

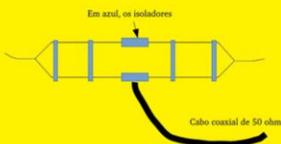
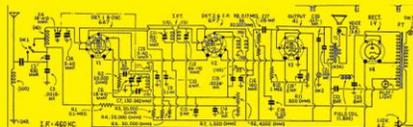


TVKX

# ANTENNA

ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 04/25 (1264) abril de 2025

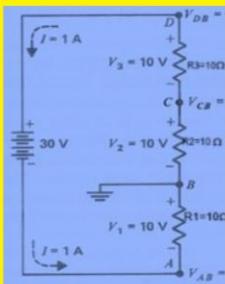


## ANTENNA rumo ao Centenário!



Antenna e... a Esquemateca!

Dicas sobre válvulas - 2



O Sony MU-A051

Antenas encurtadas

A história do LED azul



Paulo Brites e... as referências de tensão

Modifique um rádio PX para operar em 24/29 MHz

# ANTENNA

Número 04/25 – abril/2025 – Ref. 1264

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** – Abril é o mês das cores **verde** e **azul**, para a conscientização sobre os acidentes de trabalho e sobre o autismo. Saiba mais em:



<https://news.cremerj.org.br/2024/04/12/verde-e-azul-sao-as-cores-das-campanhas-de-conscientizacao-do-mes-de-abril/>

## NOTAS DA EDIÇÃO

Neste mês iniciamos a contagem regressiva para as comemorações do centenário da Revista Antenna! Em abril de 1926, o engenheiro Elba Dias lançou aquela que foi a mais longeva publicação impressa de eletrônica do Brasil. Vamos preparar uma edição comemorativa que faça jus ao seu legado e ao da Família Affonso Penna, responsável pelo sucesso de Antenna Edições Técnicas. Contamos com todos os leitores nessa jornada!

**ATENÇÃO!** Seja um colaborador do TVKX e receba o Curso [Descomplicando o Osciloscópio](#) pagando apenas o custo de cadastro, de **R\$ 4,99** (o curso custa R\$ 49,90!). Envie um relato **DETALHADO** de um conserto de um aparelho eletrônico (TV, rádio, som etc) que **VOCÊ** realizou, e, se for aprovado para publicação no TVKX, você receberá um cupom **EXCLUSIVO** para o acesso ao curso on-line. O relato deverá ser enviado para o e-mail [ilhajaime@gmail.com](mailto:ilhajaime@gmail.com). Serão escolhidos até dois casos por mês. Aproveitem!

**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 LII – Procura-se um esquema... desesperadamente!.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
6 - CQ-RADIOAMADORES - Modifique Um Rádio Faixa do Cidadão Para operação QRP em 24 e 29 MHz.	<i>Ademir – PT9HP</i>
13 - DICAS E DIAGRAMAS – XXXIV - No Mundo das Válvulas - 2.....	<i>Dante Efrom – PY3ET</i>
25 - O Sony MU-A051.....	<i>Marcelo Yared</i>
33 - APRENDA ELETRÔNICA - Onde eu coloco a ponteira negativa do multímetro para medir tensões contínuas?.....	<i>Paulo Brites</i>
38 – Antenas Encurtadas.....	<i>Ademir – PT9HP</i>
40 - A História do LED Azul.....	<i>Marcelo Yared</i>
46 - TVKX – O Químico!.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>

## ANTENNA – Uma História - Capítulo LII

Jaime Gonçalves de Moraes Filho\*



### Procura-se um esquema... desesperadamente!

Se você reclama por não ter em mãos o esquema daquele amplificador estéreo que está na sua bancada, saiba que as coisas já foram muito piores...

Nos primórdios da radiodifusão no Brasil, na década de 1920, por se tratar de uma tecnologia inovadora e pouco conhecida, era praticamente impossível se efetuar o reparo de um rádio receptor, sem que estivesse à mão o “Schema” do aparelho.

Apesar dos primeiros receptores possuírem poucos componentes e apenas duas ou três válvulas, era comum aos técnicos enviar correspondência para a Redação de Antena, solicitando a publicação do “Schema” de um determinado receptor, ou parte dele, o que era atendido em uma publicação subsequente, muitas vezes demorando alguns meses para que o pedido fosse atendido.

**Sr. J. Alfredo — (Rio).**

**P — Peço publicar um schema de um receptor Reinartz modificado, com dois estagios de ampliação á resistencia, com os dados necessarios.**

**R — A seguir encontrará o schema pedido.**

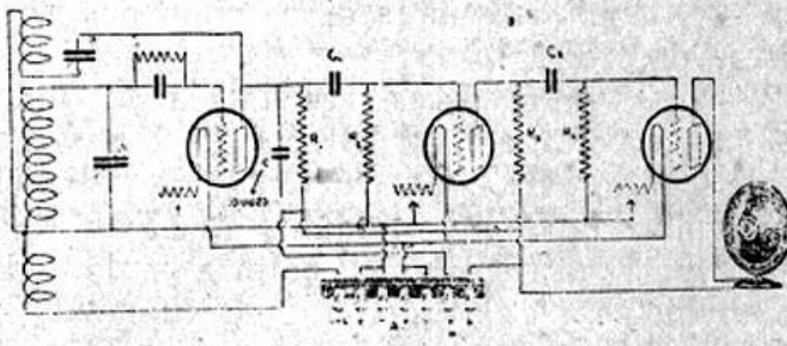


FIG 1 – Antenna – outubro de 1927

\* Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica

Com a mudança de Direção, a partir de 1941, houve também a necessidade de se regularizar as finanças, o que acarretou a criação do "Serviço de aquisição de livros", no qual Antenna entrava como intermediária na venda de livros técnicos nacionais e estrangeiros, dando origem, anos mais tarde, às Lojas do Livro Eletrônico.

Como tal atividade ainda não era suficiente para atingir o equilíbrio financeiro, o Dr. Gilberto resolveu criar mais um departamento, o de "Diagramas Comerciais", o nosso conhecido Esquema. Alguns problemas tinham ainda de ser resolvidos, além de recolher e catalogar o material oriundo de catálogos e outras publicações estrangeiras arquivadas na Redação.

A maior dificuldade encontrava-se no sistema de reprodução dos esquemas. Na ocasião poderia ser utilizada a cópia heliográfica ou então um outro tipo de cópia fotográfica, conhecida naquela época por "Fotostática", obtida com um tipo de câmera que dispensava o negativo, porém necessitando de todo o processo de revelação e fixação, o que tornava o processo lento... e caro!

Pelo preço de um único esquema era possível se adquirir sete exemplares de Antenna, o que muitas vezes acabava por comprometer o custo do reparo em um receptor de rádio.

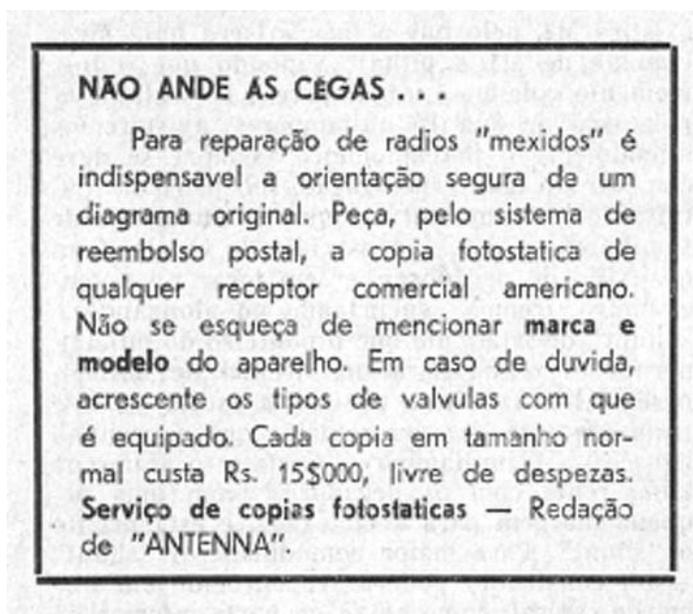


FIG 2 – Antenna - janeiro de 1942

A essa altura você pode estar se perguntando sobre a necessidade real de se obter um esquema para consertar um simples receptor de rádio com 5 válvulas...

Acontece que nem sempre os fabricantes seguiam os circuitos convencionais e já conhecidos.

Por exemplo: Em minha casa, no final dos anos 1940, havia um receptor RCA modelo 130, com 4 válvulas e cerca de 15 anos de uso, precisando de alguns reparos. Observe o seu esquema e tire as suas conclusões, a começar pelos circuitos detector e do controle de volume, projetados de uma maneira totalmente fora dos padrões da época.

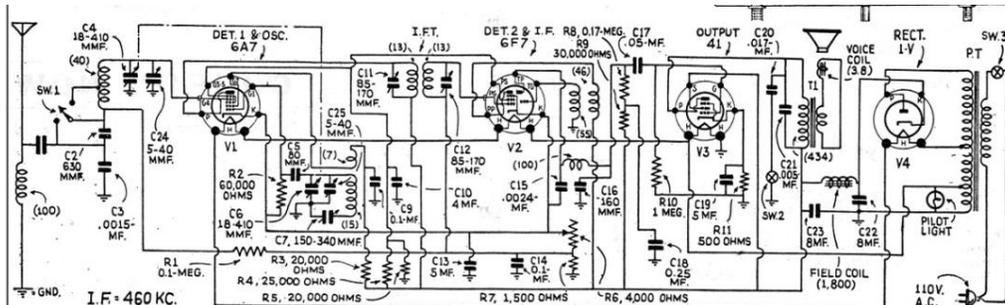


FIG 3 – RCA – Modelo 130

Tentar qualquer reparo ou calibragem em tal receptor, sem as informações necessárias certamente acabaria com a paciência de qualquer um.

Por outro lado, alguns receptores de origem europeia eram um verdadeiro desafio para o técnico, devido à sofisticação do circuito de AF e da variedade de faixas de onda. Veja, por exemplo, o circuito de um Telefunken “Aida” de 12 válvulas, da década de 1930: Ainda pensa em reparar e calibrar um “monstro” desses, sem o esquema?

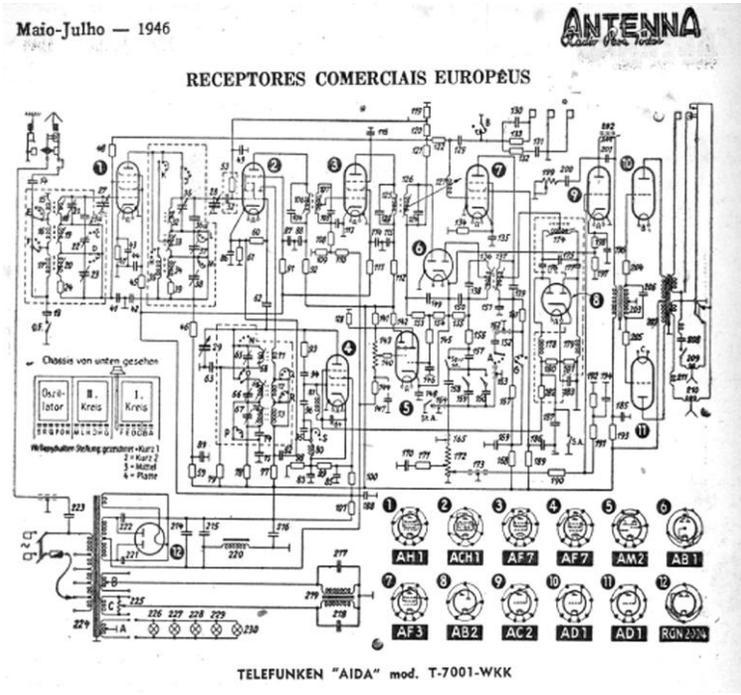


FIG 4 – Telefunken “Aida”

Apesar de algumas dificuldades na obtenção de esquemas e do custo de uma cópia, o Serviço de Diagramas Comerciais teve excelente receptividade entre os técnicos.

Lembro que, durante um período, no final dos anos 50, também foram utilizadas as cópias heliográficas, o que deixava a salinha de espera com um forte odor de amoníaco, em substituição àquele de ácido acético, porém... era o que se tinha de melhor a um custo (ainda) acessível. Por se tratar de um processo químico, os esquemas não podiam ser expostos ao Sol nem tampouco receber umidade, sob pena de desaparecerem por completo. A solução para tais problemas só surgiu anos mais tarde, quando foram lançadas no mercado as copiadoras “Xerox”.

Porém, antes disto, em 1961, o antigo Departamento de Diagramas passou a ser denominado “Esquemateca Brasileira de Eletrônica – ESBREL”, contando na ocasião com mais de dez mil esquemas de equipamentos eletrônicos, dos mais diversos tipos e procedências.

No entanto, alguns fabricantes, propositadamente, negavam-se a fornecer esquemas e informações técnicas, chegando em muitos casos, a raspar ou apagar a identificação dos componentes, como forma de resguardar seus “segredos”. Não contavam, porém, que alguns técnicos, de posse de um equipamento em perfeito estado, levantassem, à mão, todo o esquema, cuidadosamente desenhado a lápis sobre papel... e enviado para a redação de Antenna, para ser desenhado a tinta Nankin e ser compartilhado com os demais profissionais. Foi desta forma que alguns receptores Philips da década de 1940 e os amplificadores Gianini tiveram seus esquemas divulgados.



FIG 5 – Antenna - 1952

Com o advento da televisão, as coisas se complicaram, obrigando Antenna a manter numerosos funcionários para visitar as fábricas, cadastrar material, manter correspondência com o exterior e atender ao público, o que diminuiu drasticamente a receita necessária para cobrir os custos da Esquemateca,

**esbrel**

ESBREL é a sigla da Esquemateca Brasileira de Eletrônica, sucessora do tradicional Departamento de Diagramas Comerciais (DDC), criado e mantido pela mais antiga revista brasileira de eletrônica — “Antenna”.

ESBREL representa considerável ampliação e aperfeiçoamento dos serviços prestados pela Esquemateca aos técnicos brasileiros de rádio e televisão, destacando-se, dentre outras, as seguintes melhorias:

- Foi instalado na sede da Esbrel (Travessa do Ouvidor, 39 - 3.º andar Fone 31-2653 — Rio de Janeiro), novo e revolucionário equipamento impressor de cópias por meio de raios infravermelhos. Por isso (a não ser nos raros casos em que razões técnicas dificultam a termo-reprodução), os pedidos de esquemas são agora atendidos em menos de 5 minutos.
- A sucursal paulistana da Esbrel (Rua Vitória, 379 — Fone 34-0240 — São Paulo) já possui esquemateca e equipamento apropriados ao rápido atendimento das solicitações de esquemas, sendo os pedidos normalmente solucionados em cerca de 20 minutos.
- Novos manuais e esquemas avulsos foram incorporados às coleções da Esbrel — abrangendo centenas de novos modelos de rádios, televisores, audioamplificadores e gravadores nacionais e estrangeiros.
- O serviço de expedição da Esbrel foi dinamizado, a fim de assegurar o rápido atendimento dos pedidos via postal.

A Esquemateca Brasileira de Eletrônica é um serviço de utilidade pública instituído pela mais antiga revista brasileira especializada, destinando-se a tornar acessível às oficinas de conserto o esquema original dos rádios, televisores e outros equipamentos eletrônicos, nacionais e estrangeiros, de fabricação comercial.

**ESBREL - ESQUEMATECA BRASILEIRA DE ELETRÔNICA**

Rio de Janeiro: Travessa do Ouvidor, 39 - 3.º  
Telefone: 31-2653

São Paulo: Rua Vitória N.º 379 - Loja  
Telefone: 34-0240

Pedidos Postais: Devem ser endereçados à Caixa Postal 1.131 — Rio de Janeiro (Endereço Telegráfico “Dipolo”).

antenna — 41 —

OUTUBRO 1961 Vol. XLVI - N.º 4 281

O ano de 1962 trouxe a grande novidade: Uma copiadora com excelente definição a um custo de cópia razoável, bem abaixo daquele das fotocopiadoras. Antenna foi uma das primeiras empresas a utilizar as copiadoras Xerox.

Isto, no entanto, trouxe também a “Pirataria”, uma vez que a perfeição da cópia em nada a distinguia do original. Tentativas de impedir tal procedimento, como fazer a cópia com o papel tarjado em amarelo, não chegaram ao resultado esperado.

FIG 6 – ESBREL - 1961

Com o encerramento das edições impressas de Antenna, o acervo da ESBREL ficou na iminência de se perder. Felizmente o entusiasta Rubens Mano, ao assumir a Esquemateca, permitiu que mesmo nos dias de hoje os técnicos continuem a usufruir dos serviços da ESBREL, mantendo o contato através do e-mail: [manorc1@manorc.com.br](mailto:manorc1@manorc.com.br).



## MODIFIQUE UM RÁDIO FAIXA DO CIDADÃO PARA OPERAÇÃO QRP EM 24 E 29 MHz

*"Vixi! Agora estão incentivando a pirataria?". Calma leitores! Os piratas já estão lá há mais de 40 anos! Qualquer "botina branca" de rádio PX conhece, e fatura alto, com estas modificações. Simplesmente divulgamos conhecimento técnico, que deverá ser colocado em prática apenas por Radioamadores classe A ou B, os únicos autorizados a operar nestas duas bandas. Portanto, que fique bem claro: Nem o autor, nem esta revista se responsabilizam por qualquer dano em seu aparelho advindos dessa modificação ou por sanções legais por parte da ANATEL.*

Fabricados na China e vendidos em qualquer loja de eletrônicos, os atuais aparelhos Faixa do Cidadão são multicanais, possuem frequencímetro digital, operam em AM, FM, SSB e CW e, normalmente, abrangem boa parte da faixa dos 10 metros. Confiram: vá até 28.305 em dia de propagação aberta. Tem rodadas de clandestinos ali e há anos, sem que alguém tenha conseguido removê-los de lá (função da ANATEL...).

Estes aparelhos tem algo em comum: um chassi padrão, no caso analisado aqui, o modelo é o EPT360014B.

Ele é comum nos Voyager, Alan, Cobra 148 GTL EX+, Galaxy Pluto, Ranger e outros desconhecidos que, de vez em quando, aparecem no mercado. O transceptor pode estar dotado de frequencímetro, câmara de eco, etc, mas a placa de circuito impresso é a mesma. No nosso caso, as alterações foram feitas num Voyager VR9090.

### DUAS MANEIRAS DE MODIFICAR CANAIS

Existem duas maneiras de se abranger a parte superior dos 10 metros e conseguir os 12 metros neste aparelho: uma é trocando o cristal original, de 14.010 MHz (que abrange de 25.615 a 28.315) por outro de 14.460 KHz e a outra, obviamente, alterando o circuito em torno do PLL, um MC 145106.

Os Voyager e Galaxy Pluto lançados há uns 10 anos atrás, vinham com um cristal de "banda alta", (14.460 KHz) chegando aos 28.745 MHz. Perde-se alguns KHz na parte inferior, mas para quem quer operar nos 10 metros, é vantajoso. Não é necessário nenhum ajuste em bobinas. Mas atenção: cristais especialmente cortados sob encomenda para 14.460 KHz às vezes não funcionam.

**\*A cargo de Ademir – PT9HP**

O ideal é encontrar um cristal em algum aparelho sucateado.

Não usamos chavinha especial, mas se você pretende manter o rádio original e ter acesso às novas faixas, deverá usar uma.

### O SEGREDO DO PLL

Como acontece com a maioria dos circuitos PLL, pode-se alterar seu funcionamento aterrando ou alimentando certos pinos. Cuidado nesta parte: um deslize e tem-se em mãos um "finado" PLL.

A ANATEL gostaria que você soubesse que operar fora das faixas ou canais destinados ao seu serviço autorizado é crime. Pode dar até dois anos de cadeia em regime fechado por "crime federal". Muitos operadores da Faixa do Cidadão, especialmente caminhoneiros, tem "cochilado" nesse assunto, trafegando por esse "Brasilzão" sem portar a licença para operar um rádio. Além de perder o rádio, se a autoridade policial seguir o script da lei, poderá também ser enquadrado na norma geral das telecomunicações.

Sugestão legal para os PX: tenha sempre sua licença junto a estação. Se for móvel, deixe-a numa pasta no porta-luvas do carro. Opere sempre com equipamentos que pelo menos conste na lista dos "homologados" pela ANATEL. Um clássico que nunca dá dor de cabeça é o famigerado Cobra 148 GTL. Os nacionais, embora custem os olhos da cara, são homologados ou certificados. Junto com sua licença, raramente você terá problema com a justiça.

O MC 145106 (IC5) tem o pino 10 ligado ao pino 13 de um MC 14008 (IC7). Veja a figura abaixo, onde temos uma parte do esquema do Voyager VR9090 (e clones). Aqui temos duas possibilidades:

a) Interrompendo o pino 10 do PLL, que vai ao pino 13 do IC7, teremos de imediato acesso à banda de 12 metros, que neste caso fica assim:

Banda B: Canal 1=24.785 KHz; Canal 40= 24.995. As outras bandas ficam "bagunçadas", perdendo-se, inclusive, boa parte dos canais normais. Portanto, só modifique seu aparelho se você for mesmo Radioamador e quer operar QRP nos 12 metros...

b) Alimentando o pino 10 do PLL (depois de interrompida a trilha, é claro!), temos aqui a parte de fonia dos 10 metros, que fica desta maneira:

Banda D: Canal 26= 28.545 KHz; Canal 40= 28.685 KHz.

Banda E: Canal 01= 28.695 KHz; Canal 40= 29.135 KHz.

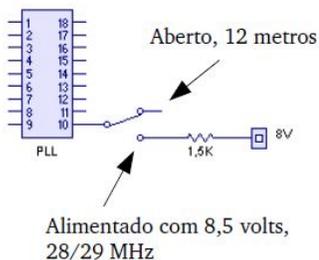
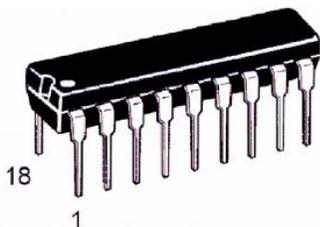
Banda F: Canal 01= 29.145 KHz; Canal 40= 29.585 KHz.

Vejam as fotos para maior entendimento.

### BULINDO NO PLL

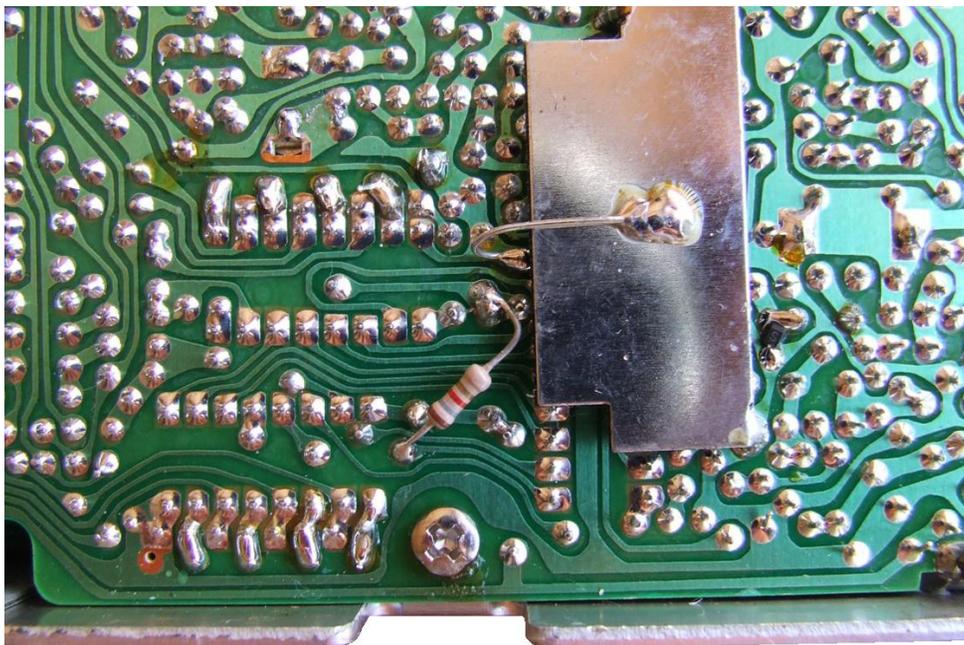
Em todas as modificações do PLL, é necessário interromper a trilha do pino 10 do MC 145106, que vai ligado ao pino 13 de IC7. Note pelo chapeado e detalhe da foto, que na face cobreada do circuito impresso, aparece uma interrupção da trilha. Não se engane. No lado dos componentes, há um jumper, bem debaixo de IC7, cuja pontinha aparece debaixo do circuito integrado, fazendo a ligação direta entre os dois pontos.

Dessolde ou corte com um alicate o jumper. Tem-se então os 24 MHz à disposição. Observe que IC7 está praticamente debaixo do seletor de canais.



### Identificação dos pinos do PLL MC145106 (extraído do datasheet da Motorola)

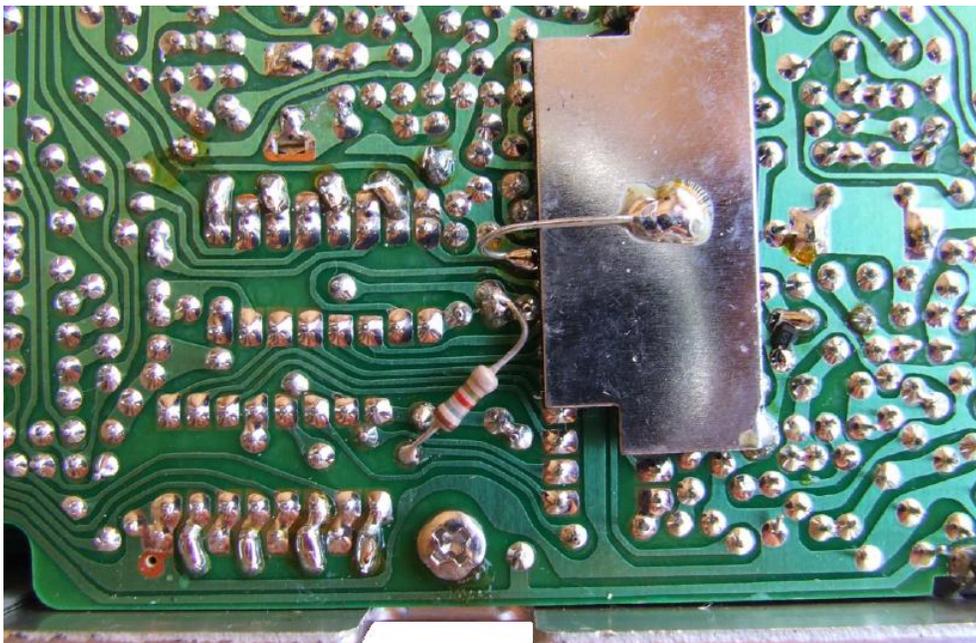
Na segunda modificação, temos que também interromper a ligação entre o pino 10 do PLL e o pino 13 de IC7. Quando falamos em alimentar o PLL, significa basicamente injetar uma tensão de 8,5 volts aproximadamente no pino 10, e isto através de um resistor de 1,5 k. Veja na foto o ponto que escolhemos para retirar a tensão. Observe que deve haver tensão tanto na transmissão como na recepção. No caso do Voyager VR9090, retiramos o módulo do frequencímetro para ter melhor acesso ao jumper.



Nesta foto, observe o resistor de 1k5 ligado na extremidade da trilha que vai ao pino 10 do PLL e a um ponto onde há 8,5 volts. Veja também que há uma ponta de trilha sem ligação. O jumper está do outro lado da placa (deve ser retirado). Modificação para 10 Metros.

Na segunda modificação, temos que - também - interromper a ligação entre o pino 10 do PLL e o pino 13 de IC7. Quando falamos em alimentar o PLL, significa basicamente injetar uma tensão de 8,5 volts aproximadamente no pino 10, e isto através de um resistor de 1,5 k. Veja na foto o ponto que escolhemos para retirar a tensão. Observe que deve haver tensão tanto na transmissão como na recepção.

No caso do Voyager VR9090, retiramos o módulo do frequencímetro para ter melhor acesso ao jumper.

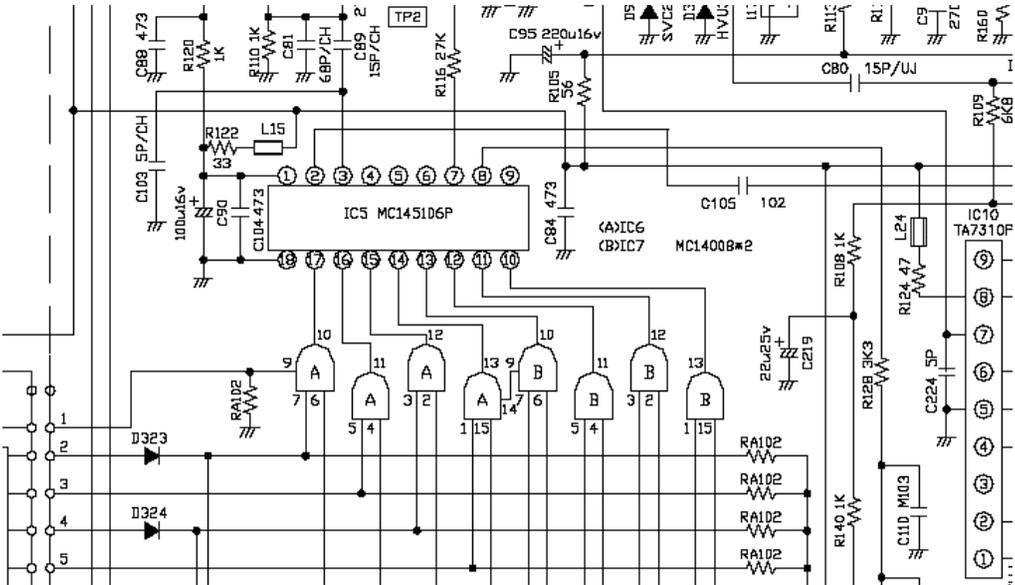
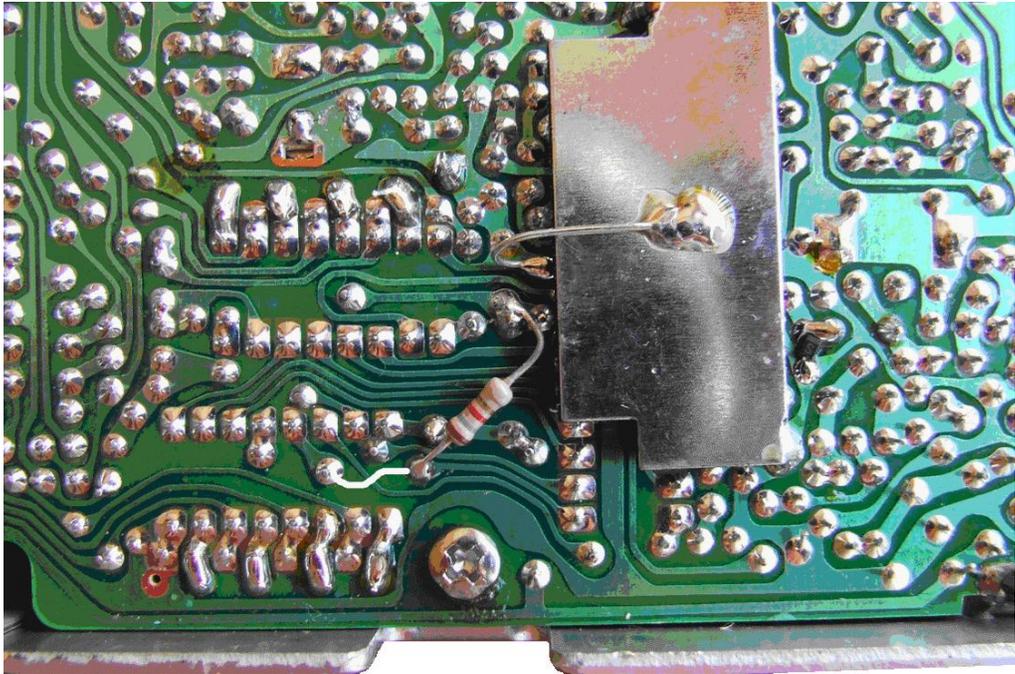


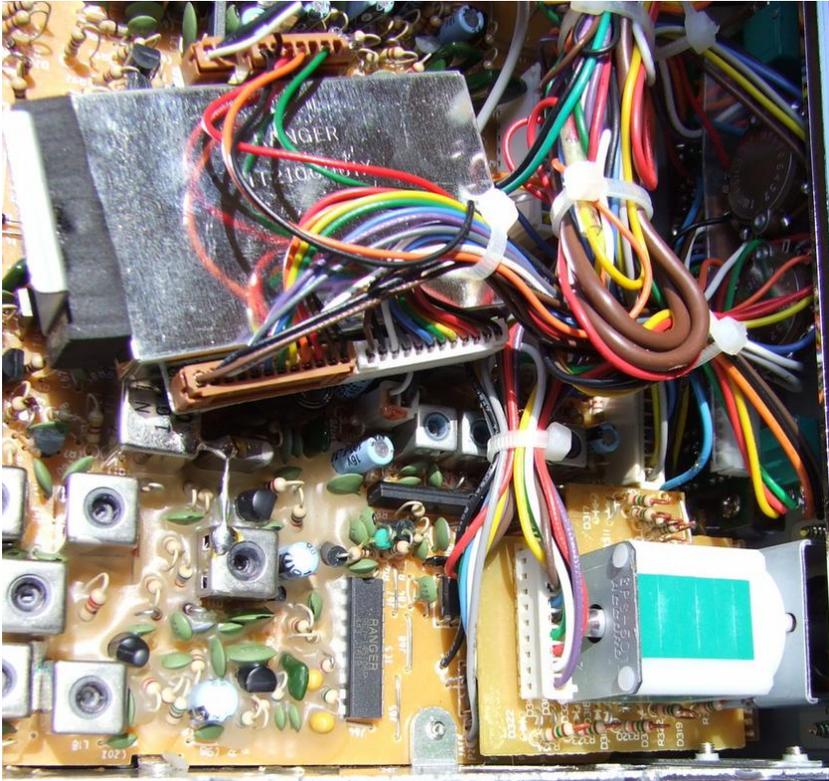
Nesta foto, observe o resistor de 1k5 ligado na extremidade da trilha que vai ao pino 10 do PLL e a um ponto onde temos 8,5 volts. Veja também que há uma ponta de trilha sem ligação. O jumper está do outro lado da placa (deve ser retirado). Modificação para 10 Metros.



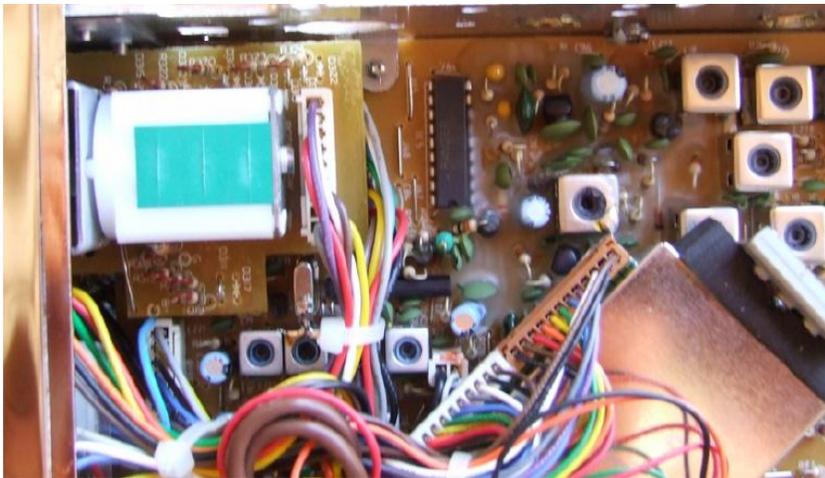
**Para quem gosta de equipamentos apropriados para a faixa de radioamadores, especialmente os 10 Metros, uma boa pedida é o Ranger RCI2970. Tem todos os recursos de um transceptor multibanda, com a vantagem a portabilidade. Alguns modelos chegam a transmitir com 70 watts em SSB. Se der sorte, você o encontra em lojas de Cidade do Leste, Paragui.**

Para facilitar, observe a linha branca: é aí que ficava o jumper no lado dos componentes. Cuidado: em todas as modificações, ele deve ser retirado! Abaixo, parte do esquema "genérico" mostrando as ligações do PLL.





Nesta foto, o PLL e o módulo do frequencímetro levantado. O jumper está bem debaixo do seletor de canais, mas dá para acessar a pontinha dele. Corte-o.



Nesta outra foto, vemos o PLL em destaque. Não aparece nem o jumper e nem o IC7, que fica escondido debaixo do seletor de canais.



Máxima e mínima frequência de operação do aparelho após sua modificação.



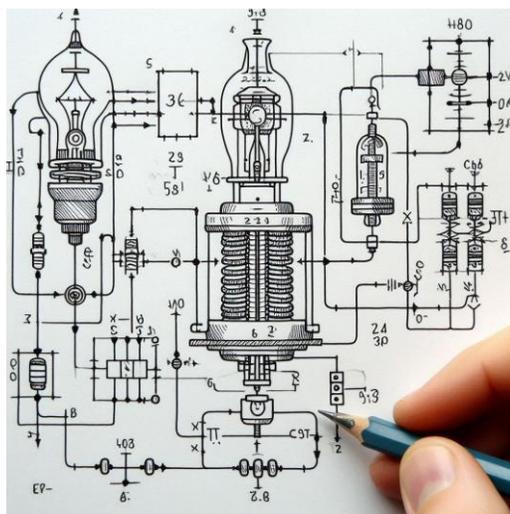
Só para lembrar: os transceptores multicanais (que operam abaixo ou acima da faixa padrão dos 11 metros) não são certificados pela ANATEL. Portanto, modificado ou original, seu uso é proibido por parte dos PX. Os radioamadores podem usá-los e modificá-los para suas próprias bandas, mas só Deus sabe o que se passará na cabeça de um fiscal da ANATEL quando ele chegar em seu QTH e deparar com um “brinquedinho” desses sobre a mesa, mesmo que você seja um radioamador classe A...

**Nota do autor: este artigo foi publicado há vários anos na edição impressa de Antena/Eletrônica Popular. É muita ingenuidade de alguém pensar que artigos técnicos ou informativos vão “incentivar” outros a operar fora de suas faixas ou invadir os 10 metros. Razão? Simples: os atuais clandestinos andam operando com modernos transceptores Yaesu, Kenwood, Icom, acoplados a lineares valvulados “parrudos”!**

## 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\*



## No mundo das válvulas - 2

**Prosseguindo a nossa jornada pelo mundo termiônico, comentaremos nesta edição a polarização de catodo e como esta atua no funcionamento da grade de controle. Analisaremos também as válvulas de “mu variável” — ou “supercontrol”, como eram chamadas nos velhos tempos. — (Imagem figurativa: Bing Creator).**

**A polarização de catodo.** Como sabem os reparadores veteranos, problemas na polarização de catodo de válvulas trabalhando como amplificadoras podem ser “manhosos”. Um resistor, geralmente em paralelo com um capacitor de desacoplamento, no catodo, constituía o sistema de polarização de grade mais comum nos receptores. O resistor de catodo determina o potencial de grade, ou seja, torna a grade negativa em relação ao catodo.

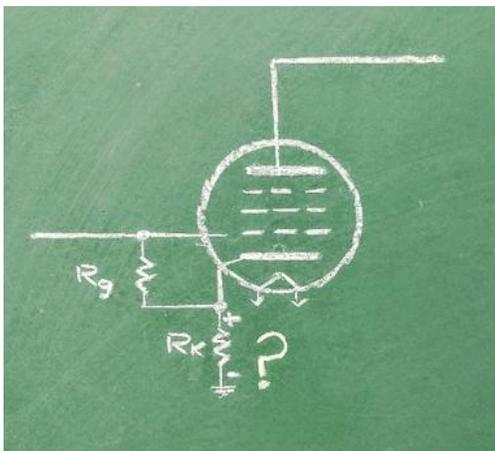
Os principiantes não se dão conta que o resistor de polarização de catodo serve para polarizar a grade. Quando a válvula trabalha como amplificadora, busca-se quase sempre que a sua grade de controle se torne negativa em relação ao catodo. Caso a grade se torne positiva, atrairá os elétrons para si, formando uma corrente de grade indesejada que consumirá potência do circuito.

\*Antennófilo desde 1954

Antigamente, em alguns receptores, a polarização de grade era fixa e fornecida por uma fonte externa como uma pilha de 1,5 ou 3 V, ligada com o positivo à massa e o negativo à grade de controle. Posteriormente, quando surgiram as válvulas de aquecimento indireto (com o catodo emissor de elétrons funcionando aquecido pelo filamento), o resistor de catodo passou a servir também para a polarização de grade, constituindo o que passou a se chamar de “**autopolarização**” ou “**polarização automática**”.

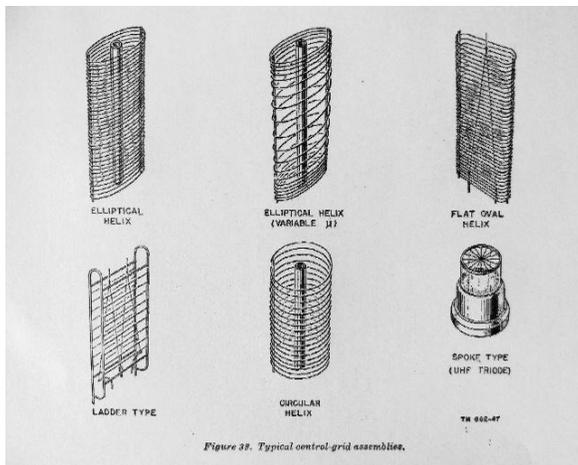
Desde que foram introduzidas as válvulas de aquecimento indireto nos receptores o sistema de autopolarização se tornou o mais empregado. É simples e prático. Neste sistema, como pode ser visto no quadro da **figura 1** a tensão para a polarização de grade é obtida pela queda de tensão da corrente de placa sobre o resistor **R<sub>k</sub>**, entre o catodo e o negativo ou massa comum.

O valor da tensão de polarização de grade determina o funcionamento do amplificador ou sua classe de operação. Se o resistor de catodo (ao qual o resistor de grade está interligado) estiver aberto ou com valor alterado, não haverá queda de tensão apropriada no catodo — e a tensão de polarização de grade não será estabelecida adequadamente. Isso provocará a polarização incorreta da grade, aumento da corrente de placa, mau funcionamento do circuito, distorção, pouco volume, entre outros problemas.



**Figuras 1 e 2.** Relembrando os tempos das aulas de eletrônica: na maioria das válvulas amplificadoras de aquecimento indireto, nos receptores super-heteródinos, a resistência de catodo **R<sub>k</sub>** serve para a polarização negativa da grade, através de **R<sub>g</sub>**. À direita: ao substituir capacitores eletrolíticos de desacoplamento, não esqueça de revisar os resistores de catodo, em paralelo. Certos tipos de resistores antigos dos circuitos de catodo alteravam os seus valores ôhmicos, com o passar dos anos, provocando mau funcionamento do aparelho. Não apenas capacitores com fugas eram os principais vilões, antigamente: Em certos modelos de aparelhos antigos, problemas como distorção, instabilidade, aumento da corrente de placa, intermitências, eram comuns por causa de resistores defeituosos, em certos lotes de fabricação, até mais do que por falhas em capacitores.

**Figura 3.** Tipos de grades de controle. Nas válvulas mais antigas as grades geralmente eram em formato helicoidal. No meio, acima, aparece uma grade de válvula de **mu variável**: as espiras têm maior espaçamento no meio e são mais fechadas nos extremos do enrolamento. Sobre válvulas de **mu variável** comentaremos mais adiante, neste mesmo artigo. Ilustração: Basic Theory and Application of Electron Tubes, Department of the Army and the Air Force, 1952.



A grade é um fio em formato helicoidal em volta do catodo. A válvula funciona variando-se a tensão contínua, ou de **polarização** (em inglês, “**bias**”), aplicada à grade. Geralmente a grade deve ser mantida com um potencial ligeiramente negativo em relação ao catodo. O **corte** é quando a grade é levada a um ponto excessivamente negativo, quando não mais ocorre fluxo de corrente. Quando o potencial de grade é o adequado há mais corrente de placa. Já quando a grade se torna positiva, em relação ao catodo, ocorre o ponto de **saturação** da válvula. O ponto de saturação em uma válvula acontece quando a válvula está conduzindo corrente excessiva, ultrapassando as suas condições típicas de operação.

Quando uma válvula está operando no ponto de saturação, ocorre distorção harmônica, o sinal fica comprimido (a amplitude do sinal de saída não acompanha a amplitude do sinal de entrada de forma linear), por exemplo. O aumento da corrente de placa pode levar a um aquecimento excessivo, diminuição da vida útil e até dano catastrófico à válvula. Já no ponto de corte ocorre o inverso, ou seja, o bloqueio do fluxo de corrente entre o catodo e a placa. A corrente cai para um valor próximo de zero. Ocorre distorção, perda de ganho e eficiência, ruído, surgem instabilidades e até oscilações, o rádio fica “mudo” etc.

Controlar o ponto de operação da válvula é fundamental: as polarizações de catodo e de grade devem ser ajustadas corretamente, garantindo-se que a válvula opere na região linear de sua curva de transferência. Para as corretas polarizações de catodo e grade, os reparadores e restauradores devem conferir, no circuito, se as tensões estão corretas, de acordo com o regime de operação típico previsto pelo fabricante, se os componentes do circuito estão em bom estado etc. Os valores ôhmicos dos resistores de catodo, grade e placa devem corresponder aos preconizados pelos fabricantes do aparelho. Resistores antigos de baixos valores “abriam”; resistores de valores ôhmicos elevados alteravam a sua resistência.



**Figura 4.** Resistores de tipos antigos, com defeito ou com valores ôhmicos ilegíveis. Como calcular resistores de reposição para a polarização de catodos? Detalhes no texto. Não se confunda: na foto, parece ser capacitor de mica, mas não é. É resistor, ou “resistência”, como se dizia antigamente.

**Calculando o resistor de catodo.** Os resistores de catodo devem ser escolhidos corretamente, para garantir uma operação estável e eficiente da válvula no circuito. O resistor de catodo desempenha um papel fundamental na estabilização e controle da corrente que flui através da válvula.

Como proceder para a substituição de um resistor de polarização de catodo com defeito? O recomendável é conferir as tensões e substituir o resistor defeituoso por componente de valor ôhmico idêntico, como está no diagrama esquemático do aparelho. O que fazer quando não se tem o esquema do aparelho ou quando o valor do resistor está longe do especificado para o bom funcionamento do circuito? O que fazer quando o valor ôhmico do resistor não é legível?

Em alguns tipos de válvulas mais usadas antigamente, o valor do resistor de catodo está especificado como **Rk** nos manuais da RCA ou da Philips Miniwatt. O resistor **Rk** também pode ser calculado.

Vejamos um caso: precisamos, por exemplo, de um resistor de polarização de catodo para uma **6A8**, conversora pentagrade, com a válvula trabalhando com os seguintes parâmetros: 110 V na placa e 50 V na grade auxiliar. Corrente total de catodo é de 4,4 mA (0,0044 A). Polarização de grade de controle recomendada: - 1,5 V.

Não se esqueça que a corrente de catodo é a soma das correntes dos diferentes eletrodos. Em um triodo, a corrente de catodo é igual à da placa (**ic = ip**). Em um tetrodo ou pentodo **ic** será igual a **ip + ig2** (corrente de placa mais a corrente da grade auxiliar), ou seja, a corrente de catodo é a soma da corrente de placa mais a corrente de grade auxiliar.



**Figura 5.** A especificação de **Rk**, resistor de catodo, para a operação característica é informada em alguns manuais, dispensando o cálculo, salvo que se altere a classe de funcionamento da válvula. Na foto aparece o pentodo de saída Philips Miniwatt tipo EL2. Com tensão de placa de 200 V e polarização de grade em -12 V, com a válvula EL2, operando como amplificadora classe A, terá um valor recomendado para o resistor de polarização de catodo de 480 Ω.

Pela lei de Ohm, no caso da 6A8 eis como se faz o cálculo:  $Rk = Vk / Ik$ . Substituindo, na fórmula:  $Rk = 1,5 \text{ V} / 0,0044 \text{ A}$ . O valor de **Rk** é 340,9 Ω. O valor comercial mais próximo na série é de 330 ohms ou 360 ohms. Um resistor de 330 Ω resultaria em uma leve diminuição da polarização negativa, enquanto 360 Ω, mais seguro, aumentaria um pouco essa polarização.

De onde saiu a tensão de catodo de 1,5 V usada no cálculo? É a mesma da tensão negativa de grade, mas com polaridade invertida: a grade de controle opera com - 1,5 em relação ao catodo. Na polarização automática de catodo o resistor **Rk** eleva a tensão do catodo acima do potencial de referência (terra). Resumidamente, o catodo precisa estar a + 1,5 V para que a grade fique 1,5 negativa, garantindo a polarização correta.

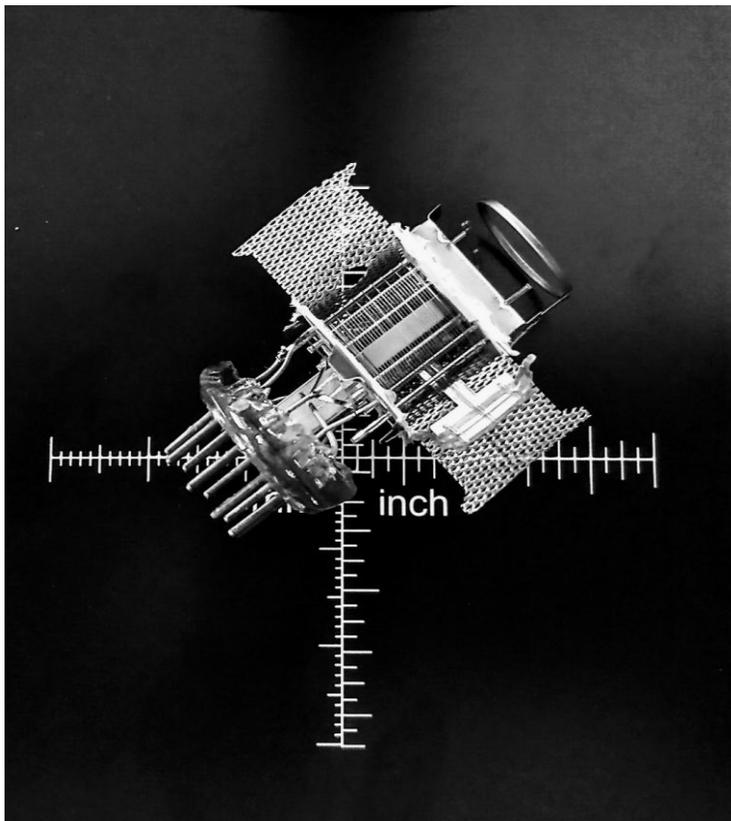
O cálculo da potência dissipada do resistor de catodo da 6A8 também é efetuado através da lei de Ohm:  $P = Vk \times Ik$ . A tensão de catodo **Vk** é 1,5 V. A corrente **Ik** é, como vimos, 0,0044 A. Substituindo, na fórmula:  $P = 1,5 \text{ V} \times 0,0044 \text{ A} = 0,0066$ . O resistor dissipará 0,0066 W, potência baixa, por se tratar de uma válvula conversora de frequência. Na prática, um resistor no valor comercial de 360 Ω, com dissipação de ¼ W (0,25 W) será seguro.

Vejamos mais alguns exemplos: determinar qual deve ser o valor ôhmico de resistor de polarização de catodo para uma válvula tipo 50C5, alimentada por + B de 110 V.

De acordo com o manual de válvulas, a polarização de grade recomendada para esta válvula é de  $-7,5\text{ V}$  para esta tensão de  $+B$  de  $110\text{ V}$ .

Nesta situação, a corrente de placa será de  $49\text{ mA}$  e a de grade de blindagem de  $4\text{ mA}$ , o que representará uma corrente catódica total de  $53\text{ mA}$ . Sabendo-se que  $53\text{ mA}$  correspondem a  $0,053\text{ A}$ , que a tensão de catodo será  $7,5\text{ V}$  positivos e que a corrente total é de  $53\text{ mA}$ , pela fórmula da lei de Ohm teremos:  $R_k = 7,5\text{ V} \div 0,053\text{ A} = 141,5\ \Omega$ . Resultado: em valor da série comercial, o resistor de polarização de catodo será de  $150\ \Omega$  ( $141,5\text{ ohms}$  pela fórmula).

**A válvula tipo “supercontrole” ou de  $\mu$  variável.** Como se depreendeu até aqui, a grade de controle de uma válvula regula a corrente elétrica que passa entre o catodo e a placa (anodo). Figurativamente, seria como um registro de água em um encanamento: a tensão de grade é alterada, influenciando a corrente: ao se ajustar o registro, controla-se o fluxo de água. A grade de controle é como um “registro” que regula o fluxo de elétrons (corrente elétrica) na válvula. Outra analogia possível seria a do acelerador que funciona “modulando” a velocidade do automóvel.



Ilhes sobre a **EF183/6EH7** no texto. — (Foto do autor).

**Figura 6.** Válvulas modernas, mais aperfeiçoadas, conseguiam apresentar maior ganho (alto  $\mu$ ) e desempenho superior, graças a bons projetos e técnicas construtivas de precisão. Na fotografia aparece, aberta, a estrutura da válvula tipo **EF183/6EH7**, pentodo de transcondutância variável, noval, tipo “**frame grid**” (grade de quadro), usada como amplificadora de FI em VHF. Vê-se a G3 (grade supressora, mais externa), a G2 (grade auxiliar ou **screen**) e a G1 (grade de controle), além do catodo. No topo da estrutura aparece o anel do **getter**. As grades do tipo de quadro eram de fio finíssimo, enrolado às vezes com espaçamento micrométrico, em uma estrutura rígida de suporte. Deta-

No início da década de 1930 novas linhas de válvulas, como as de **mu variável** e as **“triple-twin”** (tríodos de potência de acoplamento direto) começaram a aparecer no mercado. As novidades receberam uma bela capa especial da revista **“Radio-Craft”** de fevereiro de 1932. Algumas das novas válvulas deram certo, como as de mu variável. Outras, como as **triple-twin** não perduraram.

As **triple-twin**, foram traduzidas para o português inicialmente como “triplo-duplo”. O termo referia-se à configuração especial dessas válvulas, com seções funcionais separadas. Posteriormente esse tipo de válvula passou a ser identificada também como “tríodo de acoplamento direto”. Exemplos de tipos de válvulas **“triple-twin”**: a **295** (lançada em 1932 e anunciada como “três vezes mais potente que a **47**), **2B6**, **6N6G** etc.

Por que essas válvulas não duraram no mercado e tiveram a sua fabricação gradativamente suspensa? Possuíam uma estrutura interna complexa, apresentavam deriva térmica elevada, instabilidades, dificuldade no controle da polarização e tinham custo de fabricação elevado. A original **295** era do tipo de aquecimento direto na saída e aquecimento indireto na entrada. As válvulas **“triple-twin”** eram complicadas: incorporavam um certo aspecto interessante, do ponto de vista da inovação, mas não conseguiram competir com soluções mais simples, baratas e estáveis. Isso levou à sua descontinuação.

**Figura 7** Capa da revista **Radio -Craft** de fevereiro de 1932, anunciando grandes novidades: as **“Triple-Twin”** ganharam destaque, mas quem revolucionou e perdeu mesmo no mercado foram as válvulas pentodo de **mu variável**. **“Mu”** (da letra grega  $\mu$ ) é o símbolo usado para expressar o ganho de amplificação de uma válvula. Quando dizemos **“mu variável”**, significa que a válvula tem a característica de que o ganho de amplificação pode ser variado ou ajustado, frente ao sinal, geralmente por meio do controle de grade ou outros métodos internos de polarização. As válvulas pentodo de mu variável foram também denominadas de **“supercontrole”**, **“corte semirremoto”** (remote-cutoff) ou tipo **“inclinação variável”** (variable slope).

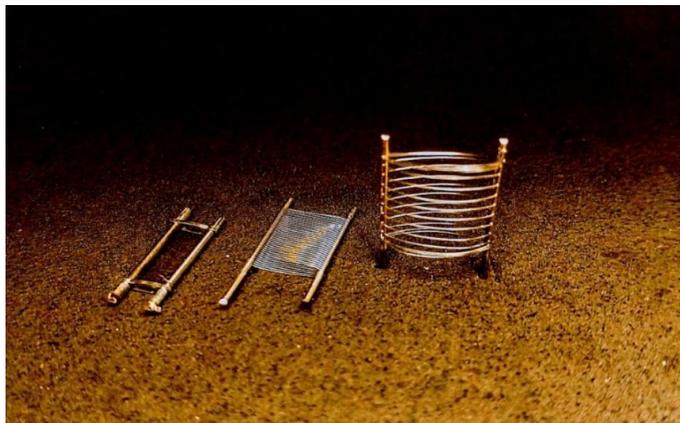
A primeira válvula de mu variável foi a tipo **35**, desenvolvida pela RCA, Radio Corporation of America, em 1931. A válvula 35 era um tetrodo de mu variável, projetado para operar como amplificador de RF e de frequência intermediária nos receptores. A RCA foi pioneira no desenvolvimento dessa tecnologia, que trouxe enorme contribuição para melhorar o controle automático de ganho nos rádios super-heteródinos. Em 1932 a RCA lançou a **39**, destacada na capa da Radio-Craft que reproduzimos. A **39** era uma versão pentodo da **35**, oferecendo melhor desempenho e menor ruído.



Antes do surgimento das válvulas de  $\mu$  variável, o controle de ganho era manual ou com circuitos rudimentares. Alguns rádios tinham atenuadores de antena, por exemplo, para ajustar a recepção entre sinais fracos e fortes. Outros variavam as tensões de filamento com reostatos. Obviamente não eram as melhores soluções. Distorções e modulação cruzada entre sinais adjacentes eram um problema comum, principalmente nas proximidades de estações fortes. A introdução de válvulas de  $\mu$  variável permitiu que as válvulas ajustassem automaticamente sua amplificação. Com isso, ficou possibilitado o controle de ganho de RF, melhorando a recepção de sinais fortes e fracos, sem distorção. As válvulas de  $\mu$  variável foram essenciais para a evolução dos circuitos super-heteródinos.

**Em forma de hélice de passo variável.** Qual foi a solução encontrada para variar o ganho, ou seja, qual foi o método que possibilitou que a válvula apresentasse um fator de amplificação ajustável, baixo para sinais fortes e alto para sinais fracos? O grande segredo foi a grade com enrolamento de passo variável.

O conceito de válvula eletrônica de  $\mu$  variável ( $\mu$ -variável), com grade de espaçamento não uniforme, foi desenvolvido por pesquisadores da Western Electric e da RCA, entre as décadas de 1920 a 1930. O crédito pela invenção é de Harold Alden Wheeler um genial engenheiro da Hazeltine Corporation, que propôs o uso de grades desse tipo para modificar a transcondutância de válvulas de maneira controlada.



**Figura 8.** Grades de válvulas. À esquerda uma grade de quadro, que atuava como G1 (grade de controle) de uma válvula miniatura EF183/6EH7, de transcondutância variável, da Philips Miniwatt. A olho nu quase não se consegue perceber o enrolamento e o espaçamento entre as espiras de fio. Na grade de quadro, feita com enrolamento de precisão, de fio finíssimo (e pequeno distanciamento em relação ao catodo), o controle do fluxo

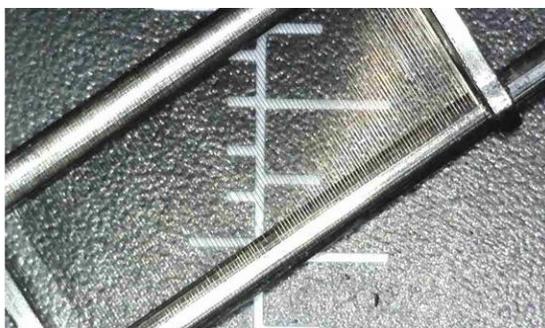
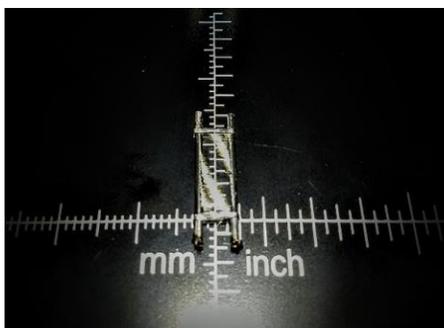
eletrônico era altamente eficiente, com maior grau de amplificação de sinal (ganho de até seis a oito vezes superior ao de válvulas comuns) em cada estágio do receptor. Válvulas tipo grade de quadro apresentavam também a vantagem de menor fator de ruído, característica importante em circuitos para frequências elevadas. Ao centro aparece uma G2, grade auxiliar. À direita está uma grade construída com espiras mais abertas no centro do enrolamento, com maior espaçamento, característico de grades de  $\mu$  variável. Nas extremidades o enrolamento é mais cerrado (espiras mais próximas). Nas primeiras válvulas tipo  $\mu$  variável ou “supercontrole”, o ajuste da transcondutância era feito na G1, grade de controle, também chamada às vezes de “grade sensível”. Em alguns tipos de válvulas mais modernas o espaçamento de passo variável foi adotado até na G3, grade supressora, supostamente para maior controle do fluxo de elétrons secundários e, talvez, para resposta mais linear do AGC.

Stuart Ballantine e H.A. Snow, da Boonton Research Corporation, em novembro de 1930, em artigo no IRE, Instituto de Radio Engineers, apresentaram a ideia de um tetrodo de **mu variável** — em contribuição à proposição de Harold Wheeler. A patente US1879863 registrada por Wheeler descreve o princípio fundamental da grade de passo variável, que permite alterar suavemente o fator de amplificação da válvula, em resposta a variações de tensão de grade. Harold Wheeler tinha mais de uma centena de patentes.

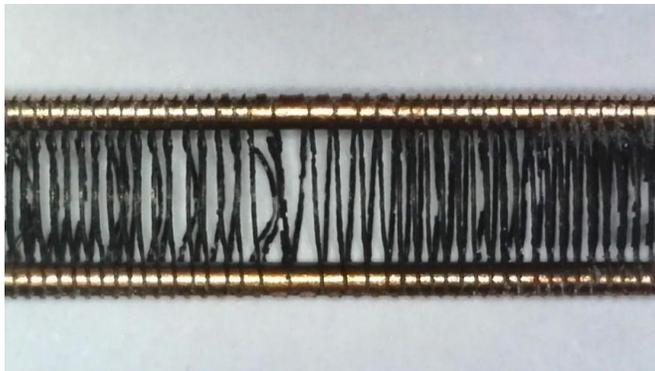
O conceito de mu variável foi fundamental para a implementação do controle automático de ganho, CAG, em radiorreceptores, permitindo que sinais fortes e fracos fossem amplificados de maneira equilibrada.

As grades geralmente eram produzidas em molibdênio, com o fio enrolado na estrutura de suporte. Quando as grades passaram a ser enroladas em quadros começaram a ser identificadas como **frame grid**, válvulas de grade de quadro. Algumas válvulas de recepção e de áudio com grades de quadro pode-se dizer que foram o ápice da tecnologia termiônica: demandavam materiais de elevada pureza, além de grande precisão e controle na etapa da produção da válvula.

O espaçamento entre as espiras do fio da grade de mu variável, como mencionado, era crítico. Certas grades eram construídas com fios finíssimos, quase invisíveis a olho nu (v. **figuras 9 e 10**). O espaçamento tinha passo variável: nos extremos do enrolamento as espiras eram mais apertadas, e no centro mais espaçadas, para permitir melhor controle do fator de amplificação ( $\mu$ ), pela variação da polarização aplicada na grade de controle.



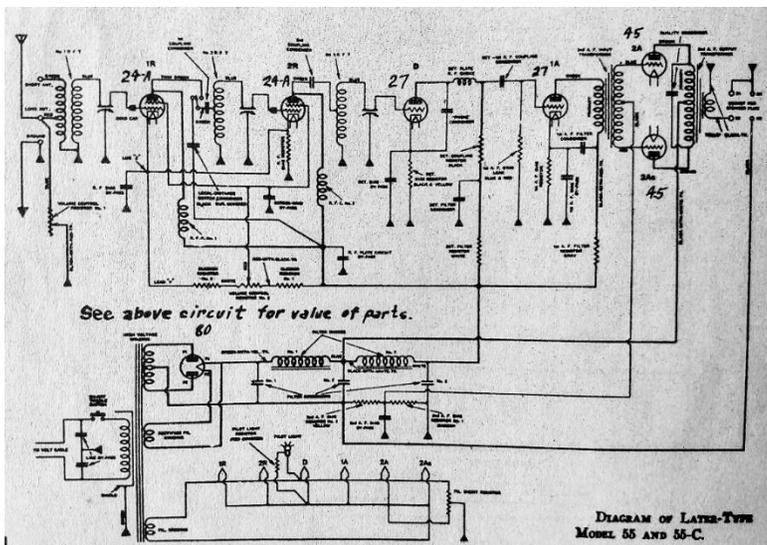
**Figuras 9 e 10.** Grades de válvulas como a EF183/6EH7 (“frame grid”), alcançaram elevado nível construtivo. À direita, a foto feita no microscópio mostra como certos enrolamentos de grade eram feitos com fio finíssimo, requerendo altíssima precisão na montagem. Os traços na esquerda da escala representam 1 mm. Todo o conjunto necessitava também de grande estabilidade mecânica na estrutura de suporte, para evitar que a grade alterasse a sua geometria ou alinhamento, ante eventuais superaquecimentos, impactos etc. Os superaquecimentos e/ou emissões de grade, por excesso de polarização positiva, podem causar carbonizações, oxidações ou contaminações nos elementos, razão de algumas grades especiais serem recobertas de platina (ou até ouro).



**Figura 11.** Falha química e elétrica em válvula: a fotografia microscópica mostra a grade de uma válvula miniatura que sofreu degradação por carbonização/dano térmico. Observa-se que, ao centro do enrolamento, o espaçamento era mais aberto, típico de válvula de  $\mu$ -variável. Mesmo grades de controle (G1) de válvulas de recepção, que operam com baixas tensões, possuem correntes máximas. As mais críticas são

as grades auxiliares (G2), que operam com tensão próxima da tensão de placa, podendo superaquecer, o que torna imperativo que os **limites máximos de operação da válvula sempre devem ser obedecidos**. A expansão térmica pode levar a deslocamentos mecânicos no alinhamento das espiras, derretimento do fio ou até provocar curtos-circuitos internos na válvula. Erros nas polarizações são causas frequentes de falhas catastróficas nas válvulas por excesso de corrente/sobrecargas na operação. — (Fotos do autor).

A Western Electric e a RCA foram pioneiras na produção comercial das válvulas de mu variável. Depois das **35** e **39** não demorou para que surgissem modelos como a **6K7** e a **6SK7** — que se transformaram em padrão no projeto de inúmeros equipamentos de rádio comerciais e militares da época. A contribuição de Ballantine e Snow foi principalmente no aperfeiçoamento das válvulas de controle automático de ganho. Seus estudos abordaram as variações do fator de amplificação ( $\mu$ ) em função da tensão de grade, explorando como diferentes geometrias de G1 poderiam influenciar a resposta da válvula aos sinais de rádio.



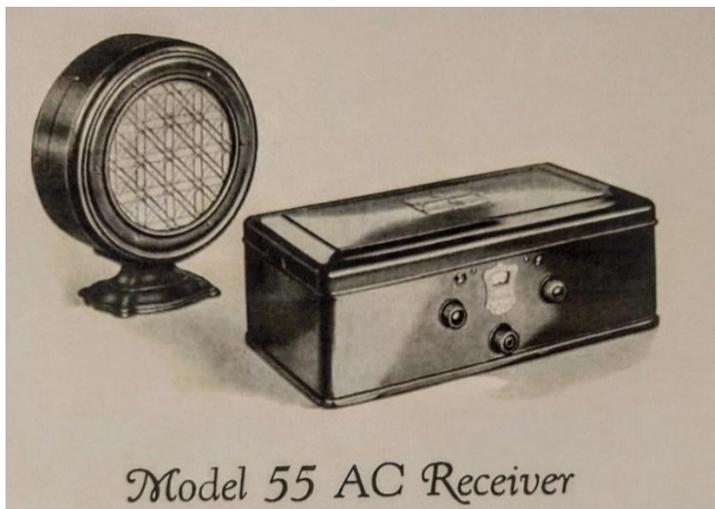
**Figura 12.** Diagrama esquemático do rádio Atwater Kent, modelo 55, de 1929, com as válvulas de tipos **24A**, **27**, **45** e **80**. Em muitos aparelhos dos primeiros tempos, os métodos de controle de ganho eram manuais, através da comutação por chaves “local/distante”, para as estações fortes ou fracas sintonizadas, ou através da regulação nos resistores de polarização de catodo.

Em alguns aparelhos as novas válvulas eram descritas como “mu variável”; em outras como, na linha da RCA, de “pêntodos de RF de supercontrole”. Eis alguns tipos, não em ordem cronológica de criação, de válvulas de “supercontrole” da RCA: **1A4P, 1C21, 1D5GP, 1N5GT/G, 6K7, 6K7G, 6K7GT, 6R7GT/G, 6SK7, 6SK7GT/G, 6U7G, 7B7, 7H7 12J7GT/G, 12SK7, 12SK7GT/G, 34, 35, 39/44, 58, 78** etc.

Nos primeiros tempos, uma amplificadora de RF tipo “supercontrol” muito famosa foi também a **C-335**. A **C-335** era uma versão, produzida pelo fabricante Cunningham da **35**, da RCA. No anúncio de propaganda a **C-335** era apresentada como a “*very effective in reducing cross-modulation and modulation-distortion over the entire range of received signals. Permit easy control off a large range of signal voltages without the use of local-distance switches or antenna potentiometers*”

Entre as “modernas”, aqui está uma lista de válvulas miniatura Noval de 7 pinos, que possuem característica de transcondutância variável: **6BA6/EF93, 6AU6/EF94, 6BJ6, 6BH6, 6BZ6, 6CB6, 6DK6, 12BA6, 12AU6**. Válvulas Noval de nove pinos: **EF85, EF89, EF183** (mostrada na **figura 9**), **EF184, 6EH7** (com maior ganho e transcondutância), **6EJ7 (EF183), 6ET6, 6F23** etc. Essas válvulas foram empregadas principalmente em estágios de FI de rádios e televisores.

Uma outra válvula “supercontrol” que ajudou no desenvolvimento de circuitos mais aperfeiçoados, com controle sobre o ganho de RF, foi a 6D8-G, uma octal, tipo heptodo misturadora (pentodo conversora), de tipo de mu variável, que foi muito empregada em receptores super-heteródinos antigos. A 6D8-G pertence à categoria das válvulas de mu variável, também chamadas de “super-control”. O termo “super-control” era um nome comercial usado na época para se referir às válvulas de mu variável. A transcondutância (ou ganho) da 6D8-G não era fixa, variava de acordo com a tensão da grade de controle.



**Figura 13.** O Atwater-Kent modelo 55, de 1929, um dos primeiros receptores capazes de funcionar diretamente da rede de tensão alternada, foi também um dos pioneiros em tentar controle de ganho na recepção. Trabalhava com válvula tipo “sharp-cutoff”, a **24A**. A tentativa deu melhores resultados quando surgiu a versão de mu variável da válvula, a **35/51**.

O rádio Atwater Kent modelo 55 (v. diagrama esquemático na **figura 12**) teve versão com controle de ganho primitivo, ajustando a polarização das válvulas tipo **24A**, para compensar as variações na intensidade do sinal recebido.

Foi um dos aparelhos mais populares da época. Representou a transição entre os modelos com circuitos de radiofrequência sintonizada (TRF) para os super-heteródinos que dominariam o mercado.

As válvulas tipo **24 (24A)** nos estágios de RF e FI tinham, igualmente, seus catodos conectados à massa através de resistores ajustáveis, o que influenciava a tensão de polarização da grade de controle.

Esse ajuste alterava a polarização de catodo e, conseqüentemente, a transcondutância da válvula, permitindo ao usuário regular o ganho dos estágios de RF e FI.

Era um tipo de ajuste comum, na época. Os rádios ainda não contavam com um sistema avançado de controle automático de ganho (CAG) como os modelos posteriores.

O operador poderia ajustar o ganho de RF para otimizar a recepção de estações mais fracas sem que as estações mais fortes causassem distorção excessiva. Aumentando o valor do resistor de catodo, maior era a tensão negativa de polarização e menor o ganho (menos amplificação). Diminuindo o valor do resistor de catodo, menor era a tensão negativa de polarização e maior era o ganho (aumento da amplificação).

Esse sistema era um método rudimentar de ajuste de ganho, mas ajudava a lidar com as variações de intensidade do sinal captado pela antena. Mais tarde, o sistema de controle automático de ganho, CAG, substituiu esse ajuste manual na maioria dos rádios super-heteródinos.

***Era o que tínhamos para esta edição, colegas! Saudações termiônicas, boas restaurações e permaneçam em sintonia!***





## O Sony MU-A051

**Marcelo Yared\***

Este é o primeiro equipamento da Sony analisado em Antena “on-line”.

Sabemos que a Sony teve, durante muito tempo, linhas de equipamentos de alta-fidelidade, com fabricação nacional.

A linha de produtos de áudio da empresa, entretanto, era bem mais ampla, e alcançava áudio profissional também.

Aqui, cabe uma observação: a palavra “profissional” no mercado de áudio brasileiro foi, nas décadas de 1970 e 1980, tratada de uma maneira não muito “séria”, por assim dizer; muitos equipamentos residenciais eram rotulados como “profissionais”, sem ter qualidades e características que os enquadrasse nesta categoria. Era muito mais estratégia de marketing.

Então, vamos ao amplificador de potência UM-A051, produto fabricado no Japão, rotulado pela Sony como sendo profissional.

Sabemos também que a Sony, como os demais fabricantes japoneses grandes, leva muito a sério o que divulga, então, este equipamento deve ter características que o enquadrem numa categoria de produtos mais robustos e de qualidade superior.

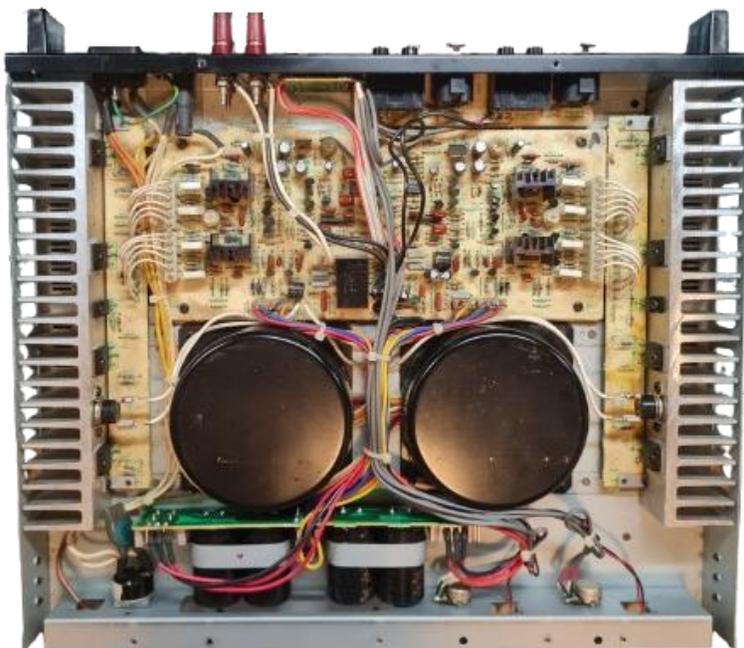
Inicialmente, ficamos espantados com sua altura: em torno de 45 mm. Para um equipamento daquela época, é o mais baixo que conhecemos. Praticamente uma régua.

Podemos também observar a simplicidade aparente do painel frontal do amplificador: uma chave de força, com seu led correspondente, um controle de nível de entrada para cada canal, com seus leds de “clipping” ou limitação, e só. E não é necessário mais nada, na opinião deste articulista. Dimensões de padrão rack e excelente acabamento, com o uso de parafusos de alta qualidade de usinagem, sem rebarbas ou falhas de acabamento. Muito bom.

**\*Engenheiro eletricista**



Seu painel traseiro tem as conexões padrão para unidades de potência, e também características que começam a mostrar suas qualidades para uso profissional: conectores XLR e P10, com capacidade de distribuição empilhada (“stacking”) e possibilidade de operação em ponte (“bridge”); uma chave adicional limita a potência máxima de saída, conector de força IEC e fusível de linha completam este painel. Simples, funcional e completo.



A montagem interna é, de longe, uma das melhores que já vimos para esse tipo de equipamento: limpa, com componentes de ótima qualidade, perfeitamente identificados, utilizando conectores de alta qualidade e apropriados para uso profissional. Dois transformadores toroidais, de perfil baixíssimo, blindados. Proteções contra DC e contra excessos de temperatura. Fiação de entrada AC devidamente isolada e organizada. Só temos elogios e veremos se essa qualidade construtiva vai se refletir na performance objetiva do amplificador.

As especificações técnicas do amplificador estão presentes em seu (completo) manual de serviço. Oxalá todos os fabricantes tivessem esse cuidado com que precisa fazer manutenção em seus produtos.

SPECIFICATIONS

<b>AUDIO POWER SPECIFICATIONS</b>		Input impedance	50 k ohms
POWER OUTPUT AND TOTAL HARMONIC DISTORTION:		Input sensitivity	1.1 Vrms (4 ohms, 50 W)
With 8 ohms loads, both channels driven, from 20-20,000 Hz; rated 32 watts per channel minimum RMS power with no more than 0.2% total harmonic distortion from 250 milliwatts to rated output.		Limiter	Maximum input level: 5.0 Vrms Threshold level: 1.1 Vrms
<b>OTHER SPECIFICATIONS</b>		Indicators	POWER indicator CLIP (clipping) indicators (for channels 1 and 2)
Rated output power		Input connectors	INPUT 1/MONO: Phone jack × 2 Cannon XLR-331 type × 1 INPUT 2: Phone jack × 2 Cannon XLR-331 type × 1
50 W + 50 W (both channels driven into 4 ohms, 20-20,000 Hz) 32 W + 32 W (both channels driven into 8 ohms, 20-20,000 Hz) 100 W (into 8 ohms, 20-20,000 Hz, monaural)		Output connectors	OUTPUT 1 and OUTPUT 2: Screw-on terminal × 2
Power bandwidth		Power requirements	220 AC, 50/60 Hz
10 Hz-80 kHz (25 W, both channels driven into 4 ohms, 0.1% THD)		Power consumption	90 W
Damping factor		Dimensions	Approx. 430 × 44 × 350 mm (w/h/d) (17 × 1 3/4 × 13 7/8 inches) without including projecting parts
More than 100 (at 1 kHz, 4 ohms, 25 W)		Weight	Approx. 7.8 kg (16 lb 3 oz)
Harmonic distortion		Accessories supplied	Glass tube fuse × 1
Less than 0.2% (4-ohm load effective output with both channels driven into 20-20,000 Hz)			
Residual noise			
Less than 40 µV (IHF-A) Less than 100 µV (WIDE)			

**POWER AMPLIFIER**  
**SONY®**

**Medições em bancada**

Todas as medições foram feitas em 125 VCA/60 Hz, 1kHz de sinal, exceto onde especificado em contrário.

**Potência máxima de saída antes do ceifamento - 8 Ω de carga – 33,2 watts**

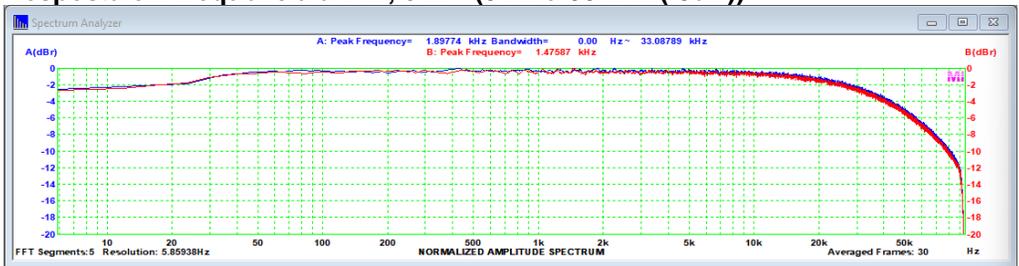


## Potência máxima de saída antes do ceifamento - 4 Ω de carga – 47,6 watts

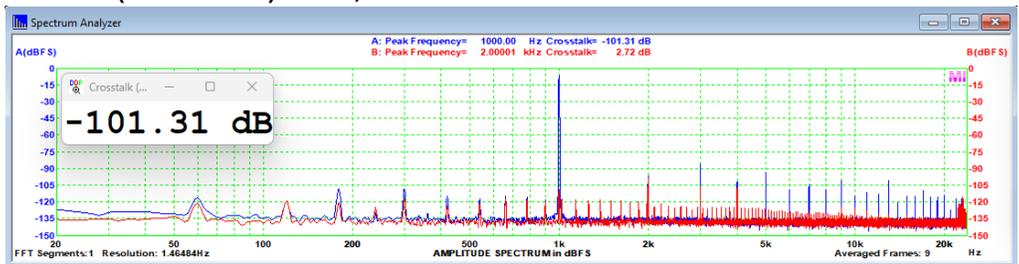


As potências medidas são próximas às anunciadas e os **consumos** são de **129** e **205 watts**, respectivamente. Discrepam do anunciado, mas são coerentes com as potências de saída obtidas. O **fator de amortecimento** foi medido em **43**, muito bom. De uma forma geral, temos um amplificador bem potente e robusto.

## Resposta em frequência a 1 W, 8 Ω – (5 Hz a 33 kHz (-3dB))



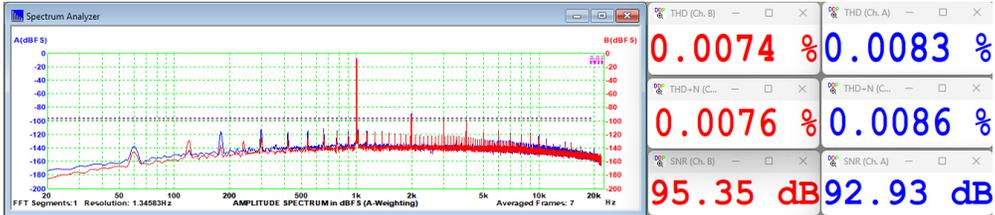
## Diafonia (“crosstalk”) a 1 W, 8 Ω



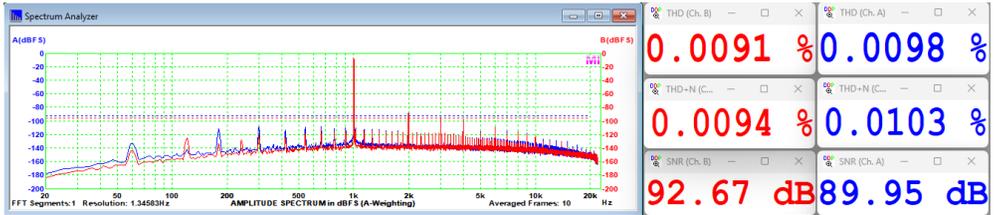
Resposta plana e extensa, apesar de menos extensa do que a divulgada. A diafonia é excelente, das melhores que já medimos.

### Distorção harmônica (ponderação A)

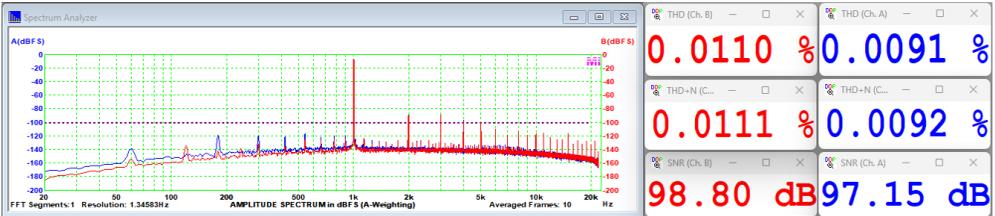
#### A 1 W – 8 Ω



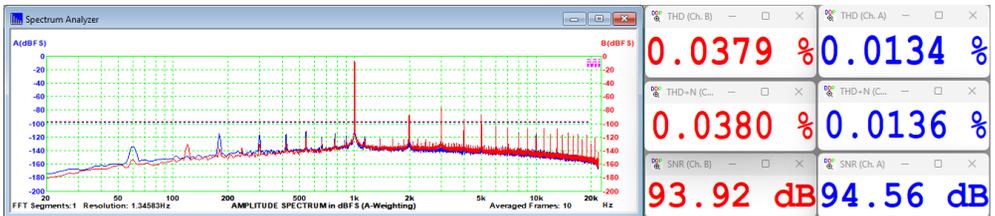
#### A 1 W – 4 Ω



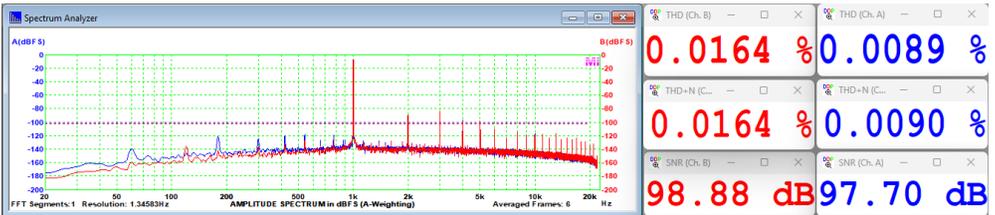
#### A 10 W – 8 Ω



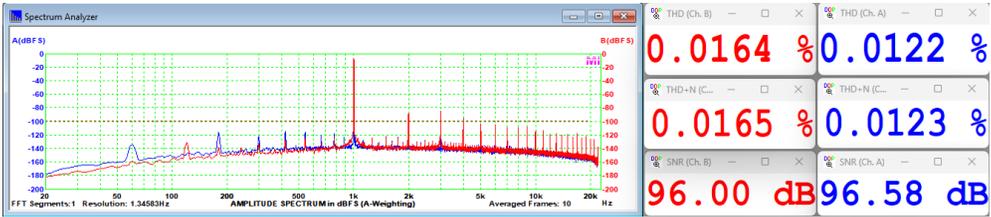
#### A 10 W – 4 Ω



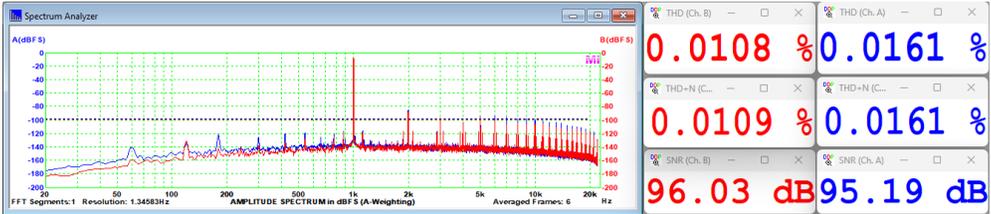
#### A 25 W – 8 Ω



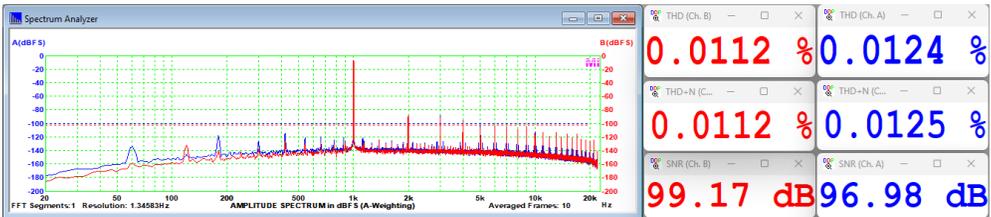
### A 25 W – 4 Ω



### A 32 W – 8 Ω



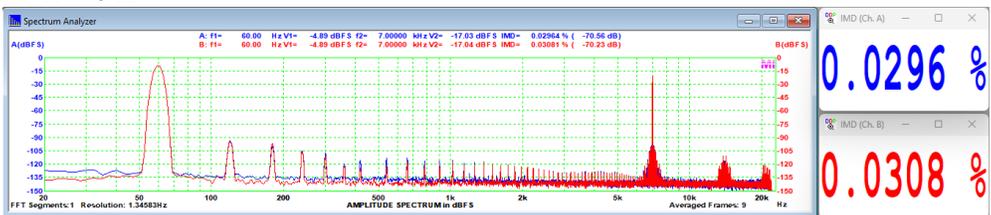
### A 47 W – 4 Ω



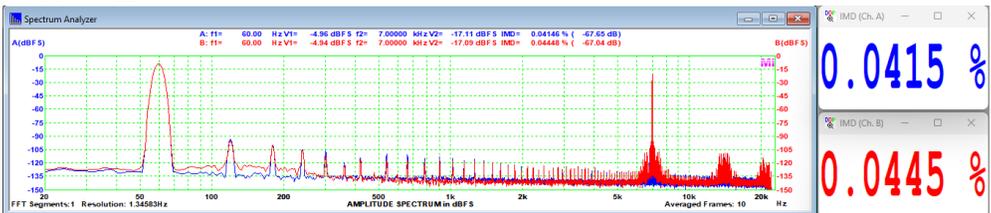
Valores excelentes de distorção e de ruído. Os valores obtidos a 10W, em 4 Ω, discrepam das demais medidas, o que, muito provavelmente, foi problema de medição.

### Distorção por intermodulação SMPTE

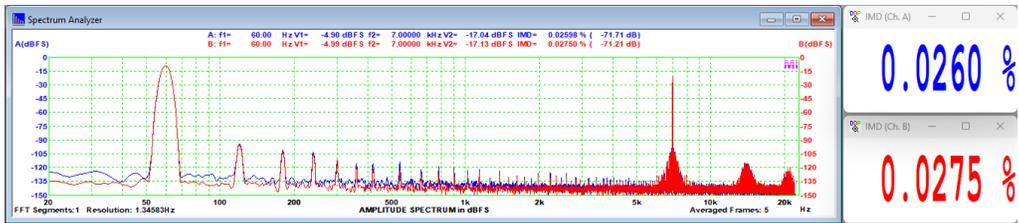
#### A 1 W – 8 Ω



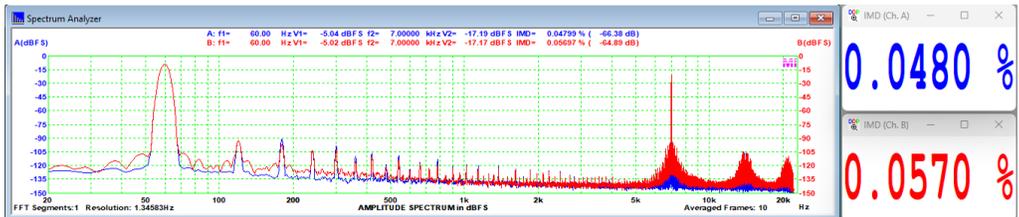
#### A 1 W – 4 Ω



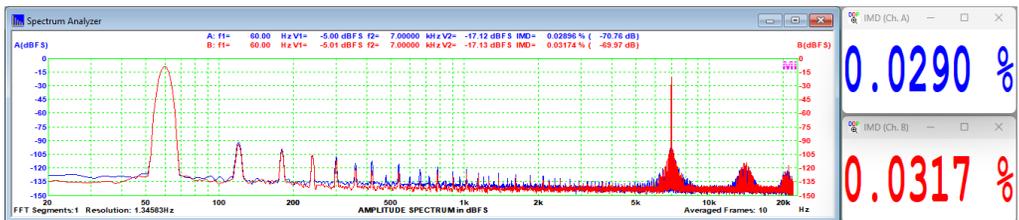
## A 10 W – 8 Ω



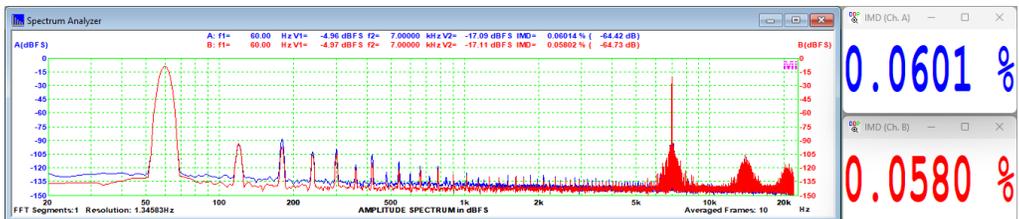
## A 10 W – 4 Ω



## A 25 W – 8 Ω



## A 25 W – 4 Ω

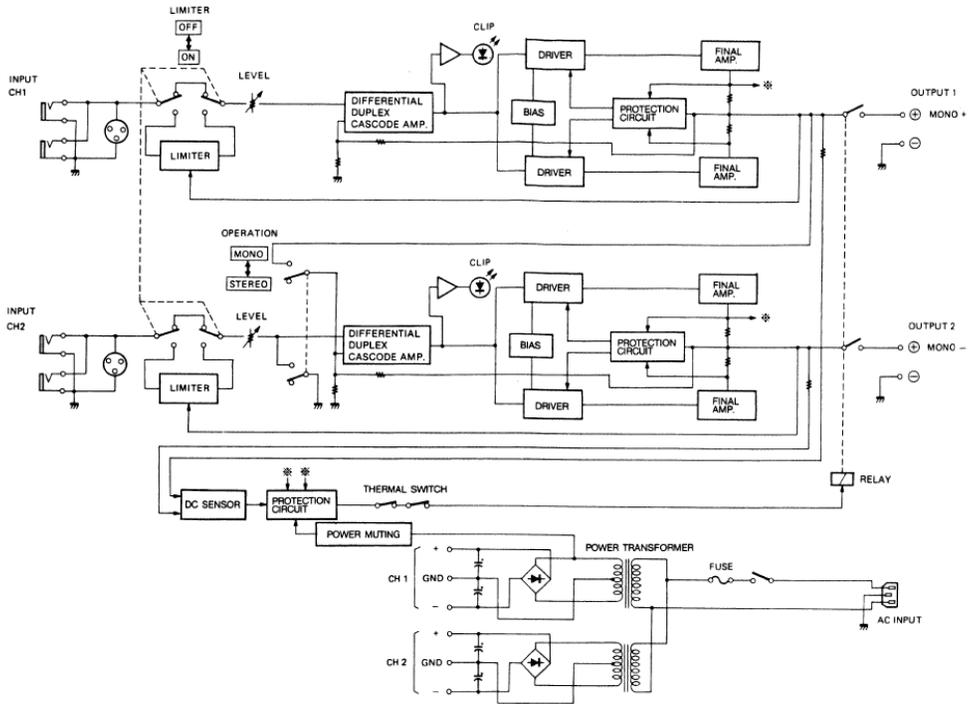


De uma forma geral, os valores medidos mostram um excelente amplificador, com construção esmerada e circuito bem projetado e cuidado. Os valores de DHT, DI, ruído e diafonia são muito bons

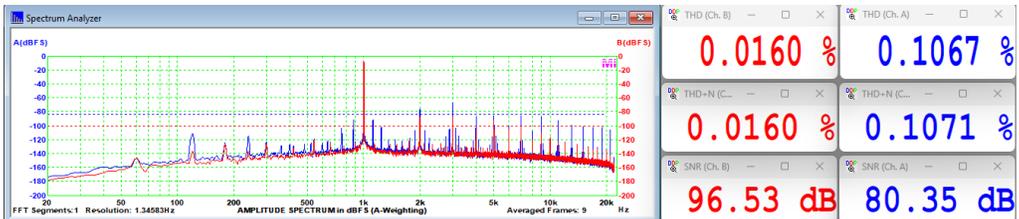
O diagrama esquemático no MU-A051 mostra porque devemos esperar essa performance: fontes de alimentação separadas, estágios em simetria com configurações do tipo “cascode” e outras, além de transistores de baixo ruído e resposta ampla.

Acreditamos que o termo “profissional”, adotado pela Sony para essa linha de amplificadores se refere a equipamentos de estúdio de gravação, e não de sonorização em geral. Seu diagrama de blocos, abaixo, dá uma boa ideia de sua complexidade. Um excelente aparelho.

## BLOCK DIAGRAM



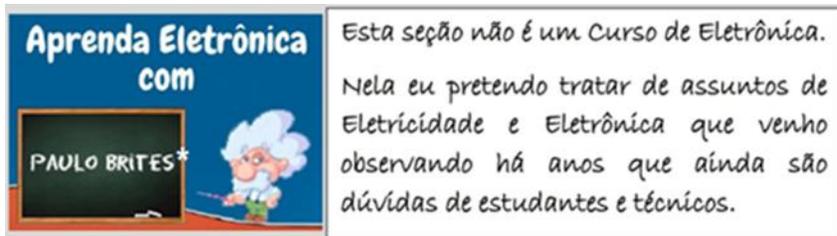
E, para finalizar, quando iniciamos as medições, observamos algo inusitado: a distorção harmônica do canal estava A estava alcançando níveis muito superiores aos do canal B, conforme pode ser visto abaixo, a 10 watts em 8 Ω:



As componentes de saída no analisador de espectro mostravam distorção de transição elevada. A tentativa de ajuste da corrente de repouso mostrou-se ineficaz.

Aparentemente, era mesmo um defeito, e complexo, pois o canal estava amplificando adequadamente e não mostrava outros problemas. Então resolvemos encaminhar o equipamento para a turma do TVKX, considerado o sucesso da manutenção de outro equipamento a eles encaminhado anteriormente. Alguns dias depois, o MU-A051 estava de volta, funcionando perfeitamente, e reiniciamos os testes.

Até a próxima!



## Onde eu coloco a ponteira negativa do multímetro para medir tensões contínuas?

Esta é uma dúvida que os iniciantes em Eletrônica (será que são só eles mesmo?) costumam ter quando vão medir tensões contínuas num circuito, principalmente aqueles que já andaram assistindo algumas aulinhas por aí e que onde pode ter sido dito que é: - “sempre no terra”.

Nas minhas aulas do [Curso de Eletrônica Básica on line](#) esta é uma dúvida recorrente e que me fez até gravar uma aula especial sobre o assunto para dirimir todas as dúvidas.

Antes de tentar esclarecer definitivamente as confusões sobre medições de tensões em circuitos eletrônicos, vale lembrar que o “terra” neste caso, também chamado de “ground” (GND), não tem nada a ver com o conceito de “fio terra” da rede elétrica. Uma coisa é uma coisa, outra coisa é outra coisa!

Em circuitos eletrônicos o que, **geralmente**, se considera como *ground*, é o terminal negativo da fonte de alimentação o qual é comum a todo o circuito e é representado pelas simbologias que vemos na fig. 1.

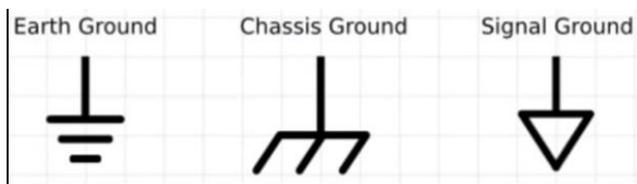


Fig. 1 – Simbologias de aterramento segundo a IEC-60417

O primeiro símbolo, denominado Earth Ground, que é mais comum vermos nos esquemas, é na verdade um dispositivo de segurança (fio verde ou verde/amarelo) e não deve ser confundido com o neutro (fio azul) e JAMAIS deverão ser interligados.

As correntes que não seguirem seu fluxo normal deverão ser encaminhadas ao Earth Ground por um caminho alternativo. Capacitores, por exemplo. Não deve fluir corrente por este fio pois, como foi dito, trata-se de um dispositivo de segurança para o usuário.

\*Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica

Se você estranhou esta afirmação, continue lendo e irá entender.

O segundo símbolo, Chassis Ground, este, como o próprio nome indica, é o chassis metálico ou um barramento na PCI.

O terceiro símbolo, Signal Ground, representa aterramento de circuitos digitais, mas, tem sido usado, às vezes, para indicar referências comuns entre si.

Vale chamar atenção de que nenhum destes três aterramentos é necessariamente equivalente.

O aterramento nos circuito eletrônicos funciona como um ponto de referência para se medir as diversas tensões no circuito.

Entretanto, é preciso estar atento se diferentes tipos de aterramento apresentarem tensões diferentes entre eles e isto precisa ser levado em conta nas medições ou corre-se o risco de obter resultados errados e como sempre digo, **MEDIR ERRADO É PIOR QUE NÃO MEDIR NADA.**

Um caso clássico são os aterramentos das fontes chaveadas onde o aterramento do primário da fonte, geralmente, denominado HOT está isolado do aterramento do secundário, denominado COLD, mas isso é assunto para outro artigo.

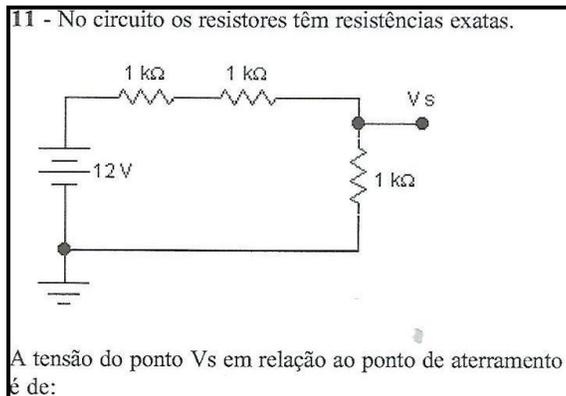
Embora as simbologias da fig.1 sejam as "oficiais", definidas pelas normas IEC 60417, nem sempre são seguidas corretamente por muitos fabricantes.

Muitas vezes vemos a simbologia Earth Ground usada de modo genérico não exatamente para ilustrar o aterramento e sim simplificar o desenho do circuito.

Em muitas questões de concursos vê-se o uso, sem nenhum propósito e de forma equivocada, da simbologia do aterramento no desenho de circuitos eletrônicos.

Veja o exemplo da fig.2, que levou um aluno a me fazer as seguintes perguntas:

- 1) **Qual o papel do aterramento no circuito?**
- 2) **Como flui a corrente naquele ponto?**
- 3) **E se tirarmos o aterramento o que irá acontecer com o circuito?**

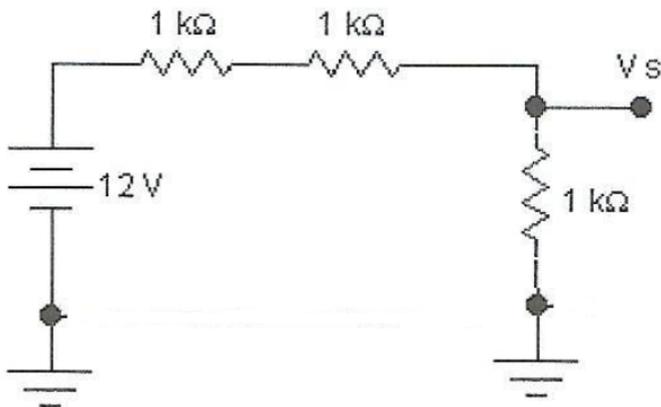


**Fig. 2 – Questão de concurso**

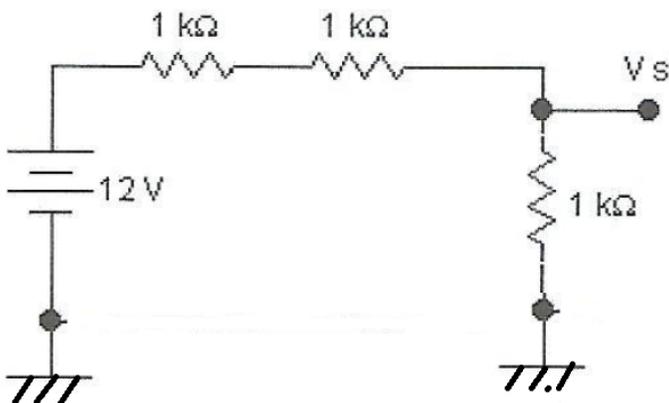
Da maneira como o circuito foi desenhado não há nenhum objetivo prático para colocar o símbolo de aterramento logo, ele não tem papel nenhum.

Se tirarmos o aterramento, ou melhor, o símbolo de aterramento, nada irá mudar pois nenhuma corrente fluirá naquele ponto, uma vez que a corrente irá fluir entre o terminal inferior do resistor e o negativo a bateria.

Se era para usar a simbologia de aterramento, melhor seria que o circuito fosse desenhado como vemos na fig.3 ou, melhor ainda, como na fig.4, se a intenção era usar um aterramento Chassis Ground.



**Fig. 3 – Circuito da fig. 2 redesenhado**

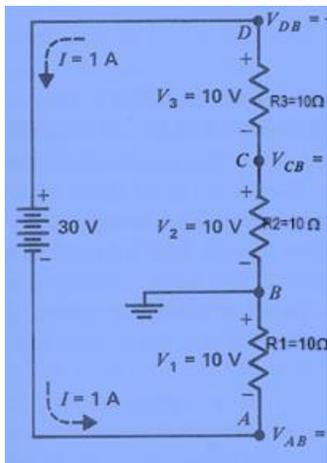


**Fig. 4 – Circuito com aterramento Chassis Ground**

Mas afinal, onde colocar a ponteira negativa do voltímetro para medir a tensão  $V_s$  desta questão?

Como o “ponto de aterramento” é o negativo da fonte, tanto faz, ou seja, no negativo da fonte ou no “aterramento”.

E se o aterramento não estiver ligado ao negativo da fonte como no circuito da fig.5 retirado de uma questão de concurso?



**Fig. 5 – Circuito resistivo com aterramento deslocado do negativo da fonte**

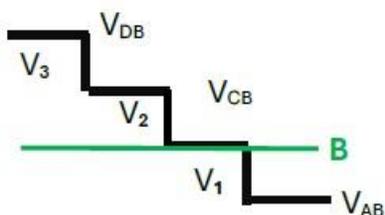
A pergunta da questão era qual o valor das tensões  $V_{AB}$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  e  $V_{DB}$  em relação ao ponto de aterramento?

Repare que **o ponto de aterramento**, neste caso, **não é o negativo da fonte** de 30V.

Como todos os resistores são de  $10\Omega$  e estão ligados em série a corrente no circuito pode facilmente ser calculada pela Lei de Ohm e nos dá 1A com uma queda de tensão de 10V sobre cada resistor.

Vamos utilizar o truque da escadinha para ajudar no raciocínio.

Imagine que a queda de tensão sobre cada resistor seja um degrau de uma escada e que o ponto de aterramento seja o nível do solo, ponto B como na fig.6.



**Fig. 6 – Simulação do circuito da fig. 5 como uma escadinha**

Nossa referência de medida não será o negativo da bateria e sim o ponto de aterramento (B) que é a linha verde na figura.

A cada degrau que subimos ( $V_2$  e  $V_3$ ) a tensão fica positiva em relação ao aterramento, logo  $V_{CB} = 10V$  e  $V_{DB} = 20V$ .

Quando descemos  $V_1$  a tensão ficará negativa em relação ao aterramento (B) e igual a  $-10V$ .

E agora a pergunta de um milhão de dólares, onde coloco a ponteira negativa do voltímetro?

Aí depende, se o voltímetro for digital você pode deixar a ponteira negativa no ponto de aterramento e ele se encarregará de colocar um sinal de negativo na leitura quando formos medir  $V_{AB}$ .

Mas, se for um analógico, muita calma nesta hora porque o ponteiro vai querer andar para trás quando formos medir  $V_{AB}$ , então você deverá colocar a ponteira positiva no ponto de aterramento para medir esta tensão.

### Resumo da ópera

Espero que estas análises o tenham levado a repensar o mito de que a ponteira negativa SEMPRE deve ser ligada no ponto de aterramento Chassis Ground.

### Um desafio

Deixo ao leitor a tarefa de encontrar os valores de  $V_{AD}$ ,  $V_{BD}$  e  $V_{CD}$  em relação ao ponto de aterramento no circuito da fig.7 e concluir onde deverá ser colocada a ponteira negativa para um voltímetro digital e outro analógico.

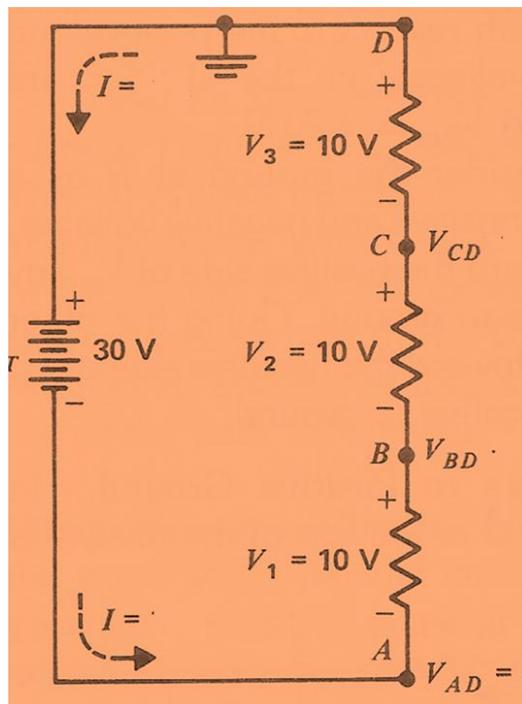


Fig. 7 – Questão desafio

# Antenas Encurtadas

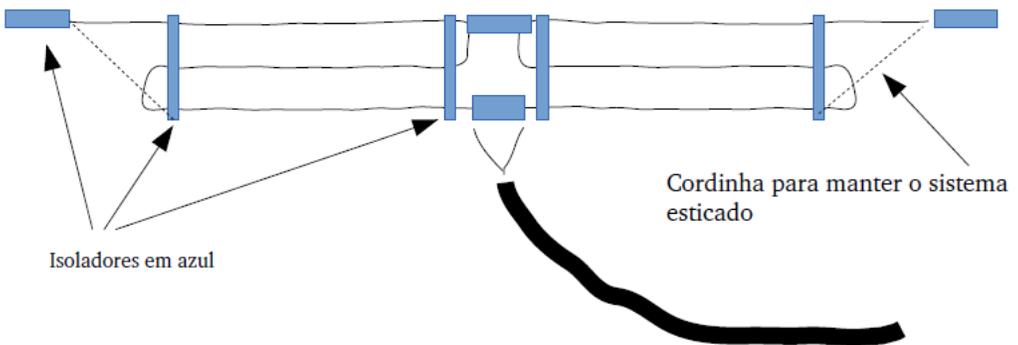
Ademir – PT9HP

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

Pesquisando diversas páginas de radioamadores, encontramos alguma coisa produzida por colegas espanhóis e argentinos. Trata-se de uma dipolo encurtada com carga linear". A matemática da "coisa" é bastante escassa, mas parece concordar com aquilo que já sabemos, ou seja, o perímetro de uma antena é o que manda, independente (ou quase!) da forma que ela toma. Assim como mostramos na edição passada, um dipolo pode ser dobrado ou "picotado" em diversos desenhos, provocando seu encurtamento.

Porém, todo "milagre" tem seu preço: a eficiência vai cair, especialmente no que diz respeito ao lóbulo de irradiação. Se esta for a solução para você sair em 160 ou 80 metros, é válido. No desenho abaixo, uma destas antenas ditas com "carga linear".

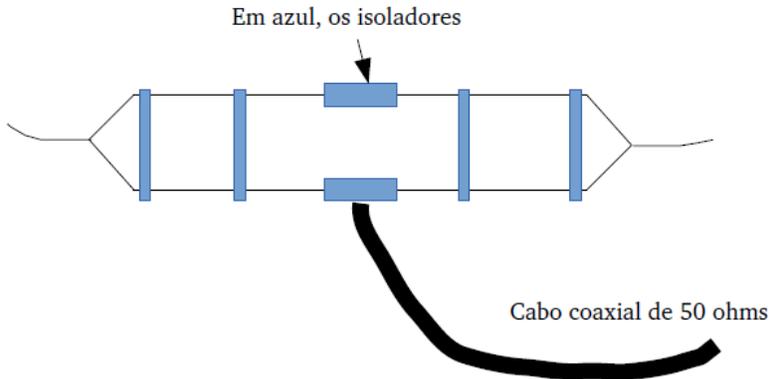
Acho bom você usar um balun de 1:1... A fórmula para o cálculo é a mesma de uma antena dipolo:  $142,5/F$ . O resultado divide-se por dois e você terá o comprimento de cada "perna" da antena.



Os textos encontrados, nas publicações e sites que visitamos, não informam qual o espaçamento entre os fios – que inclusive podem ser dois, três ou mais. Mas sugerimos uns 20 centímetros entre eles, de material isolante, como tubinhos de PVC ou caninhos roliços de madeira, desses usados em banner. Não sei o porquê, mas esta antena nos lembra a Morgain...

Vamos falar sobre ela em futura edição da revista. Um detalhe que percebemos é que a redução não deve passar dos 50% do comprimento total da antena. Não experimentamos, mas você pode fazer seus testes e nos contar. Se possível, envie fotos, ok?

Na outra página, uma maneira de reduzir em 50% o comprimento de uma antena dipolo, num sistema praticamente igual ao desenho acima.



Um dipolo com carga linear. Na verdade, um dipolo dobrado, visto que tem o comprimento normal, de meia onda, apenas com cada perna dobrada sobre si mesma, com um espaçamento em torno de 20 centímetros. Deve-se usar tantos isoladores quanto for necessário, para que os fios não se toquem, pois inevitavelmente irá formar uma “barriga” no centro da antena.

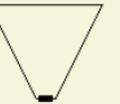
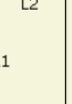
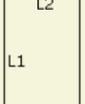
Fórmula padrão para cálculo de antenas de meia onda: 142,5 dividido pela frequência em MHz. O valor é o comprimento total da antena, portanto, divide por dois o resultado e você terá o comprimento de cada perna da antena. A “dobra” vai depender de você, mas obviamente é quase 50% de cada perna.

Os isoladores centrais podem variar de 5 a 10 cm. Não é má ideia utilizar-se um balun de 1:1.

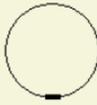
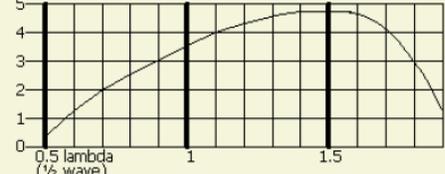
### IMPEDÂNCIA E GANHO DE UMA ANTENA LOOP

<https://pa0fri.home.xs4all.nl/Ant/Quad/quadeng.htm>

**The impedance and gain of a full-wave loop.**

					
0.99dBd (3.14dBi) 117 Ohm	0.99dBd 117 Ohm	0.67dBd (2.82dBi) 106 Ohm	0.67dBd 106 Ohm	50 Ohm $L1 = 2.028 \times L2$	2.38dBd (4.53dBi) $L1 = 3 \times L2$

**The gain of a circular loop.**

	
1.34dBd (3.49dBi) 133 Ohm	

Vejam que interessante: uma antena loop de onda completa pode ter uma impedância de 50 ohms, modificando-se apenas sua forma, ou seja, transformando-a num retângulo quase perfeito. O link do material está lá em cima.



## A História do LED Azul

Marcelo Yared\*

Praticamente todos os equipamentos eletrônicos modernos utilizam diodos de estado sólido. Muitos destes utilizam diodos que emitem luz, conhecidos como LED (do inglês Light-Emitting Diode).

E, por se tratar de um componente que experimentou uma grande evolução tecnológica e de uso neste século, tendemos a achar que o LED é algo novo. Mas não é. As primeiras experiências com foto-emissão por elementos de estado sólido são datadas do início do século XX, há mais que 100 anos atrás.

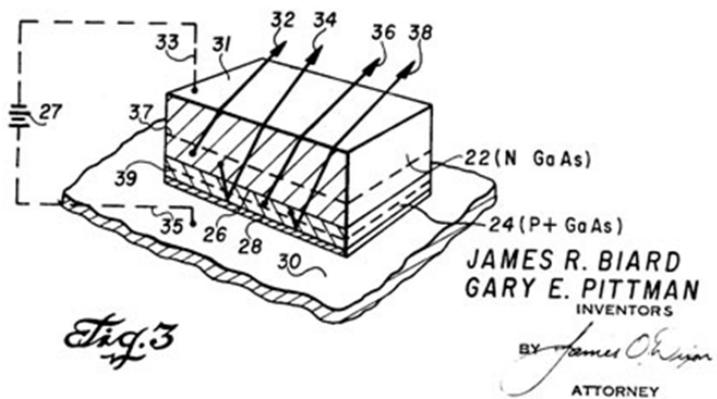
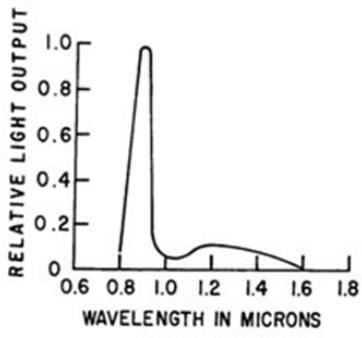
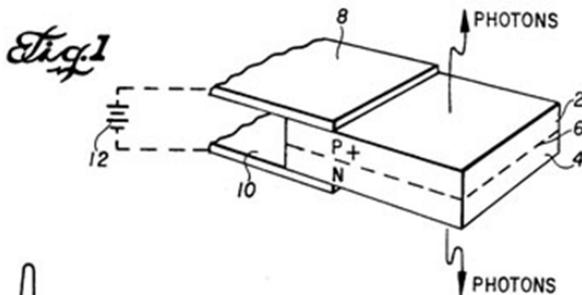
Em 1907, H.J. Round, cientista inglês, em Londres, descobriu a eletroluminescência usando Carboneto de Silício e Oleg V. Losev, na Rússia, fez mesmo de forma independente, no mesmo ano.

Na década de 1920, Oleg V. Losev estudou o fenômeno dos diodos emissores de luz em aparelhos de rádio. Seu primeiro trabalho com LED refere-se à emissão de luz utilizando-se Carboneto de Silício (SiC). Seus trabalhos foram esquecidos até a década de 1950.

Os estudos continuaram no mundo todo, até que, em 1961, James R. Biard e Gary Pittman desenvolveram o primeiro LED infravermelho na Texas Instruments, em Dallas, no Texas. Foi descoberto por acidente, pois a pesquisa se destinava, na verdade, à fabricação de um diodo varactor de Arsenieto de Gálio (GaAs) para uso na banda X, durante um teste de um diodo túnel.

Finalmente, em 1962, Nick Holonyack Jr., trabalhando nos laboratórios da General Electric, em Syracuse, Nova Iorque, desenvolveu o primeiro LED de luz visível, na cor vermelha, utilizando Fosfeto de Arsenieto de Gálio (GaAsP) em um substrato de GaAs.

\*Engenheiro eletricista



Graphic provided by: Bob Biard  
www.EdisonTechCenter.org

**Primeira patente de um diodo emissor de luz vermelha**

Apesar de o primeiro LED verde (composto por uma liga de Antimônio e Germânio) ter sido patenteado antes, em 1958, por Braunstein e Loebner, ele não emitia luz visível, mas, a partir daí, a tecnologia dos LED evoluiu e, alguns anos mais tarde, em 1972, o LED que emite luz amarela foi patenteado por George Craford, engenheiro da Monsanto. Em 1969, a empresa já havia conseguido fabricar LED verdes funcionais.

Até então, os LED, que possibilitariam uma revolução na luminotécnica devido à sua alta eficiência energética, só eram utilizados em painéis e mostradores simples, como os de calculadoras ou relógios, além de indicadores de estado em equipamentos eletrônicos, pois estavam limitados a essas cores (vermelho verde e amarelo, com suas variações). Faltava o LED de cor azul para compor a matriz de frequências luminosas básicas que permitiria, mediante sua combinação, obter-se quaisquer frequências de luz visível, incluindo-se a cor branca, necessária para iluminação.

E, para isso, havia um problema a ser resolvido: Um diodo LED consiste na junção de dois semicondutores, sendo um deles do tipo N (negativo) e o outro do tipo P (positivo). Nele, a emissão de luz (fótons) ocorre quando elétrons transitam da banda de condução para a banda de valência de seus átomos.

Como a energia do fóton emitido é igual à diferença energética entre essas duas bandas e a luz azul está na faixa das maiores frequências do espectro visível, seus fótons são os mais energéticos nesse espectro, e é necessário muita energia na transição dos elétrons nos semicondutores para obter-se essa cor. Isso tornou o processo de criação de LED azuis muito mais complexo. Não havia solução na época, apesar da disputa intensa para isso por parte das grandes empresas de tecnologia.

Até que, quase vinte anos após a invenção do LED amarelo, no final dos anos 1980, Shuji Nakamura, um engenheiro japonês que trabalhava na empresa Nichia, no Japão, conseguiu apoio financeiro para pesquisar e desenvolver o LED azul.



O início da pesquisa deu-se na Flórida, EUA, onde Nakamura trabalhou por um ano estudando a técnica de Deposição Química de Vapor de Metal Orgânico (MOCVD, do inglês Metal-Organic Chemical Vapor Deposition).

Essa tecnologia era utilizada para a produção de cristais com altíssima pureza. Nakamura sabia, por estudos de outros pesquisadores japoneses, que eles eram necessários para a produção de LED de frequências mais elevadas, como o azul.

**Reator MOCVD (VEECO)**

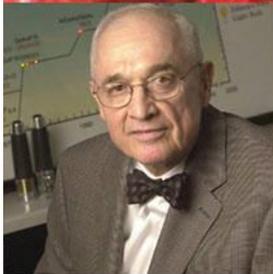
Após seu período na Flórida, Nakamura retornou ao Japão e convenceu a Nichia a adquirir um reator MOCVD, trabalhando nele na produção de cristais de Nitreto de Gálio (GaN) de alta pureza do tipo N. Dois pesquisadores japoneses, Isamu Akasaki e Hiroshi Amano, da Universidade de Nagoya, já haviam demonstrado a viabilidade e produzido esses cristais, porém, não conseguiram um processo de produção industrial.

Nakamura, após vencer inúmeras dificuldades, e modificar diversas vezes seu reator nessa jornada, conseguiu, isoladamente, produzi-los, em 1990, resolvendo também dois outros problemas para a produção de LED, a produção de Nitreto de Gálio dos dois tipos (P e N) e a eficiência de emissão de luz, com potência suficiente que permitisse sua visibilidade (coisa de centenas de microwatts). Esses problemas também foram resolvidos, sem a participação de Nakamura, seguindo outra linha de pesquisa, por Akasaki e Amano.

Assim, a Nichia, uma empresa de porte pequeno, venceu a corrida contra gigantes da tecnologia como GE, IBM, Matsushita, Monsanto, Siemens etc e, em 29 de novembro de 1993, apresentou formalmente o primeiro LED azul ao mundo, após uma década de pesquisas.

O restante da evolução dessa tecnologia todos nós conhecemos e testemunhamos, com o uso de lâmpadas mais econômicas e eficientes, novas tecnologias de telas, e dispositivos que produzem luz, desde os menores, como os LED de painel, até imensos refletores, que iluminam ruas e estádios. Uma verdadeira revolução.

Nakamura, Akasaki e Amano receberam em conjunto o Prêmio Nobel da Física de 2014, pela invenção de diodos emissores de luz azuis eficientes, que permitiram fontes de luz branca brilhantes e que economizam energia, de acordo com o Comitê Nobel.



Nick Holonyak  
Syracuse, NY



George Craford  
St. Louis, MI

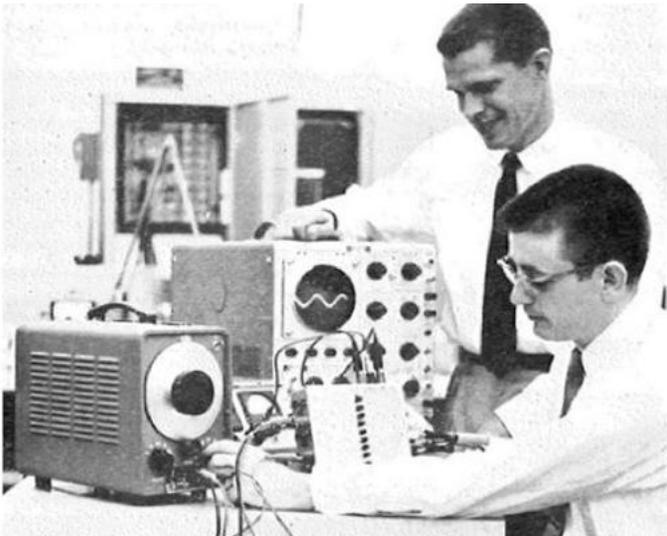


\*Shuji Nakamura  
Tokushima, Japan

A aventura do desenvolvimento e obtenção do LED azul, e mesmo dos outros dispositivos emissores de luz de estado sólido é uma prova de que evoluções, e revoluções, na humanidade, ocorrem, muitas vezes, para a solução de problemas práticos, não necessariamente nos bancos de universidades ou nos centros de pesquisas.

Este artigo foi baseado em um vídeo, muito interessante, e que vale a pena assistir, da Veritasium. Nele, há mais detalhes técnicos e históricos das dificuldades enfrentadas por Nakamura, desde o descrédito dos seus pares, por ser pesquisador sem doutorado (que ele obteve, posteriormente, por seus trabalhos na obtenção do LED azul), até as inúmeras explosões em seu laboratório, pela manipulação dos componentes químicos em sua pesquisa.

O vídeo, com tradução, está em: <https://www.youtube.com/watch?v=A4c9KrvPV3E>



**Walter T. Matzen (em pé) e Bob Biard trabalhando em amplificadores paramétricos, o que ajudou a lançar as bases para o LED. Mais tarde, Gary Pittman e o Sr. Biard trabalharam em diodos do tipo varactor, o que levou ao LED, como o conhecemos. 1958 (edisontechcenter.org)**

Referências:

<https://edisontechcenter.org/LED.html>

<https://ece.illinois.edu/newsroom/51161>

<https://www.bbc.co.uk/news/technology-19886534>

<https://www.industrialalchemy.org/articleview.php?item=529>

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/nakamura/biographical>

[https://assets.cambridge.org/97805218/23302/excerpt/9780521823302\\_excerpt.pdf](https://assets.cambridge.org/97805218/23302/excerpt/9780521823302_excerpt.pdf)

<https://www.simplyled.co.uk/blog/a-brief-history-of-the-light-emitting-diode-led/>



---

*Você, leitor amigo, já 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 [ilhajaim@gmail.com](mailto:ilhajaim@gmail.com), deixando o resto por conta do redator de TVKX. Se ele considerar o assunto de interesse, será feita uma estória, com os populares personagens do TVKX. O seu nome será mencionado no artigo.*

---

## O Químico!

Mais uma vez vamos encontrar os nossos amigos reunidos na mesinha do canto da Padaria do Mário, aguardando a chegada de Toninho.

- O Toninho anda meio estranho esses dias... já notou?
- Com certeza está aprontando mais uma...
- Precisamos descobrir o que se passa, antes que ele faça uma das suas!
- Lá vem ele...
- Boooooommm Diia!!!
- Para variar, em cima da hora! Vá logo no balcão... e que seja rápido.

Dali a pouco...

- Assim não é possível! Um “pingado”, um pãozinho na chapa e uma cavaca de milho, total de treze Reais! Vamos reajustar os nossos preços também.
- Nem pense. Do jeito como está já temos vários orçamentos rejeitados.
- Concordo, Carlito! Nada de descarregar a ira em cima da clientela.
- Vamos logo porque temos alguns problemas a resolver!

\* Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica

- Para o maior deles, acho eu, creio ter encontrado a solução
- Hum... Só de pensar nisso já fico apreensivo. Mas vá lá, Zé Maria. Hoje é o seu dia de acertar as contas!
- Já na oficina...
- Cheiro estranho... Parece gasolina...
- Surpresa! O cheiro deve ser este daqui... não é mesmo?
- O que foi dessa vez? Afaste esse recipiente da bancada! Chega de encrencas com as suas grandes invenções.
- Dessa vez é sério! Resolvi um problemão!
- Hum... Imagino! O que foi desta vez?
- Vamos por partes... Tem sido uma trabalhadeira infernal, retirar a cola adesiva da tela dos televisores em que a tela é colada na chapa. Já tentei álcool Isopropílico, de várias formas: Deixei um pouco úmido, e depois de um tempo tentei tirar com uma pinça, porém o melhor jeito que achei foi mesmo na paciência e devagar, com o dedo e sem pressa. Acho que demorei uns 40 minutos para retirar toda a cola da tela.



**FIG 1**

- Mas foi mais seguro e sem sujeira... O que você tem na cabeça, Toninho?
- Desenvolvi o Super – Hiper Removedor! Vai retirar na hora os vestígios de fita e cola!
- Saia de perto da bancada com isto... Da última vez que se meteu a Químico dissolveu parte do gabinete do rádio do Seu Otávio!
- E tivemos de comprar um no ML para poder devolver o rádio. Um prejuízo e tanto.
- O cheiro é horrível! O que tem aí, afinal de contas, Toninho?
- Depois de pesquisar bastante, fiz uma mistura de álcool Isopropílico, gasolina, etanol, Veja, Thinner, aguarrás, cloro e...

- Pare por aí! E saia de perto da bancada. Nem pense em passar essa mistura na moldura da tela. Vamos continuar a retirar a cola como sempre fizemos. E para separar a tela da moldura, também vamos continuar com a nossa lâmina, feita com um pedaço de garrafa "PET". Nada de inventos mirabolantes da Internet!

- Mas...

- Não e não, Toninho! Não procure encrencas.

- Por falar em encrencas... Zé Maria: Resolveu o problema do amplificador Sony?

- Nada, Carlito! Vamos a ele: É um Amplificador Sony profissional, modelo MU-A051, importado dos Estados Unidos e utilizado por músicos em estúdio de gravação.

- Não gostei... Músico é um bicho chato e tem ouvido de tísico...

- Não diga isso, Toninho! Continue, Zé Maria.

- Reclamaram que um dos canais de seu amplificador de mesa estava "soando esquisito", mais "ardido" no som das guitarras e piano, em notas mais altas, do que o outro canal e que isso não era assim.

- Ontem estava junto Com Zé Maria e ouvi o Sony ser avaliado. Me pareceu absolutamente normal.

- Isso mesmo, Toninho! Na bancada os dois canais soavam bem, pelo menos para um técnico com ouvidos "normais".

Utilizando o osciloscópio, observou-se que a potência estava boa nos dois canais e ambos pareciam estar bem lineares, com senoides de boa qualidade, mesmo em alta potência.



FIG 2

- Pelo menos o amplificador tem um bom manual de serviço, com esquemas do circuito. Não fosse isso...
- Vamos lá, turma... Trata-se de um circuito típico, em classe B, mas com controle de corrente de repouso e estágio diferencial de entrada bastante sofisticado, para garantir-se baixa distorção. O sintoma indica distorção em frequências mais altas, típico de problemas de polarização nos transistores de saída.
- Vamos lá, Zé Maria: Meça a tensão entre base e emissor dos transistores de saída dos dois canais (Q402, Q403, Q404 e Q405).

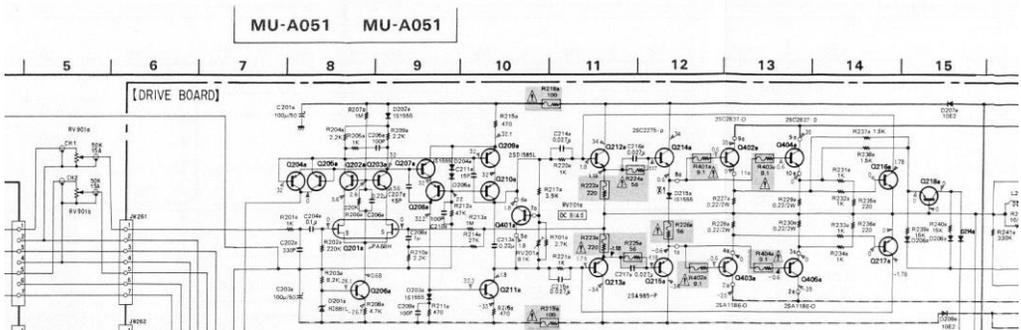


FIG 3

Após alguns minutos:

- Vejam só...O canal B apresenta em torno de 0,56 V de polarização nos quatro transistores, enquanto o canal A apresenta 0,35 V nos transistores NPN (malha positiva - Q402a e Q404a) e 0,20 V nos transistores da malha negativa.
- Sugiro então partir para uma busca a partir da saída para a entrada.
- Olhe aí no esquema: Os transistores "drivers" (Q212a, Q213a, Q214a e Q215a) apresentam comportamento similar.
- Estou vendo o transistor do estágio de amplificação de tensão, que alimenta os "drivers" e as saídas, idem, todos abaixo de 0,4V.
- Esse trimpot.. Costumam a apresentar defeito por causa da umidade... Não custa nada ver!
- O trimpot de ajuste de corrente de repouso, bem como seu transistor associado (que também estava com VBE menor que 0,4 V), estava bom, assim como Q209a e Q210a, idem em relação a VBE.
- Entretanto, todos os transistores de entrada entre a malha positiva de alimentação e o transistor duplo, do tipo JFET, diferencial de entrada estavam com suas polarizações corretas, próximas de 0,6V.
- Como está esse JFET, Zé Maria?

- Perfeito! Mas estou vendo que o transistor Q206a também não está polarizado corretamente. Trata-se de um gerador de corrente constante que fornece corrente para o diferencial de entrada, em torno de 1 mA.

Retirado do circuito e medido, verificou-se que estava bom, também. O diodo Zener de 6 V, D291a, na base de Q206, foi retirado e também estava bom.

- Vamos com calma! O esquema mostra que, se o Zener está bom e o transistor está bom também, teria que haver 6 V entre a base de Q206 e a malha negativa de alimentação (anodo de D201a, Zener). Temos aqui algo em torno de 2 V.

- E aí, Carlito?

- Isso só pode significar que R203a, de 8,2 K, está aberto ou com seu valor bastante aumentado.

Retirado do circuito, verificou-se que ele estava aberto ou com a resistência maior que a máxima do multímetro da bancada. Com isso, não havia corrente suficiente no par diferencial e a polarização dos estágios de amplificação de tensão e de saída ficava alterada, com corrente insuficiente para seu funcionamento correto.

Substituído, as polarizações voltaram ao normal e foi seguido o procedimento preconizado no manual de serviço para o reajuste da corrente de repouso.

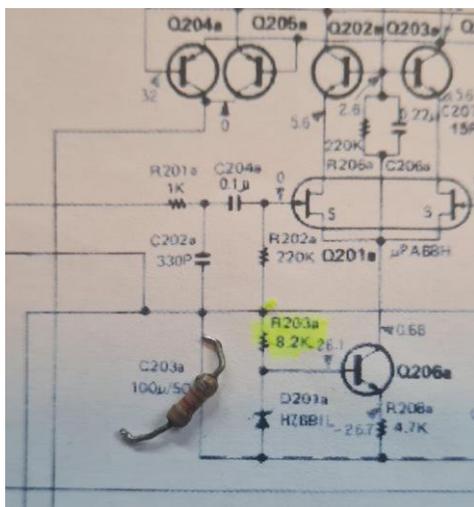


FIG 4

- Não querem experimentar meu super – polidor nesse painel? Garanto que vai ficar como saído de fábrica e...

-Nããããooo Toninho !

**Colaboração de Marcelo Yared**