar em nossas retiradas, o que acontece geralmente só depois do dia 15 de cada mês.
- A grosso modo, nossas despesas fixas estão em torno de oito mil Reais por mês, ou seja, dois mil a cada semana.
- Ou... 400 Reais por dia, o que dá... 40 Reais por hora! É o que temos de faturar, gente! O que passar disso é a nossa retirada.
- Que saudades do tempo que não tínhamos planos de saúde, Internet...
- Não fique remoendo, Zé Maria. A realidade é outra, e pronto!
- E que tal os artigos que você andou lendo nas revistas? Tem alguma fórmula mágica para se lucrar um pouco mais?
- Em todos eles a palavra de ordem é "honestidade". Não importa se cobrarmos muito, e sim a maneira correta e honesta de se efetuar um reparo.
- Outro fator muito importante é o tempo que se leva na bancada. Para substituir um barramento de LEDs, desde o momento em que é colocado na bancada, até o teste final, pode contar entre hora e meia e duas horas.

- Lembre-se da limpeza da tela e do gabinete, a verificação das entradas HDMI e, possivelmente, uma redução na corrente que circula no barramento. Pode acrescentar no mínimo um quarto de hora

- Podemos fazer um teste... Temos outra Samsung de 65 polegadas.

- Então vamos para a oficina! A despesa hoje é com o Carlito. Ao trabalho!!!

O televisor em questão era um Samsung 65UM7520, daqueles com 5 barras.

- Ainda bem... São cinco barras de LEDs, Os novos modelos estão vindo com dois barramentos apenas. Em muitos casos, danificam parte dos difusores da tela ou a lâmina de acrílico. Aí o custo de material fica perto de mil Reais.

- Já vimos o que pode ser feito. Vamos ao orçamento: Zé Maria, quanto cobrar?

- 400 Reais do barramento original, mais duas horas de serviço... Diria 1200 Reais, considerando o risco. Um televisor desses, novo, custa em torno de 3500 Reais.

- Ligue para o proprietário e fale da possibilidade de pagar em três vezes, no cartão, sem juros..

- Estamos dentro dos limites daquilo que assisti em um programa na TV. Multiplicar o material por três, é uma boa solução no caso de não possuímos dados suficientes para dar um orçamento.

- Pssss... Seu Renato no telefone... Sim... Em três vezes. Vai ficar como novo, claro!... Podemos entregar amanhã à tarde... ótimo!

- Orçamento aprovado?

- Correto! Vamos adiante.

- Temos um "kit" para a troca das barras de LED's. Por que não fazer um teste ?

- Ótima ideia ! Vamos cronometrar o tempo. Valendo!

- Colocando o televisor na bancada às 09h40... Agora vou retirar a tampa traseira e depois soltar a armação da tela, retirando esses parafusos daqui das bordas.



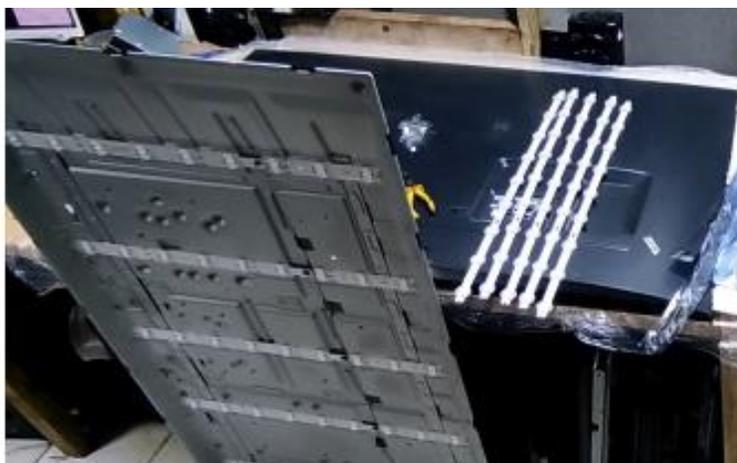
Figura 1

- Repare aqui, Zé Maria, que a tela fica sobre a bancada. Não é preciso mexer com, as lâminas de difusão e com a tela. O barramento já está fora. É só retirar a lâmina refletora e fazer a substituição.
- Vou retirar o barramento danificado. Traga o “kit” que compramos na semana passada, Toninho.
- Ponha a tampa traseira sobre a tela, Zé Maria. Não precisamos que alguma poeira caia sobre ela



**Figura 2**

- O barramento está na mão e... O relógio marca... dez e quinze!
- Aqui está o barramento novo. Agora é só efetuar a troca.
- Mais meia hora e termino. Aí vamos fazer as contas.



**Figura 3**

- Agora que tudo está no lugar, vamos fazer um teste para ver se funciona. Um... dois... e três!



**Figura 4**

- Podemos agora colocar tudo no lugar, baixar a corrente do barramento, fechar o gabinete, testar as funções e depois dar uma boa limpeza.

Felizmente nada de anormal foi encontrado, e quando Carlito e Zé Maria acabavam de retirar o televisor da bancada, Toninho anunciou:

- Meio dia e cinco! Ao todo foram duas horas e vinte e cinco minutos. Quero ver essa conta!

- Então, turma... Temos 400 Reais de material, e para arredondar, duas horas e meia de trabalho, que dão mais 100 Reais das despesas fixas. Dez por cento do nosso Fundo de reserva, são 120 Reais. Temos então 620 Reais de despesas, restando para a oficina 580 Reais

- Ainda por cima, fizemos um excelente serviço!

- Serviço honesto, Toninho. A palavra-chave é honestidade!

**Fotos – kiewribeiro**