



TVKX

ANTENNA

ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 08/26 (1280) agosto de 2026



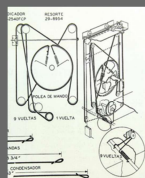
NESTE NÚMERO:



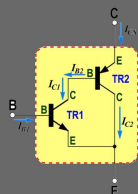
O CLONE DO COBRA CA-61



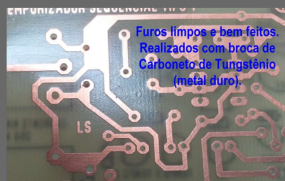
COMO LIMPAR A PONTA DO FERRO DE SOLDAR



DICAS PARA SOBREVIVER AOS CORDÕES DE SINTONIA



CONHEÇA OS PARES DARLINGTON E SZIKLAI



FAÇA SEUS CIRCUITOS IMPRESSOS - PARTE II

O YANG YA 850



GABC do RADIC

ANTENNA

Número 08/26 – AGOSTO/2026 – Ref. 1280

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

COR DO MÊS –

Agosto é o mês da cor **dourada**, da campanha de aleitamento materno.

<https://www.calelendar.com/brasil/dia-mundial-da-amamentacao/>



NOTAS DA EDIÇÃO

Neste mês iniciamos uma nova “antiga seção, chamada Na Officina, e o leitor pode colaborar com ela. Basta mandar os “causos” para o Engº Jaime Moraes. Dante Efrom nos ajuda a encarar as famigeradas “cordinhas” dos rádios antigos e os professores Paulo Brites, Max Durend e Leo Weber nos brindam com artigos práticos e teóricos de eletrônica e de telecomunicações. Avancamos na reedição do ABC do Rádio, com foco nas modalidades de transmissão. Boa leitura!

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. Serão escolhidos até dois casos por mês.

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 – O clone do microfone Cobra CA-61.....	Leo Weber
5 – Na Officina – A limpeza do ferro de soldar.....	Jaime Gonçalves de Moraes Filho
6 - CQ-RADIOAMADORES – QRPismo: esta página deve ser visitada por você.....	Ademir - PT9HP
7 - DICAS E DIAGRAMAS - L – Não se enrede com nós, roldanas e cordões: dicas para enfrentar os complicados mecanismos de sintonia dos rádios antigos.....	Dante Efrom - PY3ET
19 – Fazendo circuito impresso com papel <i>transfer</i> por processo de transferência térmica – Parte II.....	Max Durend
38 – Análise do amplificador integrado Yang YA 850.....	Marcelo Yared
45 – ABC do Rádio - Parte IV	Antenna
57 - APRENDA ELETRÔNICA - Darlington ou Par Sziklai: Você sabe qual a diferença?.....	Paulo Brites
61 - TVKX - A ponte que partiu.....	Jaime Gonçalves de Moraes Filho

O clone do microfone Cobra CA-61

Leo Weber - PY3ST*

Neste artigo apresentamos um clone do microfone de mesa Cobra CA-61, com pequenas adaptações, através de uma sugestão de leiaute e montagem.

1. A empresa Cobra:

Cobra Electronics é uma empresa dos Estados Unidos da América que atua no segmento de telecomunicações, apresentando, atualmente, um portfólio em radiocomunicação, vídeo, inversores veiculares, radares e soluções customizadas¹. A sua trajetória inicial está vinculada à B&K Precision, fabricante de equipamentos para medições e testes, mas que, devido ao incrível *boom* a partir da década de 60 dos equipamentos de rádio cidadão (*CB – Citizen Band*) nos EUA e no mundo, Brasil inclusive, com os indicativos PX, tornou-se uma sólida empresa e alçou voo próprio.

Segundo consta no *site radiomuseum.org*², engenheiros da Dynascan Corporation, empresa guarda-chuva criada a partir da B&K e a qual vinculavam-se várias outras empresas, desenvolveu o primeiro rádio cidadão, sendo logo depois introduzida a marca Cobra e seu inconfundível logotipo, que caiu no gosto e popularidade dos consumidores. A Cobra Electronics desenvolveu uma grande gama de rádios e acessórios para 27 MHz, notabilizando-se pela qualidade e robustez.

2. O microfone de mesa CA-61:

O sucesso imediato dos equipamentos de rádio cidadão propiciou que a Cobra desenvolvesse acessórios, inicialmente mais simples e, a seguir, peças de rara beleza e desempenho, como o microfone de mesa **CA-61 Dynamike Plus**, visto na Figura 1, segundo foto do *site rigpix.com*³. Este microfone apresenta circuito eletrônico interno alimentado por bateria, com teclas para PTT e controle de volume deslizante. No Brasil tivemos vários equipamentos que se inspiraram nele, como, por exemplo, a célebre série de microfones KBS, verdadeiros ícones do radioamadorismo nacional.



Figura 1

3. O Clone do CA-61:

O circuito clone do CA-61 é apresentado na Figura 2. O transistor originalmente utilizado é o 2SC536, muito comum em pré-amplificadores de áudio. Optou-se pelo uso de BC548 ou BC549 pela facilidade de acesso no mercado brasileiro. O coletor do primeiro estágio tem dois resistores em série (R1 e R4) e o emissor também (R2 e R3), o que permite alterar o valor de um deles e desta maneira, ajustar o ganho deste transistor.

***Professor de Sistemas de Comunicações e Eletrônica de Potência, Curso Técnico de Eletrônica, Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha – Novo Hamburgo/RS.**

Cada estágio transistorizado tem um capacitor entre base e emissor de 150 pF (C3 e C4), que no CA-61 eram de 470 pF. Estes capacitores ampliam o valor da capacitância intrínseca C_{be} , que drena uma pequena parte do sinal de entrada presente na base do transistor. Tal efeito é especialmente interessante em circuitos possivelmente expostos a rádio frequência, caso de um microfone para equipamentos de telecomunicações, pois diminui sensivelmente o ganho do transistor à medida que a frequência aumenta, mas torna-se quase nulo na faixa de áudio. Este efeito está associado à análise do efeito Miller e capacitâncias C_{be} e C_{cb} existentes no transistor de junção bipolar, conforme explicado muito bem no livro *The Art of Electronics* de Horowitz e Hill⁴.

A etapa de saída apresenta um controle de grave e agudo muito simples, composto por RV2 e C9, e um controle de volume composto por RV1.

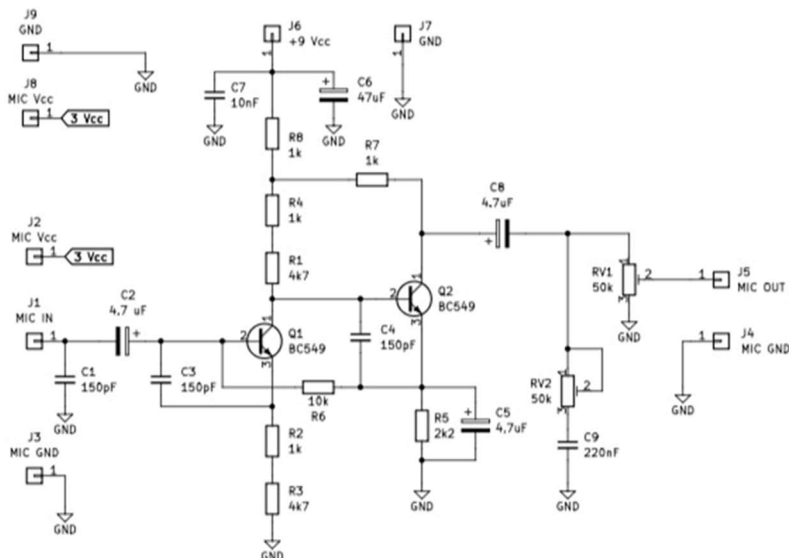


Figura 2

A disposição dos componentes no layout da placa de circuito impresso (Figura 3) adotou aquele princípio que eu gosto: a montagem em superfície, mesmo usando componente tipo **PTH = Pin Through Hole**.

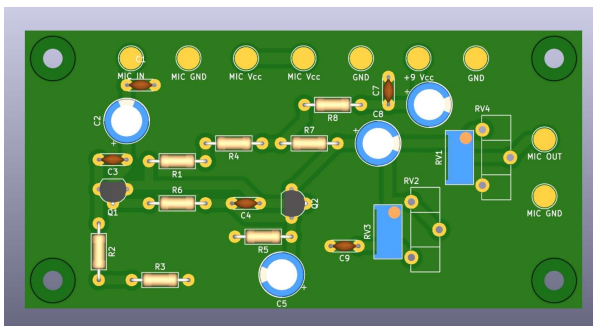


Figura 3

O leiaute da placa de circuito impresso é mostrado na Figura 4 e o circuito já montado na Figura 5.

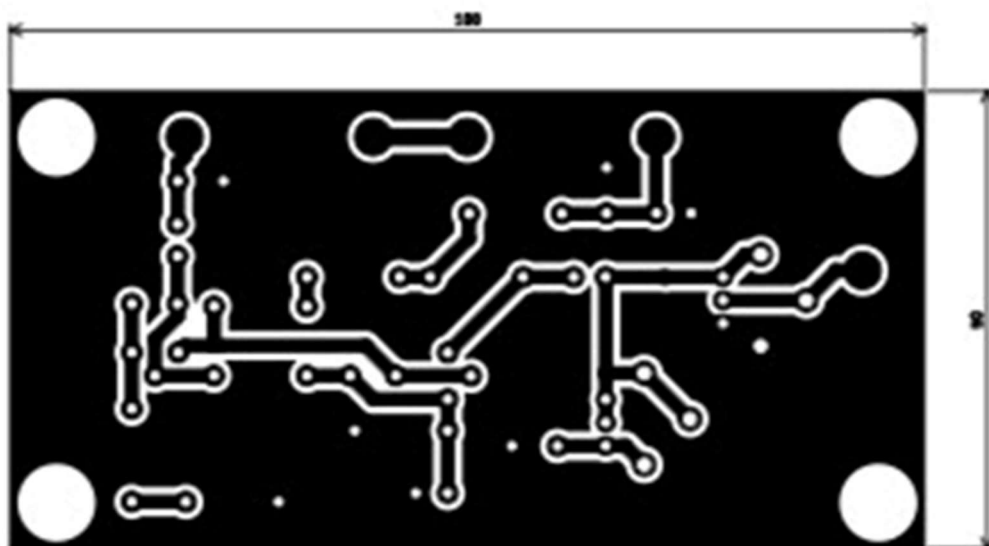


Figura 4 – Dimensões 100 mm x 50 mm

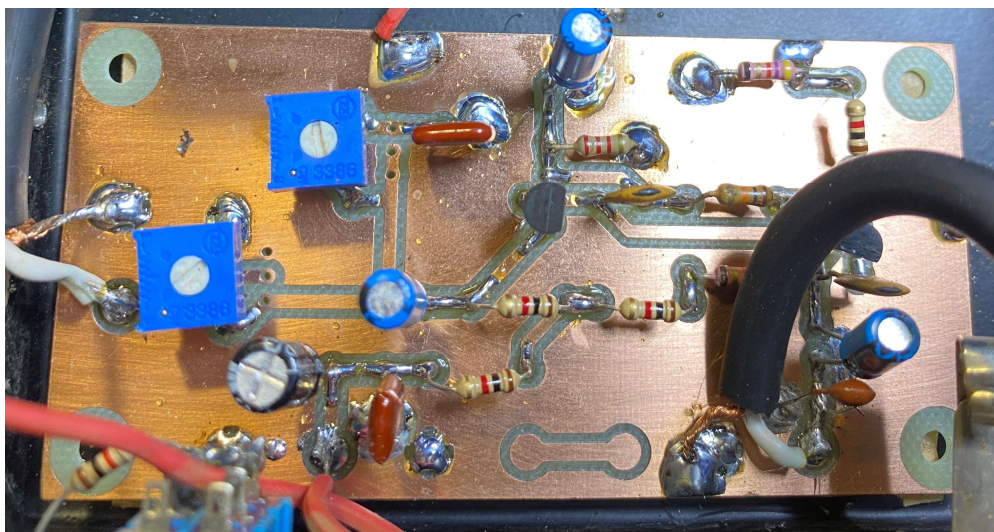


Figura 5

O resultado em laboratório foi muito bom, conforme mostro na Figura 6. O gerador de varredura permitiu avaliar uma resposta adequada em ampla faixa de áudio (50 Hz a 22 kHz) e, ao ser testado em transmissão de AM, com microfone de eletreto, recebi reportagens de áudio limpo e cristalino. Em suma, está aprovado para os admiradores da modulação em amplitude. Como se sabe, este pré-amplificador também é muito utilizado em SSB em função dos fabricantes nacionais já referidos.

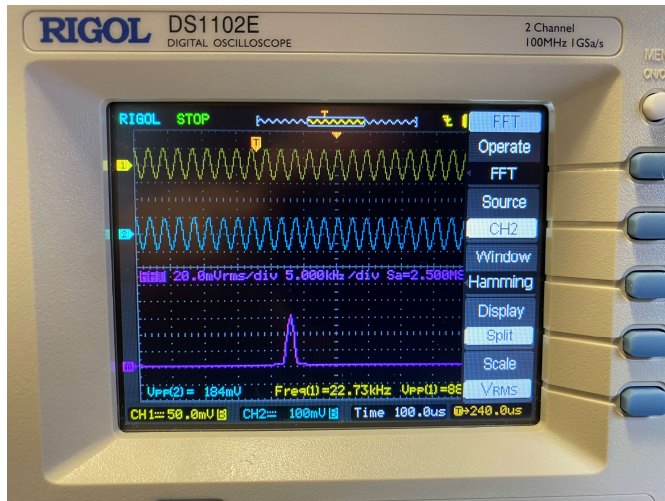


Figura 6

4. Lista de material:

- 02 transistores BC 548 ou BC 549
- 01 capacitor 47 μF
- 03 capacitores 4,7 μF
- 01 capacitor de 220 nF
- 03 capacitores de 150 pF
- 02 potenciômetros ou trimpots de 50 k Ω
- 01 resistor 10 k Ω
- 02 resistores 4,7 k Ω
- 01 resistor 2,2 k Ω
- 04 resistores 1 k Ω

Referências:

1. COBRA ELECTRONICS CORPORATION. About Us. Disponível em: <https://www.cobra.com/pages/about-us>. Acesso: 31 de julho 2026.
2. RADIOMUSEUM. B&K (Precision), Dynascan Corp., Cobra Electronics. Disponível em: https://www.radiomuseum.org/dsp_hersteller_detail.cfm?company_id=7605. Acesso: 21 de julho 2026.
3. RIGPIX. Cobra CA-61 "Dynamike Plus" (By Dynascan). Disponível em: https://www.rigpix.com/microphones/cobra_ca61.htm. Acesso em: 31 de julho 2026.
- 4 HOROWITZ, Paul; HILL, Winfield. **The Art of Electronics**. 3rd ed. New York: Cambridge, 2015, p. 113-115.



Em comemoração ao centenário de Antenna, teremos nesta seção algumas ideias para uso no dia a dia em nossas oficinas. Se você tiver alguma ideia interessante, envie-nos para que seja publicada.

Um dos problemas enfrentados por aqueles que estão se iniciando na eletrônica e até mesmo por alguns poucos da “Velha Guarda” está relacionado com a soldagem; mais precisamente, com a ponta do soldador.

É certo que a utilização de uma estação de solda, algo comum nos dias de hoje, resolve grande parte dos problemas, porém nem todos o possuem e aí vem toda aquela conhecida história de limar, lixar, escovar... até que a ponteira do soldador não sirva mais, não é mesmo?



Vamos então por partes: A primeira coisa a deixar bem claro é que a ponta dos soldadores atuais não é um simples tarugo cilíndrico de cobre. Certamente ela recebeu, através de um processo de eletrolise, uma camada de ferro, de modo a não ser corroída pelo ácido do núcleo da solda. Mas... ninguém usa mais ácidos em eletrônica! Meia verdade... Embora o ácido muriático (na verdade, usava-se Cloreto de zinco) e a pasta de soldar sejam hoje em dia elementos proibidos em nossas bancadas, o inofensivo (!) núcleo da solda de Chumbo/Estanho, quando aquecido e fundido, adquire uma notação ácida (formação de ácido Abiético), que realiza o processo de limpeza. Tão logo retorne a temperatura ambiente, torna-se inofensivo. Ele é o principal destruidor da ponta de seu soldador.

Para que tal não ocorra é que as ponteiros modernas são revestidas por uma camada de ferro, que não deve ser removida. Lixas, limas ou esmeril não podem, em hipótese alguma, se aproximar da ponteira de seu soldador, correto?

Então... como manter a ponta do soldador limpa?

Simples! Com um elemento de limpeza mais macio do que o ferro, como, por exemplo, o alumínio ou o aço inox. E o melhor: é material de baixo custo e de fácil aquisição.

Estamos nos referindo àquela esponja de limpeza dourada, encontrada nos supermercados. Um pote de vidro completa o nosso “limpador”

De agora em diante, ao notar que a ponteira do seu ferro de solda está suja, mergulhe e retire da esponja... e pronto! Suas ponteiros irão durar muitos anos.

Embora tenhamos feito experiências com outros tipos de esponja de limpeza, escovas metálicas e esponja vegetal umedecida, nenhum resultado superou aquele obtido com a esponja de limpeza dourada.

A seção “Na Oficina” está a cargo do Engº Jaime Gonçalves de Moraes Filho

QRPismo: esta página deve ser visitada por você

<http://lpistor.chez-alice.fr/radio2.htm>

CW NOUVELLE GÉNÉRATION

TRANSCIVER CW JUNIOR QRP

VERSION LOW COST

Par F6BCU



Se você é fanático por montagens de transmissores ou receptores para operação em baixa potência e ainda não conhece o trabalho do colega francês F6BCU, Bernard Mourot, é só clicar no endereço acima e você terá acesso a uma maravilhosa página dedicada ao QRP e montagens caseiras.

O site está totalmente em francês, mas sem problemas: se você é dos anos 50/60 aprendeu esse idioma no ginásio...

Ou peça ajuda do Santo Google, que resolverá seu problema.

Mesmo não sabendo o idioma, os esquemas são uma linguagem universal, fácil de entender por qualquer um que esteja lendo esse livro e é radioamador. Os esquemas de montagens você encontra neste link:

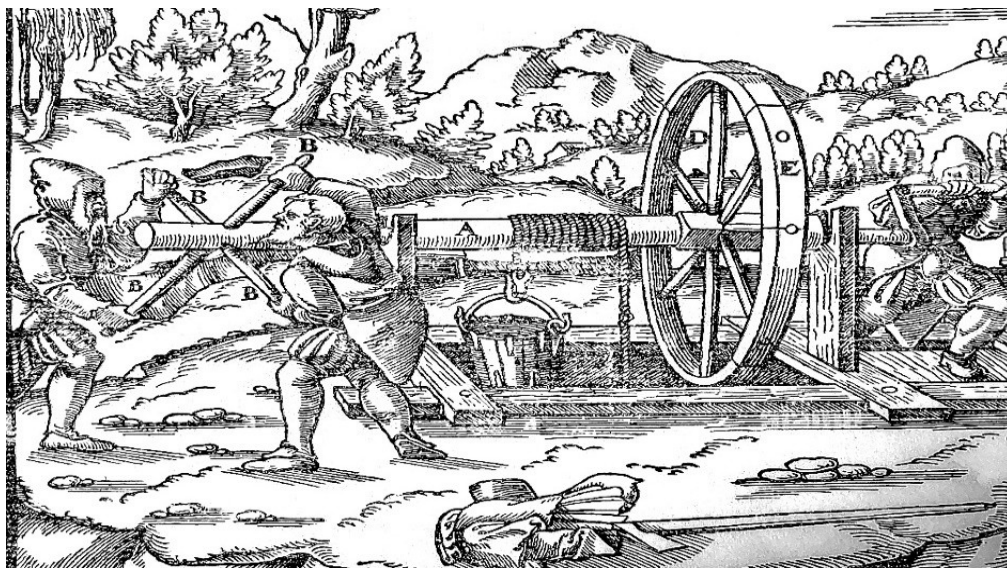
<http://lpistor.chez-alice.fr/realisationsmhz.htm>

*A cargo de Ademir, PT9HP

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*



Gravura mostrando mineração de prata com o uso de polias, cordas e sarilho, na época da Idade Média, nas montanhas Krušnohorsk, região da Boêmia, República Tcheca. — (<https://www.pamatkyaprirodakarlovarska.cz/>).

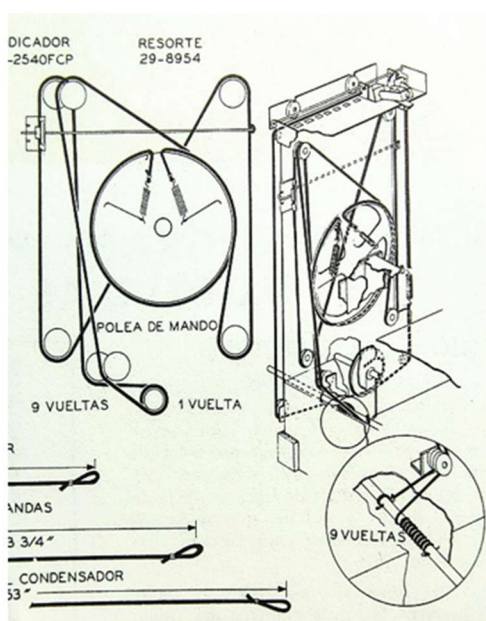
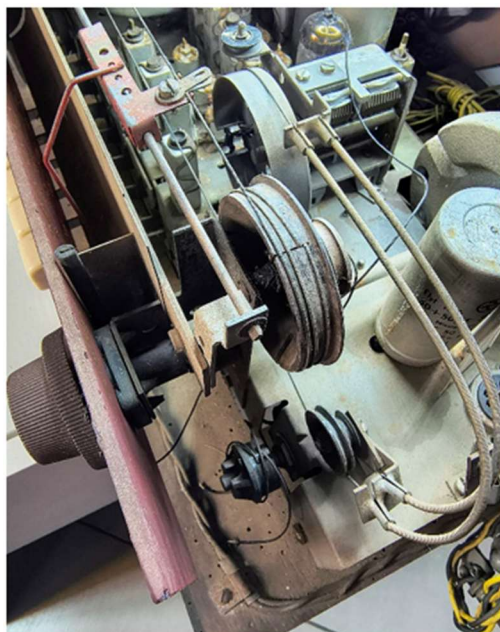
Não se enrede com nós, roldanas e cordões: dicas para enfrentar os complicados mecanismos de sintonia dos rádios antigos

O que polias, volantes, eixos e cordames têm a ver com receptores antigos? Muita coisa! Radiorreceptores dos velhos tempos não funcionam apenas com componentes eletrônicos. Para a sua adequada operação precisam também de dispositivos mecânicos de sintonia: dependem de vários princípios e dispositivos que existem desde tempos remotos, quando a água era içada de cisternas caseiras, ou minerais eram extraídos das profundezas da terra com sarilhos, roldanas, cordas volantes e polias, por exemplo.

É o que acontece nos sistemas de precisão que acionam o capacitor variável e o ponteiro do mostrador. São forças, torques, movimentos de redução e multiplicação. “Sarilho” é uma espécie de cilindro giratório, empregado para enrolar cordas e cabos. Um sarilho em miniatura é o eixo de um botão de sintonia.

*Antennófilo desde 1954

Sarilho, em linguagem popular é também sinônimo de situação complicada. É exatamente o que ocorre em muitos sistemas de cordinha de dial de receptores antigos. A seguir descrevemos como os fabricantes criaram engenhosos mecanismos de tracionamento e transmissão mecânica, para que o movimento de um botão de sintonia, por meio de uma teia de cordões, acionasse o tambor do capacitor variável. Tudo para a movimentação correta do ponteiro — e para que este forneça, sempre, leituras confiáveis, correspondentes às marcações originalmente impressas no mostrador do rádio.



Figuras 1 e 2. Mecanismos de sintonia dos radiofonógrafos Philips modelo FR768-A, do início da década de 1950, e Philco Tropic modelo 48-160, de 1948. Mesmo sendo projetos relativamente modernos, não dispensavam o velho sistema de polias (mas em baquelite antideslizante), além de tambores (de metal em vez de madeira), molas de tração, roldanas, cordões múltiplos não extensíveis, volante de inércia etc. No Philco, um dos cordões tem laçada intermediária a aproximadamente um terço do comprimento: outro cordão precisa de nove voltas em torno do eixo de comando.

São detalhes aparentemente pequenos, mas que podem levar a insucessos na reparação de mecanismos de sintonia similares. São sistemas que não funcionarão adequadamente com improvisações. Uma volta a menos em um enrolamento pode levar à patinação no eixo; um centímetro a menos no comprimento de uma cordinha pode determinar o empenamento ou torção de um capacitor variável de montagem “flutuante”, por exemplo.

Podem provocar, igualmente, alteração na tração, impedindo uma sintonia suave e precisa. Erro no percurso do ponteiro é outra consequência possível. Neste e em muitos outros casos semelhantes, é imprescindível seguir rigorosamente as instruções contidas no manual de serviço do equipamento.

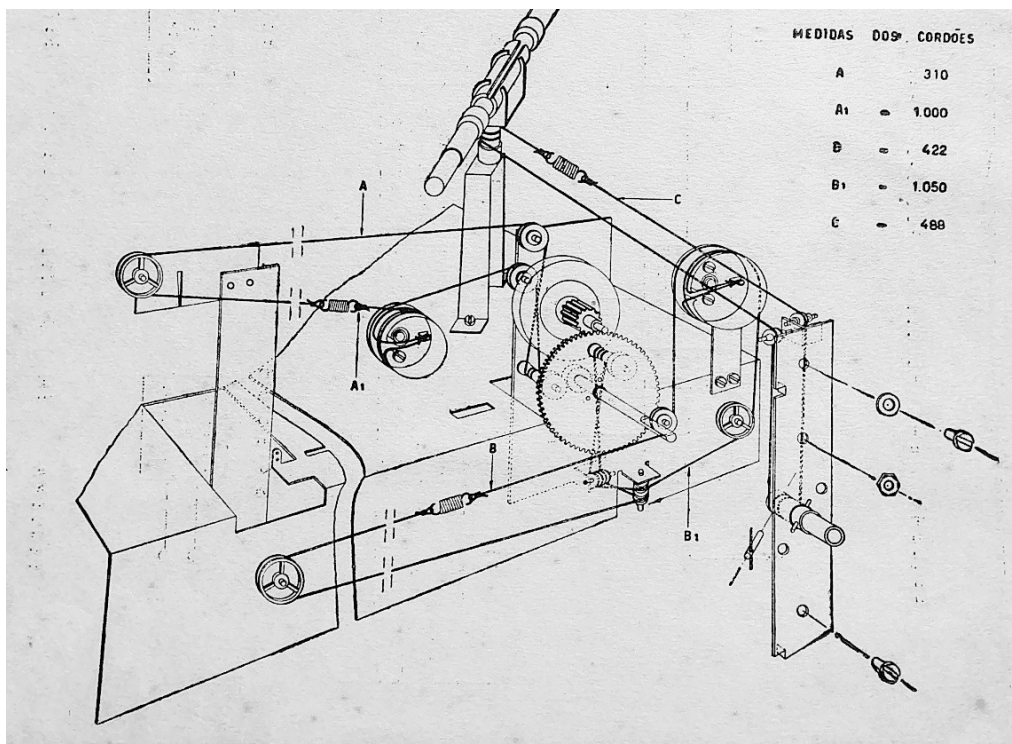


Figura 3. Em receptores mais sofisticados o sistema de sintonia incorporava polias e rodas dentadas, para maior precisão e suavidade no acionamento do capacitor variável e do ponteiro. Em alguns casos eram acoplados dispositivos extras, para melhorar a captação de sinal, através de giro da antena de ferrite, chave para comutação para antena externa etc. Diagrama do mecanismo do radiofone Philips de alta fidelidade, estereofônico, modelo FR780-A. O conjunto opera com cinco cordões diferentes, cujas medidas exatas estão especificadas na documentação de serviço.

A importância do cordão correto. O que poucos sabem é que em certos receptores do tempo dos valvulados eram adotados cordões de mostrador especiais, de nylon (poliamida, patenteada pela Dupont) trançado sobre fibra de vidro, de 0,7 e 1 mm de diâmetro. Esses eram os diâmetros e as características do “Dial Drive Cord”, um cordão de mostrador empregado pela RCA nos seus rádios, por exemplo. Por que era empregado o náilon sobre fibra de vidro? Simplesmente eram os melhores materiais de engenharia disponíveis na época.

Proporcionavam estiramento nulo ao cordão. Outros materiais eram muito elásticos. Existem substitutos modernos que mantêm as propriedades físicas necessárias: boa aderência mecânica (para não “patinar” nas polias e eixos) e estiramento zero.

Encontrar o mesmo produto da antiga RCA, de náilon trançado sobre fibra de vidro, não seria tarefa fácil atualmente. Teria sentido, provavelmente, apenas para as restaurações de rigor museológico. Cabinhos de fios finos de aço, trançados, também foram adotados. O objetivo era o mesmo: flexibilidade, com estiramento ou dilatação mínima.

No passar dos anos e pela evolução da indústria, os fabricantes de rádios passaram a adotar, integralmente, fibras sintéticas de engenharia, mais fáceis de produzir e que não sofriam fadiga térmica. São muito semelhantes na aparência aos cordões dos equipamentos valvulados antigos — e os sintéticos servem como equivalentes perfeitos. Os cordões atuais costumam utilizar polímeros termoestabilizados, de alta densidade, que garantem o estiramento zero, ou seja, não sofrem aumento do comprimento no uso.

Figura 4. Anúncio de época, da RCA, apresentando o “Dial Drive Cord”, de nylon e núcleo de fibra de vidro, de estiramento zero, nas bitolas de 0.028” (0,711 mm) e 0.040” (1,016 mm), para uso em mostradores. Por que a característica antiestiramento é importante? Nos rádios valvulados a temperatura é mais elevada: fios comuns, monofilamento, como os de pesca, amolecem e se tornam elásticos, o que deve ser evitado. Há cordões de dial modernos de fibras sintéticas especiais, de excelente desempenho para a função.



Onde podem ser encontrados cordões para mostradores na atualidade? São poucas as lojas de componentes eletrônicos nacionais que dispõem do produto específico para mostradores em seu estoque.

Cordões de dial modernos, de poliéster ou polietileno trançado, multifilamentos, podem ser encontrados em lojas de pesca. Dê preferência para as linhas de pesca de alto desempenho, feitas com fibras como **Dyneema** ou **Spectra**, de 1 a 2 mm de diâmetro. Um passeio por uma loja de pesca esportiva poderá revelar excelentes cordões para emprego em mecanismos de sintonia de rádios antigos. Pesquise por **linhas multifilamentos**. Para pesca com mosca (*fly fishing*), há boas opções nas linhas empregadas como *backing*.

A linha chamada *backing* é um cordão de alta resistência utilizado como reserva no molinete, enrolado diretamente sobre o carretel. Geralmente é trançada em **Dacron**, uma fibra de poliéster. Há também *backings* feitos em polietileno trançado.

O backing é a primeira linha a ser enrolada no molinete para pesca com mosca. São produtos de ultra-alto peso molecular, possuem diâmetro uniforme, apresentam boa flexibilidade e resistência a desgastes, não apodrecem nem são atacados por fungos. São resistentes à abrasão e apresentam estiramento mínimo. Linhas de náilon comuns, monofilamento, como as antigas de pescaria, não servem: dilatam-se e estiram-se, sob tração, em ambientes aquecidos como os do interior de um rádio valvulado.

Outra opção, disponível em lojas especializadas em modelismo e sistemas de automação de precisão, é o cordão de Kevlar (aramida) revestido. O núcleo do cordão é mineral/sintético, de alta engenharia, recoberto com náilon trançado. Oferece estiramento nulo, bom *grip* (aderência) em eixos e polias, além de excelente resistência.



Figura 5. Um passeio em uma loja de materiais de pesca esportiva poderá revelar excelentes alternativas de cordões, em termos de resistência ao desgaste, ótima durabilidade e baixíssimo alongamento – para uso em sistemas de sintonia de rádios antigos. Da área da pesca também podem ser aproveitados ótimos nós para cordões dos mecanismos de sintonia.

Outros locais onde podem ser encontradas opções interessantes para a substituição de cordões antigos de mostradores, são as de artigos para estofaria, cutelaria e sapatarias. Pergunte por “linha de poliéster trançado” ou por “cordonês”, como o produto é conhecido pelo pessoal desses ramos. Cordões idênticos aos de antigamente são de disponibilidade difícil. No próprio balcão da loja, esticando-se a linha sintética entre as mãos, pode-se verificar se apresenta baixo estiramento.

Os primeiros cordões de sintonia eram, quase sempre, em algodão encerado. Fibras sintéticas como o Dacron trançado possuem uma textura levemente áspera, que se aproxima bastante dos cordões de sintonia de outrora. Alguns fabricantes de linhas de fibras sintéticas produzem materiais com diâmetros, textura superficial e cores praticamente idênticos aos cordões de dial dos velhos tempos. A textura levemente áspera do Dacron (e fibras sintéticas semelhantes) é importante para que o cordão apresente o atrito necessário nos eixos e polias, para evitar que “patine”.



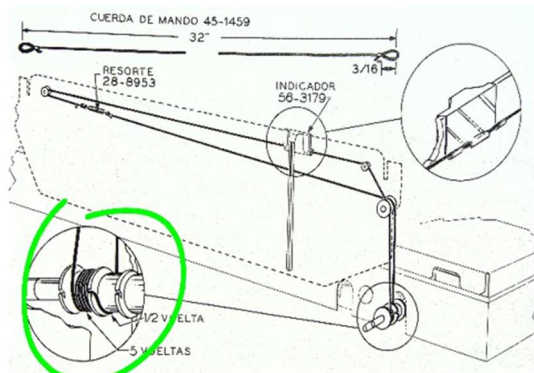
Figura 5. Alguns tipos de “cordinhas de dial” tradicionais, de poliamida (náilon) e poliéster. No carretel do centro está um cabinho de fio fino de aço trançado, que também foi empregado nos mostradores de rádios antigos. Nos rádios antigos, valvulados, frequentemente o cordão era nas cores preto ou marrom. Nos rádios transistorizados os fabricantes passaram a adotar predominantemente cordões de cor branca.

Os problemas com linhas que apresentam “elasticidade”. Frequentemente o cordão do receptor estará rompido ou puído. Quando se torna necessário substituir o cordão original, alguns detalhes precisam ser levados em conta. O cordão antigo foi desenvolvido e testado na aplicação. O substituto precisa reunir as mesmas características do original, principalmente a resistência à tração, ponto de ruptura, estiramento nulo, resistência à abrasão, coeficiente de fricção relativamente alto, além de boa durabilidade, isto é, a capacidade de se manter íntegro, flexível, funcional.

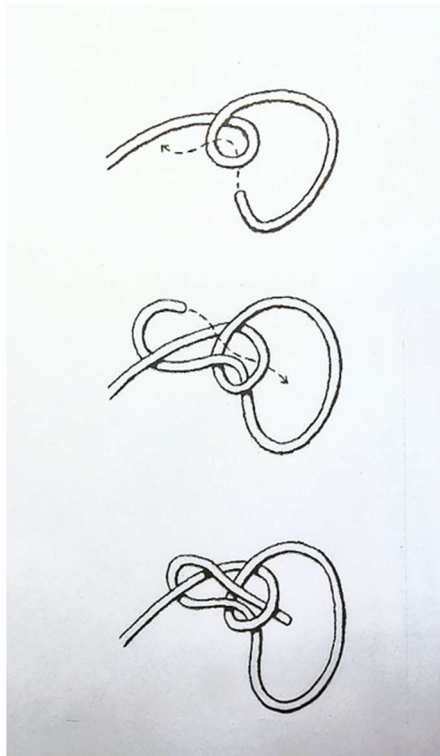
Nem todo cordão sintético é ideal. O diâmetro, por exemplo, nos cordões atuais é menor. Assim, é preciso verificar se o substituto, mais fino, não patinará no eixo de sintonia ou se não escorregará no leito de certas polias lisas. Melhor será adotar, daí, um cordão com uma bitola ligeiramente maior, digamos 1,5 ou 2 mm de diâmetro, se o original tinha, supostamente, 1 mm.

Bem antigamente os fabricantes utilizavam cordões de algodão ou seda impregnados com cera, breu, parafina, amido etc. Adotavam polimentos ou outros tratamentos superficiais, cuidadosamente escolhidos para fornecer um coeficiente de atrito específico, para garantir o funcionamento, com fricção suficiente, no eixo de comando.

Alguns cordões, especialmente para uso em equipamentos militares, eram também impregnados com compostos químicos durante a manufatura, com o objetivo de melhorar o desempenho do produto, mantendo a flexibilidade adequada, ou para não formar fiapos ou pelos soltos. Para as áreas de costura, tecelagens ou de sapataria, tais tratamentos nos cordões recebiam o nome de mercerização. Até hoje fibras mercerizadas são sinônimo de linhas de qualidade.



Figuras 6 e 7. Em alguns modelos de rádios antigos, como o Philco da ilustração acima, eram utilizados ressaltos com sulcos no comando de sintonia, para “travamento” do cordão e para evitar que este patinasse no eixo. Por desconhecimento de detalhes semelhantes, muitas restaurações não funcionam satisfatoriamente. Da pesca e do escotismo aproveitamos o nó que aparece ao lado. Esse tipo de laçada de terminação de cordões pode ser adotado nas molas de tensionamento, junto ao tambor do capacitor variável ou em outros pontos de ancoramento.



Para restaurações de caráter histórico ou museológico, muitos especialistas em receptores antigos ainda preferem utilizar cordões de algodão mercerizado, pois sua textura, coeficiente de atrito e aparência são muito próximos dos empregados originalmente. Linhas mercerizadas em várias cores e diâmetros podem ser encontradas em lojas de aviamentos, chamadas antigamente de armarinhos. Lojas de aviamentos comercializam materiais usados em vestuário e artesanato.

Em restaurações fiéis, a escolha cuidadosa do material de encordoamento dos mecanismos de sintonia ajudará a preservar o comportamento de certos mecanismos de sintonia que foram dimensionados tendo em vista as características mecânicas dos cordões de algodão disponíveis na época.

Mesmo levando-se em conta que materiais modernos como poliésteres trançados (Dacron) possuem resistência superior e apresentam alongamento zero, a preservação histórica é importante.

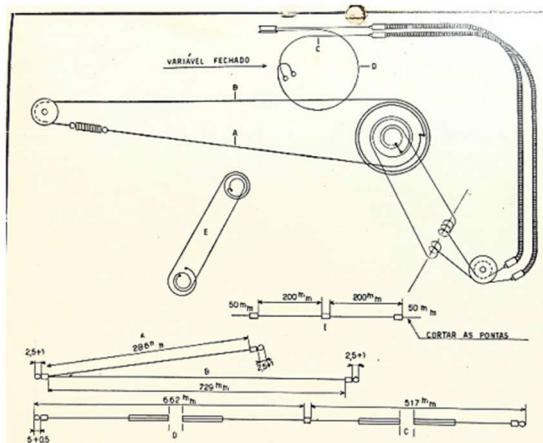
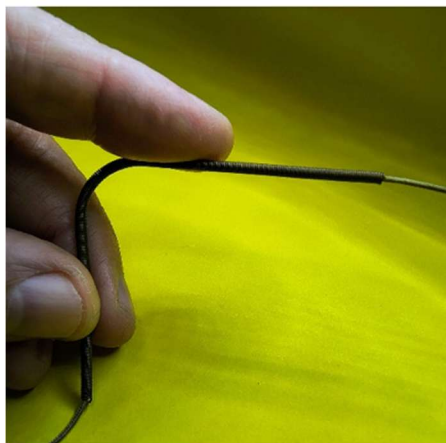
A **mercerização** é um tratamento químico desenvolvido pelo químico inglês John Mercer em 1844. Consiste em tratar fibras ou tecidos de algodão com uma solução concentrada de hidróxido de sódio (soda cáustica) geralmente sob tensão mecânica. Após o tratamento a fibra de algodão sofre alterações permanentes, como maior resistência à tração mecânica, boa resistência ao desgaste, melhor absorção de corantes etc.

Desde os tempos de antigamente tornou-se famoso o **brim mercerizado**, um tecido de algodão melhorado, de elevada gramatura, resistência e durabilidade, empregado na confecção de vestimentas para trabalho pesado.

Por que falamos sobre isso? Em restaurações não basta entender de eletrônica antiga. É preciso também conhecer a fundo os materiais e componentes empregados nos equipamentos da época.

Em meras reparações ou recuperações, basta colocar o equipamento antigo novamente em funcionamento. Já em restaurações autênticas de aparelhos históricos, importa conhecer a fundo as peças que compõem a obra, para preservar tanto a **funcionalidade** da peça, quanto a sua **originalidade**.

É preciso que o serviço executado não somente funcione, mas que seja correspondente às técnicas e materiais da época. Como já apontamos em artigos anteriores, aqui mesmo em ANTENNA, a qualidade de uma restauração engloba não apenas o conjunto: está nos detalhes. Um parafuso moderno num aparelho antigo; um cordão moderno, cor néon, em um receptor clássico, são detalhes que tiram o brilho de um trabalho que deveria preservar ao máximo a originalidade histórica — para fazer jus à denominação **restauração**.



Figuras 8 e 9. Em marcas europeias frequentemente eram utilizados tubinhos flexíveis, espiralados, de aço ou latão, para a condução de cordões em ângulos/planos diferenciados, em vez de polias. No diagrama aparece como era o sistema de quatro cordões para o funcionamento do aparelho FR768-A, que foi um dos equipamentos de topo da Philips do Brasil. O chassi do aparelho é o que aparece na figura 1 do presente artigo.

Conhecimento, prática e paciência — muita paciência. A restauração de um sistema de sintonia de um receptor antigo não é tarefa para afoitos ou oidartécnicos — os radiotécnicos às avessas. Requer informação, capricho no trabalho e uma boa dose de paciência. Os cordões do dial algumas vezes são bastante complicados. Outras vezes detalhes simples podem provocar falhas no funcionamento do mecanismo.

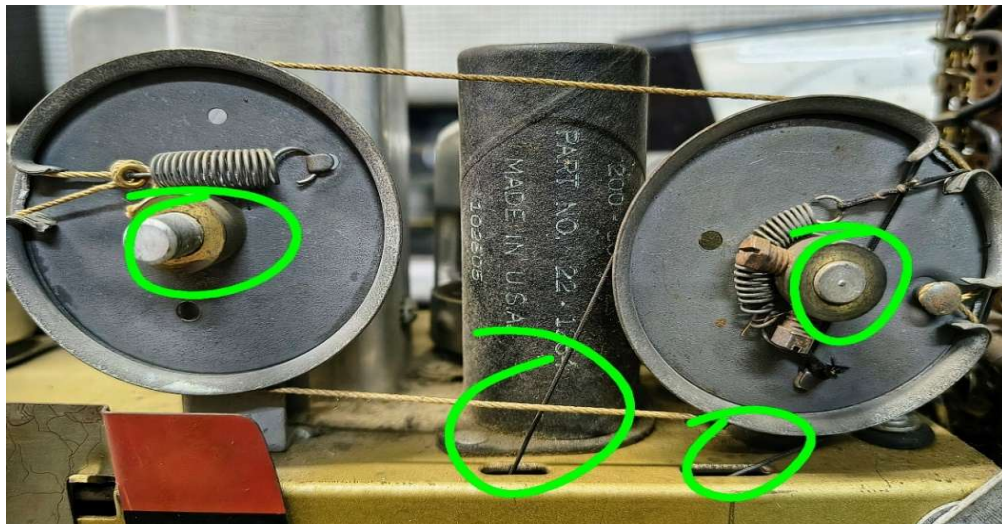


Figura 10. Sistema de sintonia de um Zenith Transoceanic modelo 8G005TZ1, de 1948. É um sistema simples, com apenas duas polias e um eixo de comando, mas observe que um dos cordões originais é de algodão trançado, provavelmente mercerizado (vide o texto). Desalinhamentos mínimos entre a polia e o tambor do capacitor variável provocam atrito entre os cordões e entre estes e o chassi. As terminações dos cordões são com pequenos ilhoses grimpados.

Não basta ter o esquema. Muitos diagramas esquemáticos não têm qualquer instrução sobre o encordoamento do *dial*, sobre o acionamento do mecanismo do capacitor variável ou sobre a calibração do mostrador. É indispensável ter em mãos o manual de serviço do equipamento. Felizmente na atualidade temos novamente à disposição o extraordinário acervo que era da extinta **Esbrel, Esquemateca Brasileira de Eletrônica**, totalmente restaurado e digitalizado, em um admirável trabalho do nosso colega **João Rubens Mano**, o “Manorc”. Contatos para o encaminhamento de pedidos de cópias de manuais e esquemas:

João Rubens Mano, Manorc
WhatsApp 051 99731 1158
Email: manorc1@manorc.com.br

No acervo que era da antiga Esbrel (mais de 30 mil documentos) há manuais técnicos sobre equipamentos americanos, europeus e brasileiros, principalmente. Na internet estão disponíveis também publicações específicas com diagramas de cordões de mostradores de rádios, em PDF. Abrangem rádios de marcas americanas, especialmente de antes da Segunda Guerra: são centenas de modelos. Vale a pena consultá-las sempre. Aqui estão links de acesso para duas dessas publicações famosas, da **Photo-fact**:

<https://www.worldradiohistory.com/BOOKSHELF-ARH/Technology/Sams-Books/SAMS-Dialcord-Stringing-Guide-DC-1-1948.pdf>

<https://www.worldradiohistory.com/BOOKSHELF-ARH/Technology/Sams-Books/SAMS-Dialcord-Stringing-Guide-DC-2-1950.pdf>

Tensão insuficiente ou demasiada no cordão prejudica a operação adequada do mecanismo de sintonia do receptor. Cordão frouxo “patina” em polias e eixos de acionamento, por falta de fricção adequada. Cordão frouxo também resvala para fora de polias não chanfradas ou texturizadas.

O cordão precisa ser da bitola e do tipo corretos. Cordão frouxo pode ser resolvido encurtando-se o seu comprimento ou encurtando-se a mola de tração. A tensão correta nos cordões ajuda a eliminar, igualmente, o **backlash** ou folga na sintonia.

Figura 11. É recomendável que os cordões sintéticos tenham as pontas arrematadas. Podem ser chamuscadas em uma chama, para que não desfiem. As pontas de cordões de fibras naturais podem ser acabadas embebendo-as ligeiramente em uma gotícula de cola. Pontas perfeitamente arrematadas, sem fiapos, facilitarão o enfiamento do cordão nos tubinhos flexíveis como os adotados nos aparelhos Philips.



O efeito *backlash* é um dos problemas mais incômodos que ocorrem nos mecanismos de sintonia. É a folga mecânica entre o botão de sintonia e o acionamento do capacitor variável. Essa folga faz com que o conjunto ponteiro/variável não mude imediatamente quando se gira o botão de sintonia. A sintonia “balança”, fica imprecisa, não se consegue “cravar” exatamente o sinal da estação. O problema é mais frequente nos sinais de ondas curtas, quando o acionamento preciso do capacitor variável é mais crítico.

Cordão com elasticidade pode ser uma das causas do efeito da “folga” na sintonia. Sinais de ondas curtas estão mais “amontoados” nos mostradores dos rádios antigos, tendo a sua sintonia fina prejudicada por cordões que se alongam ao serem tracionados.

Explicando melhor: em ondas curtas as estações estão separadas às vezes por fração de milímetro no dial. Qualquer milímetro de deformação em uma linha elástica pode fazer com que uma estação “suma” ao se soltar o botão de sintonia. Usar linhas comuns de náilon, improvisadas como cordões de sintonia, é um erro comum, nesses casos. Elas cedem ao serem tracionadas pelo mecanismo do dial. A linha incorreta funciona como uma mola parasita no sistema.

O peso dos volantes. Rádios antigos também geram muito calor internamente, em virtude das válvulas, resistores de potência e transformadores de força. Os cordões tradicionais podem mudar de comprimento em função da umidade do ar e da temperatura interna do gabinete. Esta foi uma das razões que levaram empresas como a Philips a adotarem fios ou cabinhos de aço em alguns mecanismos de sintonia. O aço possui um coeficiente térmico baixo, mantendo o ponteiro calibrado tanto com o rádio frio quanto após horas de uso.

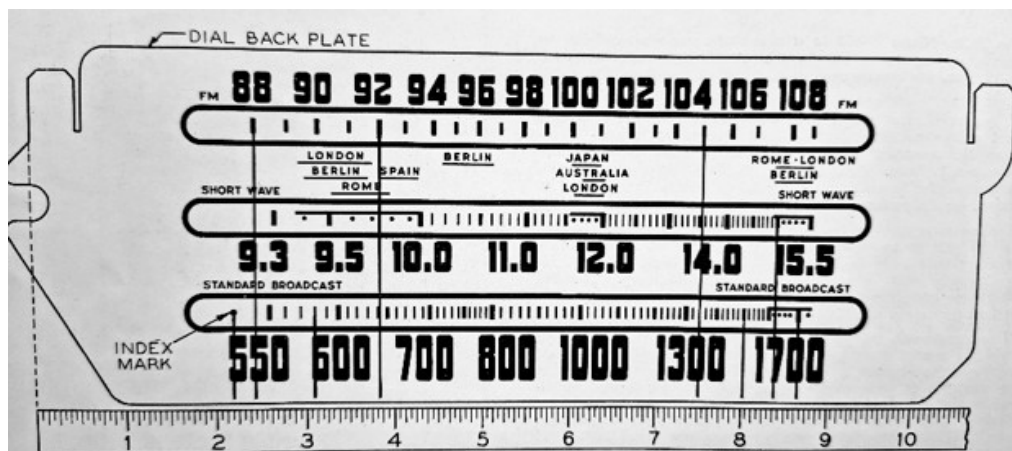


Figura 12. Fabricantes como a RCA e a Philco forneciam informações para que se fizessem marcas, a lápis, utilizando uma régua, na chapa metálica de fundo, situada atrás do mostrador. As marcas serviam de referência para o posicionamento correto do ponteiro e auxiliavam, igualmente, no alinhamento de RF. Em muitos modelos, o técnico perdia a referência visual do mostrador externo de vidro. O ponteiro continuava preso ao mecanismo de sintonia, no chassi, porém a escala graduada normalmente permanecia montada no gabinete. O procedimento facilitava o trabalho de alinhamento da sintonia, com o chassi sobre a bancada. Facilitava também na linha de produção, na fábrica: o ajuste do mecanismo de sintonia e a calibração do aparelho podiam ser realizados antes da instalação definitiva do rádio no gabinete. O alinhamento inicial com a escala externa era feito com o capacitor variável completamente fechado ou aberto, quando o ponteiro deveria coincidir com o “index mark”, a marca indicadora.

O aço e certos tipos de materiais de cordões, no entanto, podem não apresentar a fricção ou “aderência” necessárias contra eixos de metal liso ou certas superfícies de polias. Daí eram escolhidas polias de fibra com leitos texturizados e/ou molas de alta pressão nos tambores dos variáveis. O objetivo era, para maior precisão mecânica na sintonia, conseguir estiramento de zero por cento.

A engenharia da Philips sabia que um estiramento mecânico microscópico de apenas 0,5 mm no cordão podia representar uma variação de dezenas de quilohertz, na sintonia de sinais nas faixas mais elevadas de ondas curtas, por exemplo, levando o usuário a “perder” totalmente a estação ou a sintonizá-la muito longe de onde o mostrador indicava. O aço resolvia essa sensibilidade crítica.

Um outro mecanismo de sintonia interessante, muito adotado nos modelos europeus de topo, era o do volante de inércia. Em inglês é denominado de *flywheel*. Os volantes da Philips eram de ferro fundido no eixo de comando. Em certas marcas de receptores nacionais o volante era de chumbo. A sintonia com volante acoplado ao eixo proporciona uma sensação luxuosa e suave ao se girar o botão de sintonia. Você pode inclusive girar o botão com força e ele continua rodando sozinho por certo tempo.

Nos mecanismos com volantes pesados no eixo de sintonia, mais importante ainda se torna a adoção do tipo correto da linha do mostrador.

Cordinhas comuns se rompem facilmente. Linhas de náilon comuns, monofilamento, sofrem fadiga: são demasiadamente elásticas. A solução empregada em muitos modelos de receptores, especialmente nos radiofonógrafos de luxo, foi o cabinho de aço: suporta essa força sem se romper — e sem sofrer deformação.

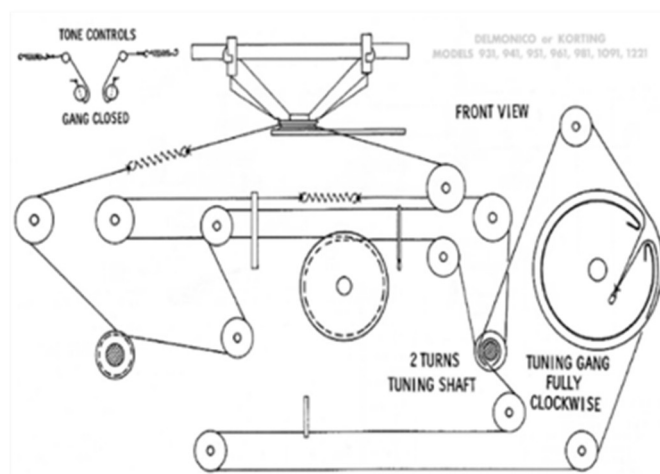


Figura 13. Ao lado, mecanismo de rádio alemão Körting-Delmonico: cordões acionam o capacitor variável, antena de ferrite e controles de tonalidade. Alguns técnicos acham que é “barbada, coisa para principiantes”. Nem sempre é assim. Existem aparelhos onde uma tarefa aparentemente simples, de substituição de cordão rompido, representa enfrentar um intrincado sistema de polias, roldanas, molas, cruzamentos e voltas capazes de “demolir paciência de sacristão”!

O fio da meada. A eletrônica termiônica atravessou o tempo e hoje desfruta de um verdadeiro renascimento, no mundo todo, impulsionado pelo interesse crescente em equipamentos clássicos. Nos serviços de restaurações e reparações em determinados rádios antigos, ao contrário do que muitos imaginam, reinstalar um cordão de sintonia não é um exercício de improvisação. Gambiarras não funcionarão satisfatoriamente.

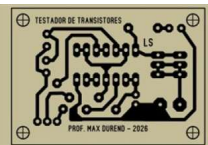
Cada fabricante desenvolveu seu próprio sistema de transmissão mecânica, provavelmente após muito tempo de projetos e experimentações, com percursos específicos, número exato de voltas no tambor, diâmetros de polias, tipos de cordões e molas tensores, sentido dos enrolamentos etc.

Os diagramas produzidos pelos fabricantes economizarão ao técnico muitas horas de trabalho e evitarão tentativas baseadas em adivinhações — que frequentemente terminam em frustrações.

Com paciência e competência, o restabelecimento do funcionamento perfeito de mecanismos de sintonia, deixa de ser um “inimigo” e passa a ser um desafio fascinante. Até o próximo giro no dial, pessoal!



FAZENDO CIRCUITO IMPRESSO COM PAPEL TRANSFER POR PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA TÉRMICA PARTE 02



Max Durend*

Na primeira parte deste artigo, mostrei o processo de transferência térmica utilizando o papel transfer e comecei a descrever as etapas de confecção de uma PCI. Nesta segunda parte, irei descrever os processos de corrosão e a etapa de perfuração das PCIs e, por fim, os tipos de acabamentos que podemos aplicar à placa confeccionada, a fim de proteger a camada de cobre contra a oxidação. Então, vamos lá!

► **QUINTA ETAPA - CORROSÃO DA PLACA (ETCHING):**

O objetivo do processo de corrosão é remover o cobre que não está protegido pela transferência térmica, ou seja, do desenho do layout, ficando após este processo somente o desenho desejado, que representa as diversas ligações dos diversos componente que compõem o circuito.

Diversos produtos químicos podem ser utilizados para remover o cobre da superfície da placa, como, por exemplo, o percloroeto ou cloreto de ferro (mais comumente utilizado), o persulfato de amônio, solução de ácido Clorídrico (HCL) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ácido nítrico, dentre outros. Dos produtos químicos que podem ser utilizados, os mais comuns e conhecidos são, certamente, o percloroeto de ferro e a solução de ácido clorídrico + peróxido de hidrogênio (água oxigenada).

Vamos analisar as vantagens e desvantagens de cada tipo.

• **PERCLORETO DE FERRO OU CLORETO DE FERRO:**

O percloroeto de ferro, ou cloreto de ferro, ($FeCl_3$) é, sem dúvida nenhuma, o produto químico mais utilizado em corrosão de PCIs. Esta substância é, na verdade, um sal inorgânico. Ele é formado pela união de ferro com cloro e apresenta diversas aplicações industriais, dentre as quais a corrosão de metais como o cobre. É mais conhecido comercialmente como PERCLORETO DE FERRO e pode ser encontrado em pó ou em líquido (diluído em água). Quando em pó, precisa ser diluído em água antes de ser usado. Quando em líquido, pode ser utilizado imediatamente na corrosão de PCIs.

O produto se apresenta na cor marrom e é um composto químico altamente corrosivo e oxidante. O percloroeto de ferro suja e mancha superfícies e oxida diversos tipos de metais. Por ser de coloração escura, dificulta a observação da corrosão da PCI, precisando que a placa seja retirada da solução periodicamente para se observar o estágio do processo. A melhor opção é adquirir a solução já pronta para uso (diluída em água a uma concentração adequada). A concentração ideal é a partir de 38% sendo comum concentração de 42%. A substância pode ser adquirida em embalagens de 500 ml até galões de 5 Litros.

Uma solução a 42% significa que há 42 g de soluto (a substância dissolvida) para cada 100 ml de solução no total.

***Professor de Eletroeletrônica formado pela FABES - Liceu de Artes e Ofícios (RJ) e Técnico em Eletrônica.**

O percloroeto de ferro em pó precisa ser dissolvido em água. Observe as recomendações da embalagem do produto, ou seja, em quantos litros o pó deverá ser dissolvido. Normalmente, a proporção é de 250 g para um litro de água.

Alguns cuidados devem ser observados durante este processo de dissolução. **Nunca** jogue água sobre o percloroeto. O percloroeto reage violentamente neste caso, respingando para todos os lados. Dilua sempre o pó na água, misturando devagar até dissolver todo o pó. Utilize uma vareta de madeira ou plástico. Nunca utilize objetos metálicos. Lembre-se que o percloroeto ataca e corrói ou mancha objetos metálicos.

Durante este processo a substância produz vapores que não fazem bem para saúde. Evite respirá-los diretamente. Realize o processo de dissolução em ambientes arejados. Além disso, a substância aquece bastante. Isso é denominado de **reação exotérmica** sendo que a temperatura da substância pode chegar a 80°. Por isso, utilize um recipiente de plástico ou de vidro resistente ao calor. Devido a essa reação exotérmica é que a corrosão da primeira placa é sempre mais rápida, pois a solução está aquecida, o que acelera a corrosão.

O percloroeto de ferro é **HIDROSCÓPICO**, ou seja, absorve umidade muito rapidamente, e consequentemente se dissolve naturalmente. Por isso, ao abrir a embalagem dissolva imediatamente todo o produto em água, pois o mesmo exposto ao ar absorve umidade e se dissolve sozinho (se liquefaz). Não guarde restos de percloroeto para dissolver depois, pois você poderá ter uma surpresa desagradável ao abrir novamente a embalagem.

Normalmente, o tempo de corrosão pode variar de 10 a 25 minutos. Uma forma de acelerar o tempo de corrosão é mexer constantemente o recipiente com a solução e a placa fazendo uma agitação na solução. Deve-se mergulhar a placa com a face cobreada virada para baixo dentro da solução, ou ainda com a face para baixo suspensa na solução. Também utilize recipientes plásticos ou de vidro para mergulhar a placa de acordo com o tamanho da placa a ser corroída.

Apesar do percloroeto não ser agressivo com a pele humana, pessoas com tendências a alergias devem evitar o contato direto com a substância. De preferência, utilize luvas de látex. O contato do percloroeto com a pele deixa a pele amarelada e o respingo acidental da substância em mármore e outras superfícies mancham as mesmas de uma cor marrom amarelado. Se cair sobre a roupa, o percloroeto irá manchá-la. Trabalhe sempre com roupas velhas ou avental de proteção. Uma vez manchada a roupa, a única maneira de remover a mancha é utilizar tira manchas do tipo **Semorin Tira Ferrugem** produto a base de ácido oxálico diluído. Para mais informações sobre o produto visite o site oficial: <https://semorin.com.br/produtos/>.

Outra forma de acelerar o processo de corrosão é aquecer o percloroeto em banho-maria. Além disso, fazer a corrosão da placa na vertical e borbulhar ar na solução também acelera a corrosão. Outra solução interessante é acrescentar uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio ao percloroeto de forma a oxigenar a solução.

Existem tanques para a corrosão de placas que possuem um aquecedor, um termômetro (para assegurar que a temperatura do percloroeto não ultrapasse 70°) e uma bomba de aquário que borbulha ar na solução. Esses tanques são denominados de **BUBBLE ETCHING TANK** (tanques de corrosão com borbulhas). Existem diversos vídeos na internet mostrando a construção artesanal destes dispositivos.

Observe a figura 02, onde mostro um tanque comercial de corrosão e uma versão caseira deste dispositivo.



Figura 01-A – Apresentações comerciais do percloroeto de ferro na forma líquida, Embalagens de 1 Litro e 5 Litros (Galão)



Figura 01-B – Apresentação comercial do percloroeto de ferro em pó. Embalagens de 150g, 250g e 1kg

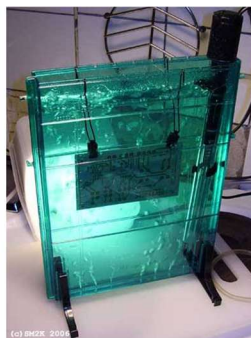


Figura 02 – Versões comerciais de tanques de corrosão e versão caseira feito em acrílico. Note que a corrosão da placa é feita na vertical.

O percloroeto de ferro dura bastante tempo. E pode ser reutilizado inúmeras vezes. Após o uso, deve-se armazená-lo em uma embalagem (recipiente de plástico). Utilize um funil para colocar a substância novamente no frasco.

Com o tempo, o percloroeto perde sua força de corrosão. Isso corre devido a quantidade de cobre dissolvido na solução. Quando a tempo de corrosão de uma placa ultrapassar 45 minutos é melhor descartar esta solução e fazer uma nova, pois certamente, a mesma está muito fraca. Observe que o percloroeto não enfraquece com o tempo, mas sim, com o uso! Para descartar a solução, pode-se despejá-la no ralo do tanque com água corrente ou no vaso sanitário, dando bastante descarga.

• SOLUÇÃO DE ÁCIDO CLORÍDRICO + PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO:

Outra opção de corrosivo para placas de circuito impresso consiste de uma mistura de ácido clorídrico (HCL) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O ácido clorídrico por si só não ataca metais como o cobre, por isso, para que reaja dissolvendo o cobre da PCI, o mesmo precisa ser misturado com o peróxido de hidrogênio que nada mais é do que água oxigenada.

O Peróxido é um oxidante que catalisa a ação do ácido clorídrico, fazendo-o dissolver o cobre. Como ácido clorídrico no Brasil é uma substância de venda controlada pela Polícia Federal (PF) a solução é utilizar uma solução de limpeza denominada de **ÁCIDO MURIÁTICO** que é o nome comercial do ácido clorídrico. Trata-se de agente de limpeza altamente corrosivo, é ideal para limpezas pesadas, como remoção de resíduos de cimento pós-obra, manchas difíceis e crostas minerais.

O ácido muriático também é conhecido como **LIMPA-PEDRA**. Sua venda não é controlada e você pode achá-lo à venda em lojas de material de limpeza e lojas de material de construção. A concentração de ácido clorídrico no ácido muriático varia de 10 a 14%, o que é mais do que suficiente para corrosão de placas eletrônicas. Quanto ao peróxido de hidrogênio, apesar de não ser uma substância controlada, sua obtenção não é relativamente fácil. Pode ser comprado no Mercado Livre, porém é necessário negociar o frete, pois o ML não entrega este produto. Isso encarece o produto, pois é deve-se pagar uma transportadora pra entrega-lo ao consumidor.

O peróxido utilizado neste processo deve ser de 150 volumes (concentração de 35%) ou 200 volumes (concentração de 50%), ou seja, é uma água oxigenada 20 vezes mais forte do que as utilizadas em machucados e adquirida na farmácia. Uma solução é comprar em lojas que vendem produtos para piscinas, pois o peróxido é utilizado no tratamento de água de piscinas. Observe a figura 03, onde mostro estes dois produtos.



Figura 03 – Apresentações comerciais do ácido muriático e do peróxido de hidrogênio em embalagens de 1 litro e galão de 5 litros.

Ao contrário do percloroeto de ferro, a mistura de ácido muriático e água oxigenada é transparente, o que permite visualizar o estágio da corrosão da PCI. Porém, apesar da rapidez da corrosão (coisa em torno de 3 a 5 minutos), a mistura apresenta riscos ao usuário.

Primeiramente, a mistura quando em processo de corrosão gera gases tóxicos que não devem ser respirados diretamente. Ao contrário do percloroeto, essas substâncias são agressivas à pele, podendo provocar queimaduras sérias. Dito isso, a maneira correta de realizar a mistura é 1 parte de água da torneira, três partes de peróxido de hidrogênio e três partes de ácido muriático. Pode-se usar um copo medidor graduado de cozinha ou um copo Becker de plástico, ou de vidro, para medir as quantidades a serem misturadas.

Veja a figura 04.



Figura 04 – Exemplos de copos graduados de cozinha e Copos Becker graduados de plástico.

A solução deve ser misturada somente na hora do uso, pois misturá-la e guardá-la para uso posterior não funciona. Ela se neutraliza com o tempo. O uso também é único. À medida que a corrosão se desenvolve, a substância fica esverdeada devido ao cobre dissolvido e enfraquece rapidamente. Por isso, se for utilizar a mistura para corroer várias placas deve-se mergulhá-las todas de uma vez. Agitar a bandeja de corrosão também é uma forma de acelerar a corrosão.

- **SOLUÇÃO DE PERSULFATO DE SÓDIO E PERSULFATO DE AMÔNIO:**

Estas duas substâncias químicas também podem ser utilizadas para a corrosão de placas de circuito impresso.

O tempo de corrosão, em média, é de 20 minutos (não muito diferente do uso de perclorato de ferro), porém apresentam algumas vantagens em relação ao perclorato. A principal é que são substâncias transparentes, o que nos permite observar o estado da corrosão, além de serem ecologicamente mais limpas que o perclorato.

Para preparar a solução de persulfato de amônio para corrosão de placas de circuito impresso, (PCI) dissolva cerca de 200 a 220 g de persulfato de amônio ou de sódio por litro de água (ou 100 g para 500 ml). Misture até dissolver completamente em um recipiente de plástico ou vidro. Use água em temperatura ambiente ou morna (até 50 °C) para acelerar a dissolução. Nunca aqueça a solução acima de 60 °C, pois isso causa a decomposição do produto. A solução resultante é transparente e levemente azulada.

Lembre-se de utilizar luvas de **látex** ou nitrílicas e óculos de proteção. Evite contato com a pele pois estas substâncias são extremamente oxidantes.

Para agilizar o processo de corrosão com essas substâncias, pode-se:

- **Movimentar a solução:** Agite o recipiente constantemente durante a corrosão. O uso de uma bombinha de aquário para criar bolhas reduz drasticamente o tempo de corrosão.

- **Aquecer a solução:** Manter o banho levemente aquecido (em torno de 40 a 50 °C) melhora a reação química diminuindo o tempo de exposição da placa.

Tempo de corrosão: Com a solução recém-feita e aquecida o processo de corrosão do cobre leva em média 10 a 20 minutos dependendo da área da placa e da saturação da solução.

Essas foram algumas sugestões de substâncias químicas que podem ser utilizadas para promover a corrosão do cobre das PCIs. Após a corrosão, temos que remover a camada de toner depositada no cobre da placa. Para isso, podemos empregar diversos métodos. O mais simples e eficaz seria lavar a placa em água corrente e esfregá-la com uma palha de aço (Bombril), com ajuda de um detergente, e ir removendo toda a camada de toner até ficar somente o cobre. Esse é o método mais eficaz embora exija “braço” de quem está fazendo a placa. Outro método seria utilizar solventes tais como Thinner, acetona e descarbonizante. Estes produtos dissolvem o toner, permitindo que ele seja removido com um pano, estopa ou até com papel toalha ou higiênico.

O problema deste método é que, ao dissolver o toner, este pode manchar (escurecer) o material isolante da placa (fenolite ou fibra de vidro). Isso ocorre devido à micro porosidade do substrato. Na figura 05 temos os materiais solventes citados.



Figura 05 – Materiais solventes que podem ser utilizados para remoção do toner da placa após a corrosão.

► **SEXTA ETAPA – FURAÇÃO DA PLACA:**

Para furação das ilhas da PCI podemos utilizar alguns métodos, desde o mais simples ao mais sofisticado.

O método mais simples é a utilização de um furador manual de PCIs que se assemelha a um grampeador de papel, mostrado nas figura 06-A e 06-B. Este furador é fabricado pela **SUETOKU** (antiga Ceteisa). Consiste em uma alavanca que empurra um punção contra a praça e permite fazer furos de 1 milímetro de diâmetro.

O problema é que este tipo de furador só se presta para furar placas de fenolite e, no máximo, placas de composite. Perfurar placas de fibra de vidro (material de maior dureza) costuma entortar a ponta do punção, danificando o furador.



Figura 06-A – Aspecto físico do furador manual tipo “grampeador”

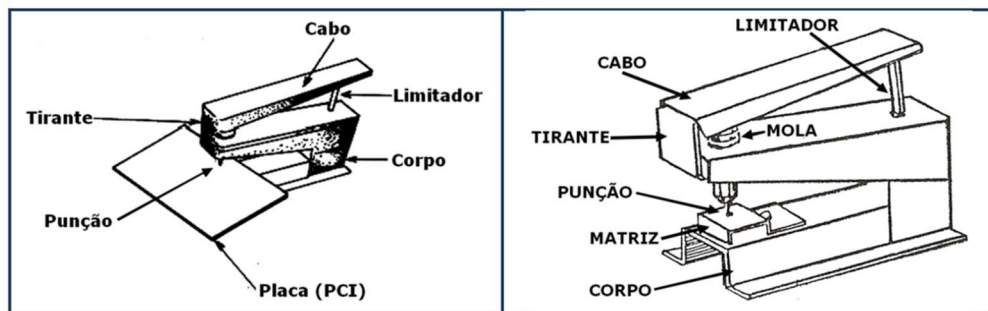


Figura 06-B – Estrutura e construção do furador manual

Outra forma de se furar manualmente consiste em utilizar-se um mandril manual (PIN VISE), que permite acoplar brocas de diversos diâmetros em uma ou em ambas as pontas do mesmo. O furo é feito posicionando-se a broca sobre a ilha e girando-se o mandril até perfurar a placa. Trata-se de um trabalho tedioso, pois é preciso fazer furo a furo. Veja a figura 07 onde mostro o mandril manual.



Figura 07 – Mandril manual (PIN VISE) e brocas que podem ser utilizadas com o mesmo. Normalmente, brocas com diâmetro de até 3,2 mm.

USO DE FURADEIRA ELÉTRICA (MÍNI DRILL E MICRO RETÍFICA):

Para a furação de placas de fibra de vidro a solução é a utilização de furadeiras elétricas. Porém, devido à natureza do trabalho, as furadeiras elétricas tradicionais não são as mais adequadas para a tarefa. Devido a delicadeza da furação, devemos utilizar as chamadas mini furadeiras, ou mini drills, ou ainda, em alguns casos, as micro retíficas.

Alguns exemplos de mini drills e micro retíficas podem ser vistos na figura 08.

O custo destas ferramentas pode variar de 70 reais a 150 reais. A mini drill da marca TOZZ, mostrada na figura abaixo, pode ser adquirida por uma faixa de 68 reais no Mercado Livre. Funciona com 12 volts e é bem potente para furar as placas (eu recomendo este modelo)



Figura 08 – Exemplos de mini drills disponíveis no mercado nacional (Mercado Livre). Ideais para perfurar PCIs

As mini drills utilizam sistema de mandril com pinças que devem ser mudadas de acordo com o diâmetro da broca utilizada. Vela a figura 09 que ilustra esse detalhe.



Figura 09 – Sistema de pinças utilizadas nas mini drills e também, originalmente nas micro retíficas.

Pode-se utilizar, também, micro retíficas para a furação de PCIs, embora elas sejam relativamente pesadas e desajeitadas para esse tipo de perfuração mais delicada.

Além do mais, a velocidade das micro retíficas é bem grande (iniciando em 5000 rpm) no que torna o manejo mais difícil. Elas devem ser utilizadas, de preferência, presas a suportes verticais, o que garante boa estabilidade e precisão no furo.

Alguns exemplos de micro retíficas podem ser vistos na figura 10, onde se destaca a micro retífica da marca DREMEL, que é a marca mais famosa neste segmento.



Figura 10 – Micro retíficas da marca DREMEL e outras menos famosas, mas de custo mais acessível e de boa qualidade.

A utilização de micro retíficas possui vantagens em relação a mini drills ,no que diz respeito à estabilidade da furação, quando utilizadas em suportes verticais.



Dependendo do tipo de broca utilizada na furação, é indispensável a utilização de um suporte vertical, a fim de garantir que não haja movimentos laterais, que poderiam partir a broca utilizada. Quando for utilizado micro retíficas para furação de PCIs é recomendado que você substitua o sistema de pinças por um mandril de aperto rápido, que apresenta uma série de vantagens com relação ao sistema de pinças, tais como: melhor excentricidade, facilidade de troca rápida de brocas de diversos diâmetros, dentre outras.

Figura 11 – Suporte para micro retífica DREMEL e mandril de aperto rápido.

Na figura 11 temos apresentado o suporte vertical Work Station 220 da DREMEL que, obviamente, só permite a utilização de micro retíficas da marca. Trata-se de um ótimo investimento para aplicações mais profissionais.

Na hora de adquirir o seu, você deve se atentar para a marca de sua micro retífica e, principalmente, o diâmetro do eixo, pois nem todas as micro retíficas são iguais. Os modelos mais vendidos são os:

- M7 → para eixos de 7,14 mm encaixa na DREMEL 3000, 4000 e Stylo.
- M8 → para eixos com diâmetros entre 7,6 e 8 mm; serve, normalmente, para as demais micro retíficas.

Outra opção é utilizar-se uma furadeira de bancada convencional com um mandril adaptador para permitir o uso de brocas pequenos diâmetros, ou então adquirir uma furadeira de bancada para trabalhos dedicados como mostrado na figura 12.



Figura 12 – Furadeira de bancada convencional – o mandril adaptador e furadeiras para placas de circuito impresso (PCI).

Diante de tudo apresentado, se você ainda quiser economizar, poderá montar sua própria mini drill. Se você tiver um motorzinho DC esquecido na sucata, recuperado daquela impressora velha ou vídeo cassete, poderá transformá-lo em uma furadeira eficiente para circuito impresso.

Para isso, você precisará adquirir um micro mandril compatível com o eixo do seu motor.



Figura 13 – Montagem do mini mandril ao eixo do motor para fazer uma mini drill.

É só adaptar o mandril e utilizar as bocas que quiser (até 3,2 mm). Veja a figura 13, onde podemos observar este arranjo. Para montá-lo, é necessário conhecer o diâmetro do eixo do motor para poder comprar o mandril que encaixe neste eixo.

Pronto! Uma vez montado o conjunto basta colocar a broca no mandril, basta alimentar o motor com sua tensão de trabalho e começar a furar a PCI!

AS BROCAS PARA FURAÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Existem dois tipos de brocas que podemos empregar para a furação da placa de circuito impresso e são elas:

- Broca helicoidal de aço rápido (**HSS - High Speed Steel**);
- Broca de Metal Duro (Carboneto de Tungstênio).

O primeiro tipo é ideal para utilização com mini drills, pois são mais flexíveis e resistem mais a movimento lateral durante o processo de furação. Porém, não realizam furos perfeitos deixando rebarbas ao redor da furação, criando a necessidade de lixamento da parte cobreada para removê-las, pois atrapalham o processo de soldagem dos componentes.

O segundo tipo (carboneto de tungstênio) são brocas desenvolvidas para trabalhar em máquinas CNC, que significa **Controle Numérico Computadorizado**. São máquinas que fazem fresamento e furações automáticas de acordo com uma programação. Estas brocas apesar de sua dureza são extremamente sensíveis a movimentos transversais durante a furação. Devido ao fato de se partirem com facilidade, estas brocas são recomendadas para uso com micro retíficas presas a um suporte vertical, não sendo muito adequadas ao uso com mini drills (a não ser que você tenha mão firme e não faça movimentos transversais bruscos durante a furação). Elas, ao contrário das helicoidais, fazem furos bem limpos e sem rebarbas no cobre.

Na figura 14 temos os aspectos físicos dos dois tipos de brocas apresentados. Note que a broca de metal duro possui um corpo com diâmetro diferenciado da parte da broca em si. Essa haste de sustentação tem um diâmetro padronizado de 3,175 mm, ou seja, 1/8 de polegada.



Figura 14 – Aspectos físicos dos dois tipos de brocas descritos.

O anel plástico (ou anel de profundidade/colar) nas brocas de metal duro para (PCB) serve principalmente para controlar a profundidade de perfurações e padronizar a fixação em máquinas CNC. Não existe uma padronização das cores com relação ao diâmetro da broca. As principais funções práticas deste anel são:

Controle de Profundidade: Ajuda os sistemas automatizados (furação CNC) a posicionar a broca com precisão micrométrica evitando que ela fure a mesa da máquina, ou seja, limita a profundidade da furação.

Identificação Visual (Cores): Muitas vezes a cor do anel indica rapidamente o diâmetro ou o tipo da broca, acelerando a troca e a organização nas linhas de montagem.

Para nós amadores, é praticamente, um enfeite!

Observe a figura 15, onde mostramos duas placas com furações feitas com broca HSS e com broca de metal duro.

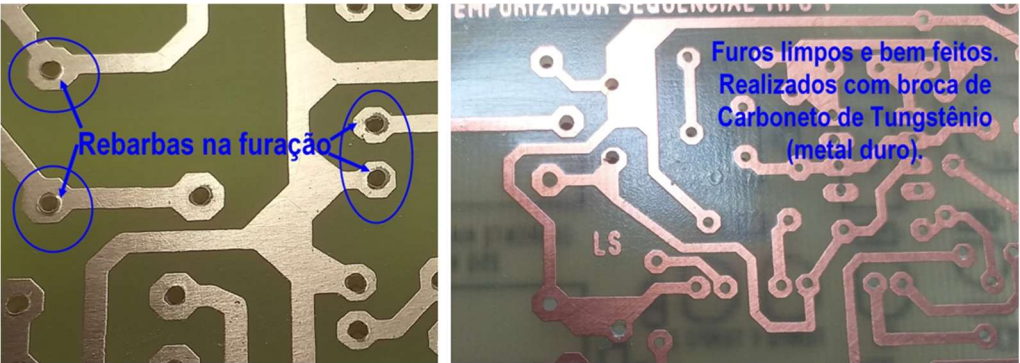


Figura 15 – Comparação de furações feitas com broca HSS (helicoidal) e broca de Carboneto de Tungstênio (Metal Duro) – À direita.

AS MEDIDAS DE FURAÇÃO DE CADA COMPONENTE NA PCI

Os terminais dos diversos componentes possuem diâmetros diferentes e, portanto, os furos das ilhas na PCI deverão ser feitos de acordo com cada tipo. Abaixo, temos uma tabela com os diâmetros mais comuns da furação para os componentes mais comuns.

COMPONENTE ELETRÔNICO	DIÂMETRO DO FURO RECOMENDADO
Resistores de 1/8 e 1/4 de Watt, Capacitores de Cerâmica e poliéster	0,8 mm
Circuitos integrados, LEDs, transistores de sinal (BC, BF e outros), Diodos 1N4148	0,8 mm
Resistores de 1 W, Diodos 1N4007, Transistores de potência (BDs e TIPs) Regulador de tensão (78xx 79xx LM317 LM337)	1 mm a 1,1 mm
Barra de Pinos Quadrados	1 mm a 1,10 mm
Bornes KRE Conectores DC Jack	1,3 mm a 1,5 mm
Outros componentes eletrônicos	Meça o terminal do componente com um paquímetro.

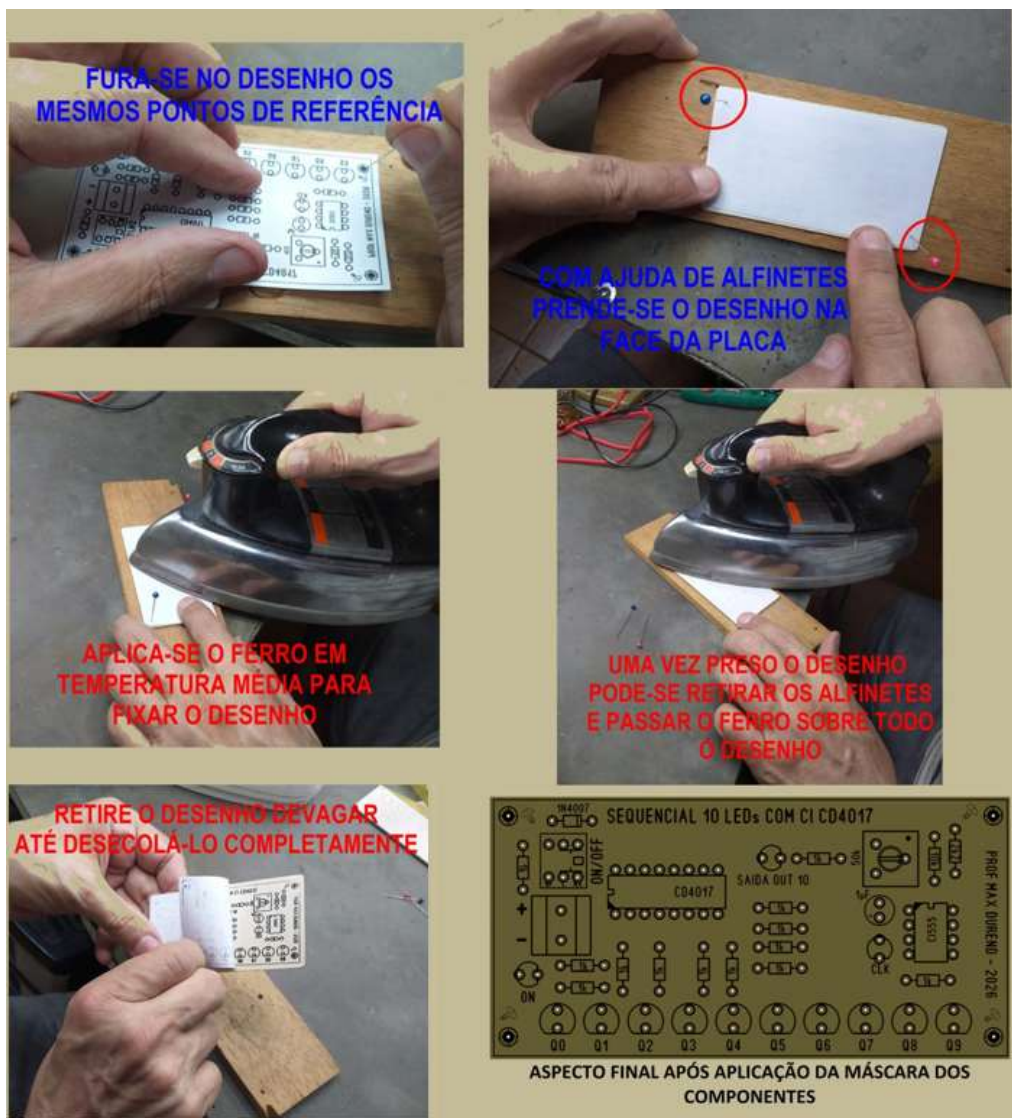


Figura 17- B – Sequência de como aplicara a máscara de solda na PCI utilizando furos de referência

► OITAVA ETAPA – ACABAMENTOS DA PLACA – VERNIZ E PRA-TEAMENTO:

Uma vez aplicada a máscara de componentes, podemos finalizar a confecção da placa aplicando uma camada de verniz protetor ou uma camada de prateamento nas trilhas do cobre. Isso é importante, pois, com o tempo, o cobre exposto ao ar tende a oxidar, ficando escurecido e dificultando a soldagem dos componentes.

Esse processo é relativamente rápido e começa assim que retiramos a camada de toner após a corrosão.

Existem diversos tipos de verniz, porém, para circuito impresso, o verniz deve formar uma camada de proteção para o cobre, mas não deve impedir ou dificultar a tarefa de soldagem dos componentes. Vernizes comuns formam uma camada de proteção, mas dificultam na hora da soldagem dos componentes. O verniz adequado deve ser escolhido de forma a evitar essa dificuldade. Existe no comércio nacional um verniz denominado de **ISOTEC** da fabricante **IMPLAS-TEC**, que foi desenvolvido especificamente para aplicações em placas de circuito impresso. Além de proteger o cobre contra oxidação, o verniz permite a soldagem dos terminais dos componentes nas trilhas de cobre sem dificuldade, além de possuir uma secagem muito rápida. Ele não é barato, custando em torno de R\$ 60,00 uma lata de aerossol de 300 ml, portanto, bem mais caro que vernizes em spray convencionais. Veja a figura 18 onde mostramos o verniz **ISOTEC**.



Figura 18 – Apresentações do verniz ISOTEC

Uma opção caseira e de baixo custo consiste em “fabricar” um verniz caseiro a base de breu e álcool. BREU é uma resina vegetal sólida obtida de árvores, tais como pinheiros. Veja a figura 19 onde mostramos seu aspecto físico. É largamente utilizado em tintas, vernizes comerciais, em cordas de instrumentos musicais, tais como o violino, e até na indústria alimentícia. A vantagem do verniz de breu e álcool além de seu baixo custo, é que ele atua como um fluxo natural, que facilita a soldagem. Para fazer este verniz precisamos de algumas pedras de BREU, que podem ser adquiridas no Mercado Livre, e de álcool isopropílico, álcool de cereais ou, pelo menos, álcool 92,8 GL. Álcool comum de limpeza contém muita água, o que, para a eletrônica, não é interessante. A mistura com álcool isopropílico evapora rapidamente, devendo a aplicação do verniz sobre a placa ser realizada de maneira mais rápida. As pedras deverão ser trituradas e transformadas em pó; a proporção ideal é de uma parte de breu para quatro partes de álcool. Por exemplo, para 50 gramas de breu devemos acrescentar 200 ml de álcool. É claro que esta proporção pode variar se você quiser um verniz mais viscoso ou mais líquido. Trata-se apenas de uma orientação (sugestão).



Figura 19 – Breu em pedra

Preparo passo a passo

- 1 - **Triture o breu:** Se você tiver o breu em pedra coloque-o dentro de um saco plástico grosso envolva com um pano e bata com um martelo até virar pó. As pedras de breu quebram-se facilmente.

- 2 - **Misture os ingredientes:** Em um vidro limpo e seco, misture o pó de breu com o álcool. A proporção ideal é de 1 parte de breu para 4 partes de álcool (conforme já citado).
- 3 - **Agite e dilua:** Feche bem o recipiente e agite vigorosamente por 1 a 2 minutos. Deixe a mistura repousar até o breu diluir por completo (um dia de descanso é suficiente). O líquido obtido é de cor amarelado escuro.

Para aplicar o verniz na placa utilize um pedaço de esponja ou então um pincel de cerdas macias, que deverá ser lavado imediatamente com álcool ou acetona (removedor de esmalte) ao final da aplicação – para evitar que as cerdas grudem (colem).

A secagem leva em média até meia hora para que não fique sensível ao toque (melado e grudento). Esse verniz é uma solução bem interessante e barata para proteger o cobre de placas de circuito impresso e também pode ser aplicado na máscara dos componentes para proteger contra descascamento do toner. Ao aplicar o verniz, faça-o em lugar ventilado.

O verniz deve ser guardado em um recipiente de vidro com uma boa tampa, pois o álcool tende a evaporar muito facilmente. Pode-se melhorar a vedação do recipiente colocando uma camada de plástico (saco plástico ou filmito) entre a tampa e o vidro para evitar que a mistura evapore. Se você sujar os dedos com o verniz é só lavar com álcool que o grude sai!

PRATEAMENTO: COMO PRATEAR AS TRILHAS DE COBRE.

O processo de prateamento não é igual ao estanhamento das trilhas. Neste caso, utilizamos um produto químico a base de nitrato de prata, que irá depositar uma fina camada de prata sobre o cobre. Vantagem do prateamento é que esta camada de prata demora mais a oxidar do que o cobre em contato com o ar, além de proporcionar um acabamento muito bonito na face cobreada da placa.

Um dos líquidos de prateamento comerciais que podemos utilizar é o **PRATASUL**, da fabricante de mesmo nome. O código desse líquido prateador é **DPC-056**. Veja a figura 20, onde mostramos o aspecto físico do produto. Esse líquido é utilizado para pratear barramentos de cobre em circuitos elétricos e pode ser utilizado para prateamento de PCs. A aplicação é feita da seguinte forma: deposita-se algumas gotas do líquido sobre o cobre da placa e com uma palha de aço (BOMBRIL) esfrega-se suavemente toda extensão do cobre, depositando-se uma fina camada de prata sobre ele. O BOMBRIL atua como fornecedor de elétrons, que inicia a reação química. Lá nas décadas de 70 e 80 esse produto prateador era vendido com o nome comercial de **PRATEX**.

Veja exemplo de aplicação na figura 21.



Figura 20 – Líquido prateador da PRATASUL (DPC-056)

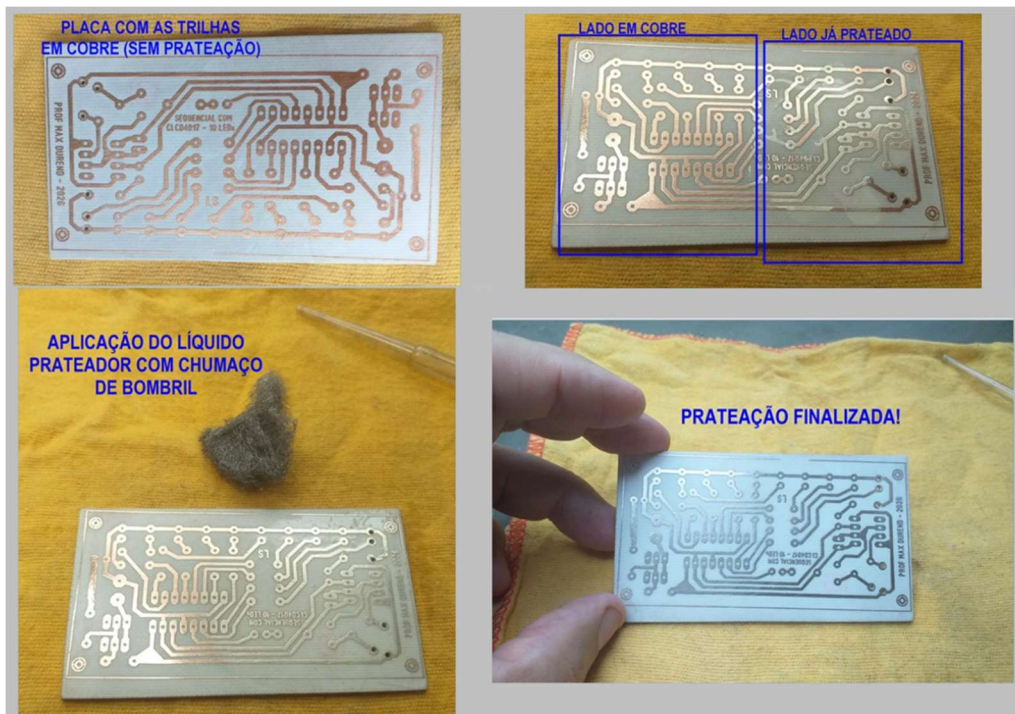


Figura 21 – Aplicação do líquido prateador nas trilhas de cobre da PCI

ESTANHAMENTO DAS TRILHAS:

Este método consiste na aplicação de estanho (solda) sobre todas as trilhas de cobre e é uma alternativa para a proteção das trilhas. Porém, como não se consegue controlar a espessura da deposição da solda sobre todas as trilhas a aparência final fica relativamente comprometida.

A aplicação se faz utilizando-se pasta de solda sobre as trilhas e, com o ferro de solda aquecido, aplica-se uma pequena quantidade de solda na ponta do soldador e vai-se espalhando a solda em toda a extensão do cobre.

No final, remove-se o fluxo deixado pela solda utilizando-se acetona ou solução de limpeza (**CLEANER**, por exemplo, da **IMPLASTEC**).

Pode-se, também, fazer uma limpeza da placa com álcool isopropílico e **VEJA** Multiúso utilizando-se um pedaço de palha de aço. Esfregue suavemente, para não arrancar o estanho depositado nas trilhas de cobre. Este método é particularmente interessante para aumentar a espessura de trilhas de cobre que são percorridas por correntes elevadas, aumentando a sua capacidade de condução.

Veja os produtos citados na figura 22.

Algumas dicas podem ser vistas no link a seguir:

https://www.py2bbs.qsl.br/pci_toner.php#gsc.tab=0.



Figura 22 – Materiais utilizados na limpeza da placa após a estanhagem das trilhas.

CONCLUSÃO:

O objetivo deste artigo foi mostrar a utilização do papel transfer na confecção de placas de circuito impresso e também as etapas envolvidas nesse processo, bem como os materiais empregados para tal.

Acredito eu que tenha passado informações suficientes para que o leitor possa ter uma ideia de todo o processo envolvido e contribuído para o sucesso da realização de PCBs caseiras de qualidade.

Lembre-se que a prática leva à perfeição e quanto mais placas você elaborar e construir, melhor será o seu método de fabricação. Grande abraço a todos e até o próximo artigo!

A seguir, segue uma lista de links para a aquisição dos materiais citados no texto e outra de lojas físicas para quem mora no Rio de Janeiro – Capital.

LINKS DE PRODUTOS CITADOS NO TEXTO

MICRO MOTOR DC 12 VOLTS 12500 RPM

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-motor-12v-dc-12500-rpm-micro-motor-12v-12500-rpm/up/MLBU1751090524>

MÍNI MANDRIL PARA EIXOS DE MOTORES DE 2,35 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/kit-mandrill-pincas-motor-eletrico-eixo-235mm-micro-retifica/up/MLBU3407551401>

MÍNI MANDRIL PARA EIXOS DE MOTORES DE 3,175 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-mandrill-adaptador-3175mm-aperto-rapido-micro-retifica/up/MLBU3401325837>

MÍNI MANDRIL PARA EIXOS DE MOTORES DE 3 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-mandrill-adaptador-3mm-eixo-aperto-rapido-micro-retifica/up/MLBU3401214675>

MÍNI MANDRIL PARA EIXOS DE MOTORES DE 4 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-mandrill-adaptador-4mm-eixo-aperto-rapido-micro-retifica/up/MLBU3407665408>

MÍNI MANDRIL PARA EIXOS DE MOTORES DE 5 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-mandrill-adaptador-5mm-eixo-aperto-rapido-micro-retifica/up/MLBU3399799629>

JOGO DE 10 PINÇAS PARA MÍNI MANDRIL DE 0,5 mm A 3,2 mm

<https://www.mercadolivre.com.br/kit-10-pincas-castanha-universal-micro-retifica-05-a-32mm/up/MLBU3407590005>

SUPORTE VERTICAL PARA DREMEL (3000 E 4000) - MELHOR PREÇO!

<https://www.amazon.com.br/Dremel-Workstation-Portable-Drilling-Perpendicular/dp/B00068P48O>

MÍNI DRILL TOZZ (12 VOLTS) - AZUL

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-furadeira-drill-12-volts--acessorios-artesanato-loud/up/MLBU1414326804>

MÍNI DRILL TOZZ (12 VOLTS) - CINZA

<https://www.mercadolivre.com.br/furadeira-mini-drill-com-acessorios/up/MLBU2993489705>

MÍNI FURADEIRA PARA CIRCUITO IMPRESSO 1

<https://www.mercadolivre.com.br/furador-de-pci--pcb-placas-de-circuito-impresso/up/MLBU3917886763>

MÍNI FURADEIRA PARA CIRCUITO IMPRESSO 2

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-furadeira-pcb-plasticos-placa-circuito-impresso/up/MLBU1410741035>

MÍNI FURADEIRA DE BANCADA

<https://www.mercadolivre.com.br/mini-furadeira-bancada-6mm-60hz-2800-rpm-bivolt-350w/up/MLBU3789922974>

Para quem mora no Rio de Janeiro (capital), listei algumas lojas físicas que vendem insumos para ourives e relojoeiros, onde podemos encontrar, principalmente, brocas helicoidais para perfuração de placas de circuito impresso.

▪ **GLOBAL TOOLS – Ferramentas de Precisão**

End.: Praça Monte Castelo, 18 – Sobreloja – Centro – Rio de Janeiro

Telefone: 2507-9020 – WhatsApp 21-97686-4444

Site: <https://www.globaltoolsrio.com.br/>

▪ **56 FERRAMENTAS DE PRECISÃO**

End.: Rua Senhor dos Passos, 56 – 2º Piso – Centro – Rio de Janeiro

Telefone: 2509-3964 – WhatsApp: 21-96435-5008 & 21-99104-0252

Site: <https://www.56ferramentas.com.br/>

▪ **LOJA DO JOALHEIRO**

End.: Rua dos Andradas, 29 – 2º Andar Sala 201 – Centro – Rio de Janeiro.

Telefones: 2221-8883 – 98132-5042 - WhatsApp: 2198132-5042

Site: <https://www.lojadojoalheiro.com.br/>

▪ **GOLDSTAR – MATERIAL PARA OURIVES**

Rua dos Andradas, 29 – Loja 07 – Centro – Rio de Janeiro.

Telefone: 2215-2408 & 2215-2407

Site: <https://www.newgoldstar.com.br/>

Essas são apenas indicações de vendedores de materiais que podem nos atender na confecção de placas de circuito impresso. Informo que nem o autor e nem a Revista Antenna possuem qualquer vínculo comercial com eles.

Análise do amplificador integrado Yang YA 850

Marcelo Yared*

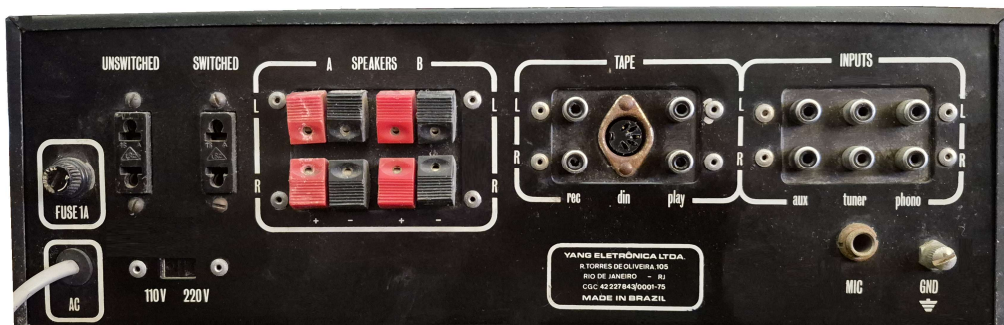


Anteriormente Antenna publicou a análise de um [amplificador da Yang](#), de muitos recursos e boa potência de saída.

Desta feita, nosso confrade Jorge Chame nos remeteu o amplificador YA 850, do mesmo fabricante, para análise. E, coisa que este articulista agradece muito, ele fez a gentileza de substituir todos os capacitores eletrolíticos, datados de 1977, ano de fabricação do aparelho, por unidades novas. Poupa muito trabalho na bancada.

O YA 850 é um amplificador estereofônico de media potência – para a época – e conta com os recursos usuais: seleção para quatro fontes de sinal e monitoração de tape-deck, loudness comutável, filtros e controles de graves e de agudos, seletor de modo de reprodução e seleção de saída para dois pares de falantes, além de uma saída para fones; tudo isso disponível em um bonito painel frontal de alumínio escovado e anodizado, com controles suaves e de bom acionamento.

Seu painel traseiro é também completo e bem dividido nas funções, com conectores de boa qualidade para as entradas de sinal e também bons conectores de pressão para os sonofetores (Gap. Jr. e Pierre Raguenet eram fãs desses conectores, extremamente práticos na bancada de testes). Duas saídas de energia completam o painel.



*Engenheiro eletricista

Sua montagem interna é boa, limpa, com boa distribuição das placas e com componentes de boa qualidade. A manutenção é simples, se não houver necessidade de se trabalhar com os componentes do pré amplificador, pois o painel frontal é rebitado, e não aparafusado.



As especificações técnicas do YA 850 não são fáceis de se encontrar. Na verdade, não as encontramos mesmo, mas, lembrando que a empresa se “inspirava” nos produtos da Polyvox, sabemos que aquele amplificador era cópia, com pequenas modificações, do AP-800 (que foi objeto de análise em Antena de abril de 1976), cujas especificações são mais fáceis de se encontrar. São elas:

Potência de Saída Contínua (RMS): 20 W por canal (8 Ohms) 25 W por canal (4 Ohms)

Impedância de Saída: Compatível com caixas de 4 a 16 Ohms.

Resposta de Frequência: 30 Hz a 20 kHz (± 1 dB na potência máxima); 20 Hz a 32 kHz (no nível normal).

Distorção Harmônica Total (THD): Menor ou igual a 0,2% na potência máxima.

Controles de Tonalidade: Graves: ± 10 dB a 100 Hz Agudos: ± 10 dB a 10 kHz

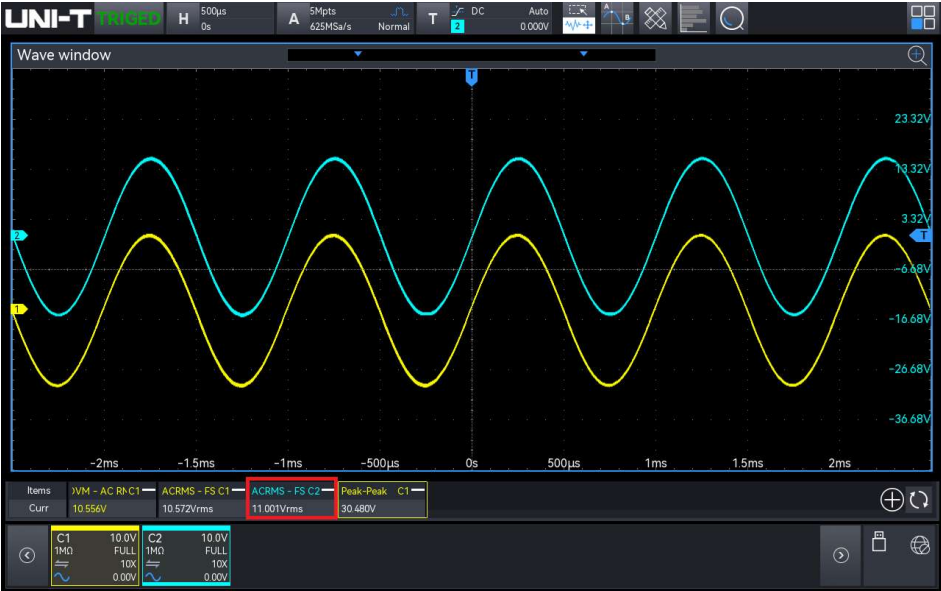
Filtros e Recursos: Loudness (+6 dB a 50 Hz e +6 dB a 10 kHz) Filtro High-Cut (-6 dB a 7 kHz e -6 dB a 60 Hz)

Relação Sinal/Ruído: 80 dB (linha/auxiliar), 60 dB (phono/cápsula magnética) e 50 dB (microfone).

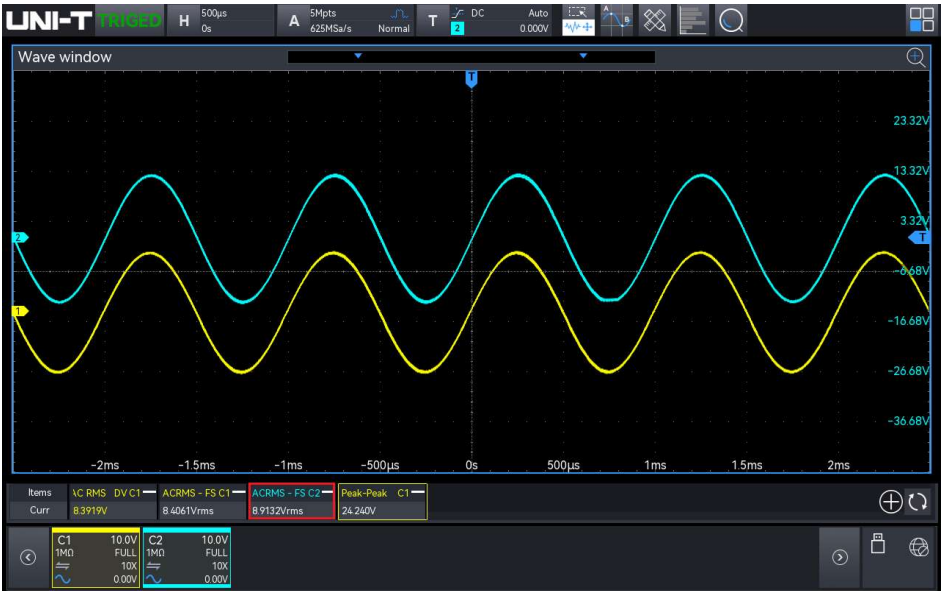
Partimos então para as medições, das características técnicas, todas em linha de 220 Vac/60 Hz. Os valores foram obtidos em 8 ohms de carga a 1 kHz, 300 mVrms, na entrada auxiliar, exceto onde especificado em contrário.

Iniciamos com os testes de potência e, para nossa surpresa, não conseguimos mais que dois ou três watts na saída com 300 mV na entrada, nos dois canais. Chegamos a 2,5 V na entrada para obter algo significativo, mas os circuitos saturavam. Definitivamente havia um problema no equipamento. Suspendemos as medições e mandamos o YA 850 para o trio do TVKX, que nos devolveu funcionando corretamente.

Potência de saída no limite do ceifamento em 8 ohms – 15 watts

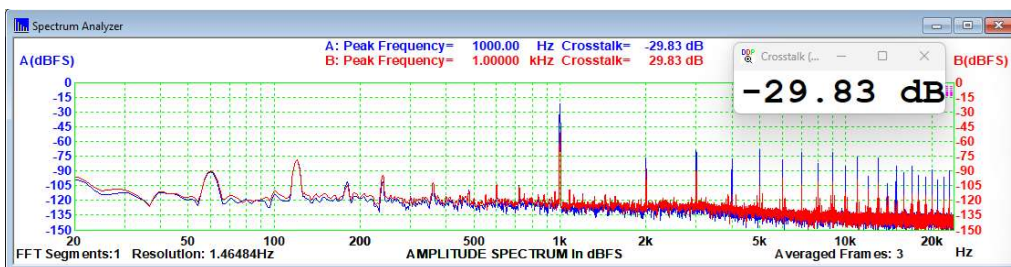


Potência de saída no limite do ceifamento em 4 ohms – 20 watts



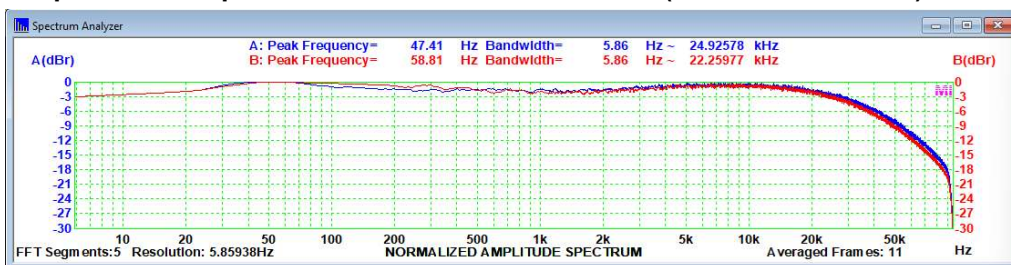
Os consumos medidos foram de 68,4 watts e 93,2 watts, respectivamente.

Diafonia a 1 watt

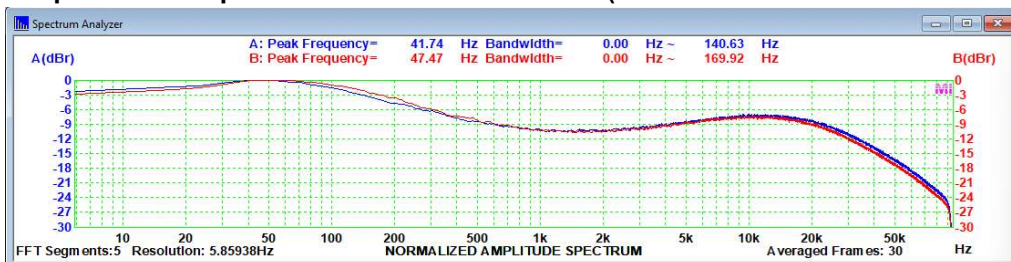


Não é um bom valor, poderia ser melhor.

Resposta em frequência a 1 watt - controles em flat (5 Hz a 25 kHz -3 dB)

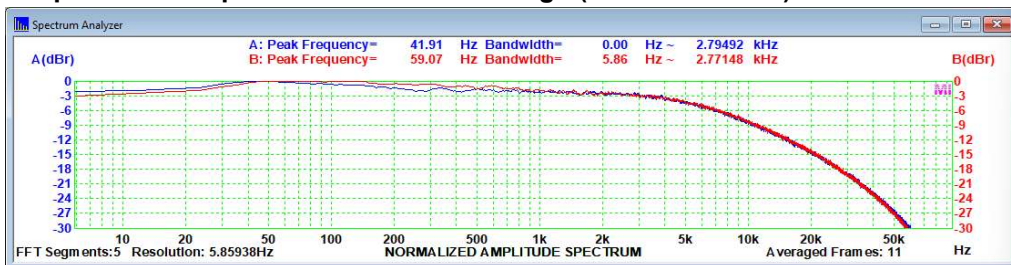


Resposta em frequência a 1 watt – loudness on (+10 dB a 60 Hz a +3 dB a 12 kHz)

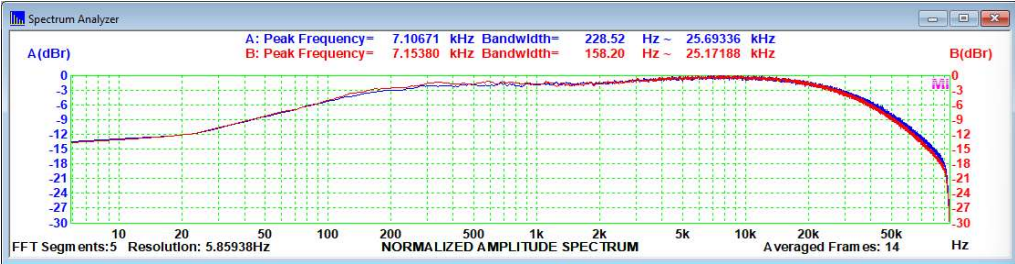


O loudness foi medido a 25% do curso do controle de volume. Dá bastante ênfase aos graves. A resposta é bem plana, e cobre toda a faixa audível.

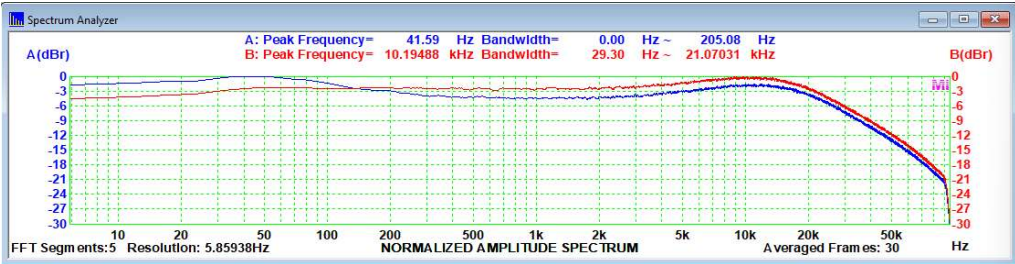
Resposta em frequência a 1 watt – filtro high (-10 dB a 10 kHz)



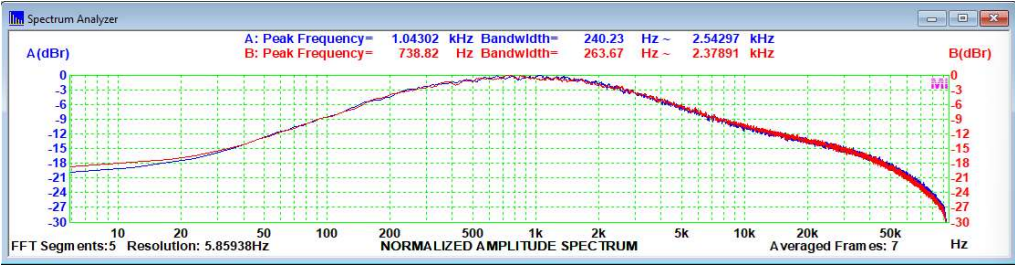
Resposta em frequência a 1 watt – filtro low (-6 dB a 100 Hz)



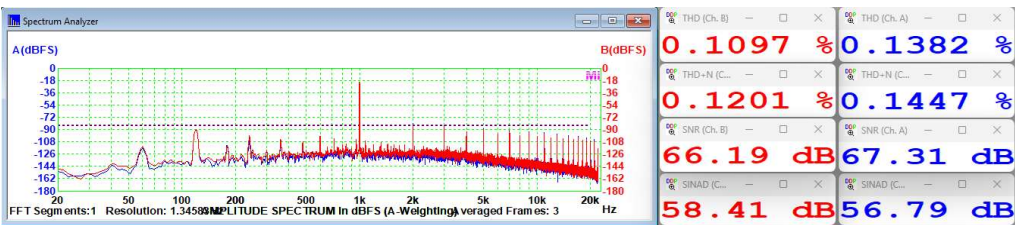
Resposta em frequência a 1 watt – graves e agudos máx. (+3 dB a 50 Hz e 10 kHz)



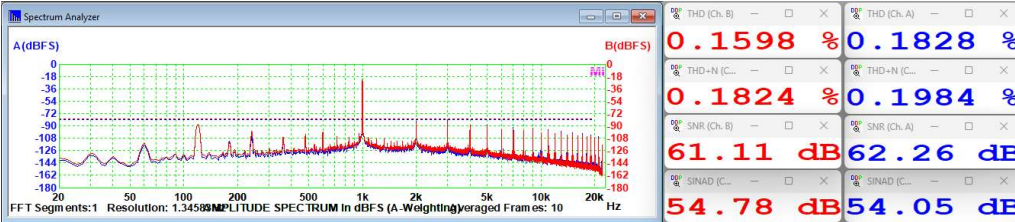
Resposta em frequência a 1 watt – graves e agudos min. (-12 dB a 50 Hz e 20 kHz)



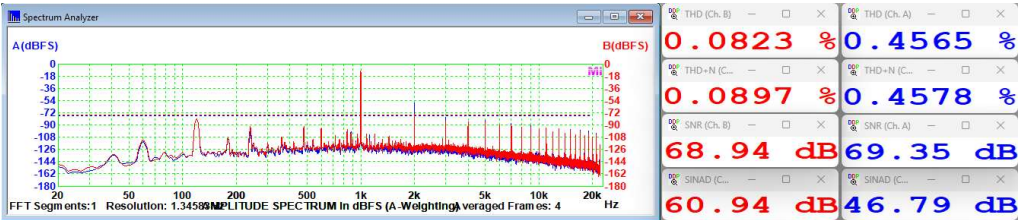
Distorção Harmônica total a 1 watt, 8 ohms – ponderação A



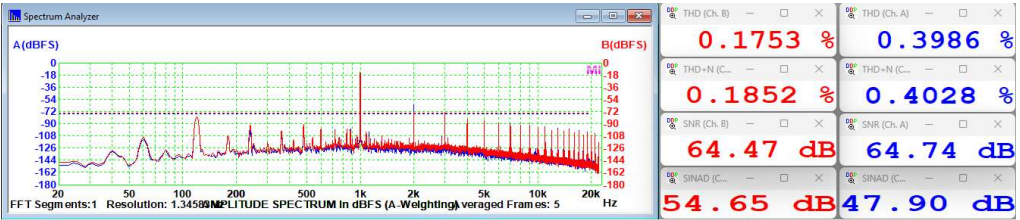
Distorção Harmônica total a 1 watt, 4 ohms – ponderação A



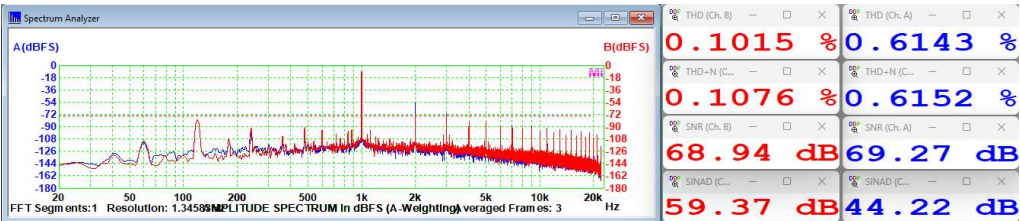
Distorção Harmônica total a 10 watt, 8 ohms – ponderação A



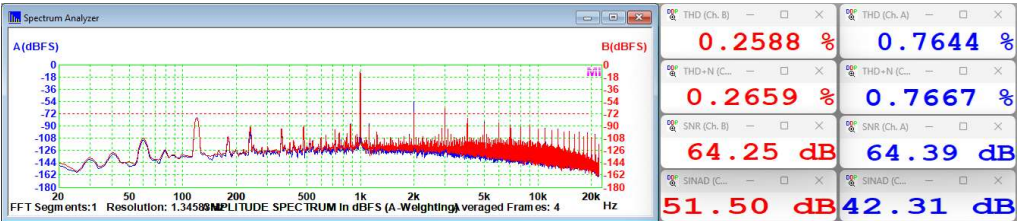
Distorção Harmônica total a 10 watt, 4 ohms – ponderação A



Distorção Harmônica total à potência máxima, 8 ohms – ponderação A

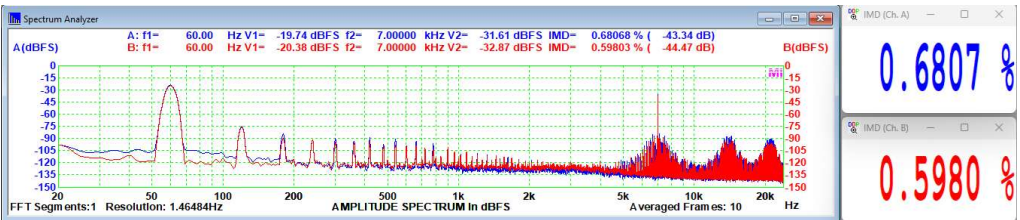


Distorção Harmônica total à potência máxima, 4 ohms – ponderação A

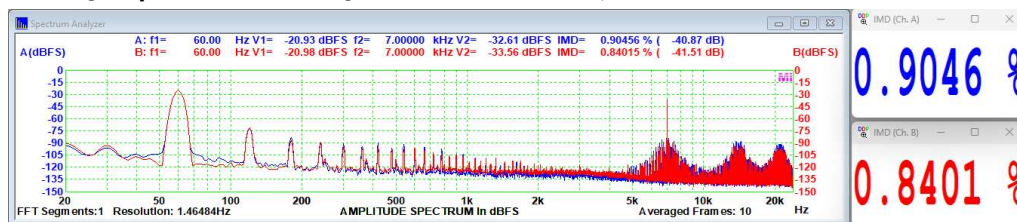


Os valores de distorção harmônica em um canal estão dentro do especificado para o AP 800, e estão bons; no outro estão altos, o que indica alguma necessidade de ajuste no canal.

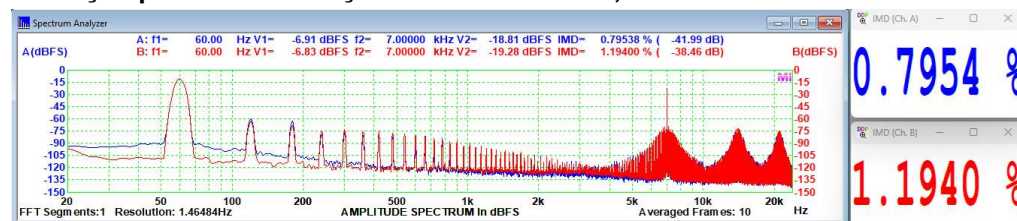
Distorção por intermodulação SMPTE a 1 watt, 8 ohms



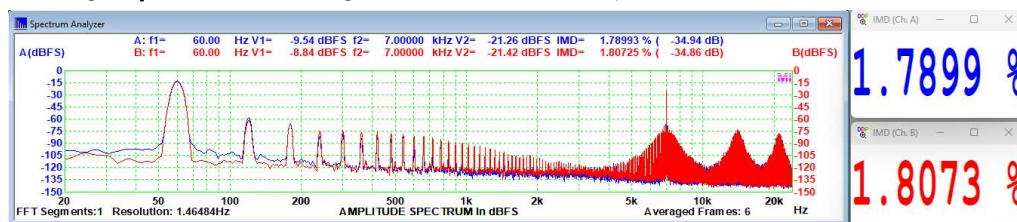
Distorção por intermodulação SMPTE a 1 watt, 4 ohms



Distorção por intermodulação SMPTE a 10 watt, 8 ohms



Distorção por intermodulação SMPTE a 15 watt, 8 ohms



Os valores de D.I. são bons, dentro do projeto do equipamento.

Em conclusão, podemos ver que o YA 850 é uma cópia do AP 800 com alguns detalhes diferentes, com menos potência e com algumas economias técnicas.

Ops valores de distorção estão na faixa de razoáveis para bons, a resposta é plana e a atuação dos controles é efetiva.

Trata-se de um equipamento mais simples, mas de boa concepção, assim como seu paradigma, o AP 800. São projetos típicos da década de 1970.

A audição mostrou um bom equipamento. Curiosamente, a separação entre canais deficiente não foi percebida; -30 dB ainda são bastante coisa.

A Yang foi uma das empresas que desapareceu em meados da década de 1980, mas vendeu bastante. Seus produtos eram típicos de uma década em que muitos fabricantes se “inspiravam” nos maiores e em alguns importados.

A reserva de mercado permitia essas coisas. Não durou e o país não ganhou muito com ela.

E ficamos por aqui. Até a próxima!

ABC do RADIO

Oferta da

O SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÕES

O SINAL TRANSMITIDO

Não é bastante, para transmissão da música ou da voz entre a estação difusora e o radorreceptor, gerar continuamente energia de radiofrequência e simplesmente irradiá-la por intermédio de uma antena. Alguma coisa mais se precisa fazer antes de transmitir as ondas, de modo a fazê-las levar as mensagens que desejamos propagar. O meio de tornar as ondas transmitidas inteligíveis é chamado modulação. A Fig. 29 representa de modo simplificado a maneira pela qual os sinais de áudio e de R. F. são combinados na etapa moduladora de modo a constituírem o sinal a ser irradiado.

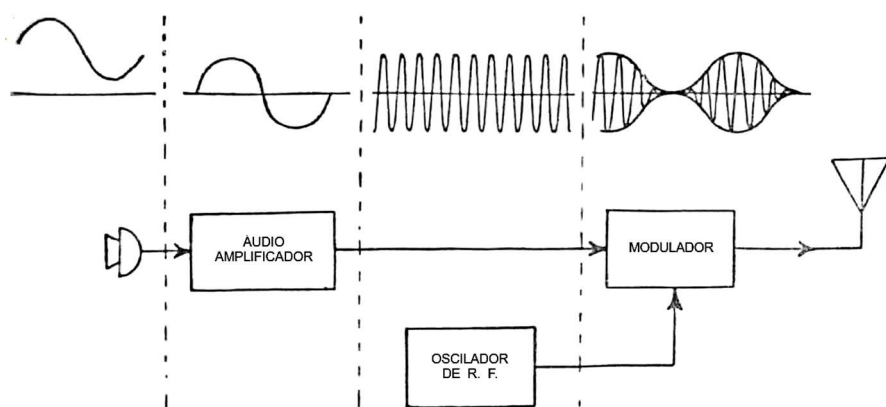


Fig. 29 – Formas de onda em um transmissor modulado em amplitude

A Fig. 30 mostra uma onda portadora modulada, a partir do ponto “X”, por uma tensão C.A.. Na realidade, esta onda modulada conteria componentes de três radiofrequências, pelo menos.

Estas consistiriam na soma e na diferença entre a frequência original da portadora e da frequência de modulação. Estas frequências adicionais são chamadas as bandas laterais, enquanto a frequência original é chamada portadora.

Se, por exemplo, a frequência portadora de uma estação é de 600 kHz e ela é modulada por um sinal de áudio de 5000 Hz, teremos, somando ou subtraindo a portadora a frequência de modulação, 605 kHz e 595 kHz, respectivamente; a frequência da portadora é de 600 kHz, evidentemente.

O grau de modulação ou intensidade do sinal de áudio é a relação entre o sinal de áudio, em volts C. A., e a amplitude da portadora, também em volts C.A.

FREQUÊNCIAS ABRANGIDAS PELOS RECEPTORES DOMICILIARES

As frequências de rádio comunicação vão de aproximadamente 20 kHz até várias centenas de megahertz. Somente uma pequena parte dessa ampla faixa é usada em receptores domiciliares, sendo a recepção limitada aos sinais modulados que tenham valor recreativo. As frequências de rádiodifusão compreendidas entre 540 kHz e 1600 kHz. são, na realidade, as mais importantes e constituem a faixa mínima de que devem dispor os aparelhos para recreação domiciliar.

Denominação	Faixa	Cobertura	Serviços de Comunicação
Onda Longa	"A"	140 — 410 kHz	Aviação, Boletins Meteorológicos
Onda Média e Rádio Difusão	"B"	530 — 1700 kHz	Estações Difusoras, Polícia, Aviação, Radiodifusão
Amadores, Polícia, Aviação	"C"	2000 — 6500 kHz	Amadores, radiodifusão, Aeronáutica, Navios, Telefone e Telégrafo.
Onda Curta	"D"	6,5 — 21 MHz	Amadores, Telefone Internacional, Navegação Marítima, Radiodifusão de onda curta.
Onda Ultra-Curta	"E"	21 — 70 MHz	Polícia, Complemento sonoro de Televisão, Amadores, Difusoras moduladas em frequência.

Como veremos mais tarde, é o condensador variável que sintoniza o receptor, o elemento que determina a cobertura máxima de frequências a se obter em uma faixa. Por conseguinte, o valor desta capacitância também determina a relação de sintonia nas faixas de frequência mais elevada, exceto quando o aparelho seja provido de circuitos especiais de espalha-faixa (*band-spread*). Damos a seguir uma lista das faixas úteis em receptores domiciliares:

REQUISITOS DE UM RECEPTOR DOMICILIAR

São três os requisitos que um receptor deverá preencher para que se torne inteligível a portadora modulada de uma estação difusora. Ei-los:

- 1. Seletor de Portadora, ou unidade de sintonia de R. F..
- 2. Detecção.
- 3. Reprodução de Audio.

Para cumprir estes requisitos, o receptor moderno deverá ser apto a:

- 1. Separar os sinais de qualquer estação que se queira ouvir dos de quaisquer outras estações. À aptidão de um receptor para separar o sinal desejado dos sinais indesejáveis, dá-se o nome de seletividade.
- 2. Amplificar os débeis sinais recebidos ao ponto de se ter energia suficiente para acionar o alto-falante com de sonora desejada.

3. Detectar e amplificar sem distorção ondas sonoras ou de áudio portadora modulada oriunda da estação.
4. Reproduzir em alto-falante o sinal recebido de modo a que se assemelhe o mais possível ao som captado no estúdio da estação emissora.

São dois os tipos populares de aparelhos usados para recepção domiciliar dos programas de radiodifusão, capazes de preencher os requisitos acima. São eles o receptor de Rádio Frequência Sintonizada (R. F. S.) e o receptor Super-heteródino.

O RECEPTOR DE RADIOFREQUÊNCIA SINTONIZADA

No receptor R. F. S., uma ou mais etapas amplificadoras sintonizadas são ajustadas, por meio do um só comando, às diversas frequências das estações que se queira receber. Para a faixa de radiodifusão, os circuitos sintonizados de R. F. deverão ser ajustados de modo a sintonizarem qualquer frequência compreendida entre 540 kHz e 1600 kHz.

A tensão do sinal (portadora de R. F. com modulação), é aplicada ao circuito de antena; é amplificada, sem que haja nenhuma modificação em sua fôrma, pelo amplificador de R. F.; é detectada ou convertida a áudio frequência no detetor; o sinal de áudio é amplificado por uma ou duas etapas de amplificação de áudio; a energia obtida à saída destas é finalmente usada para acionar o alto-falante.

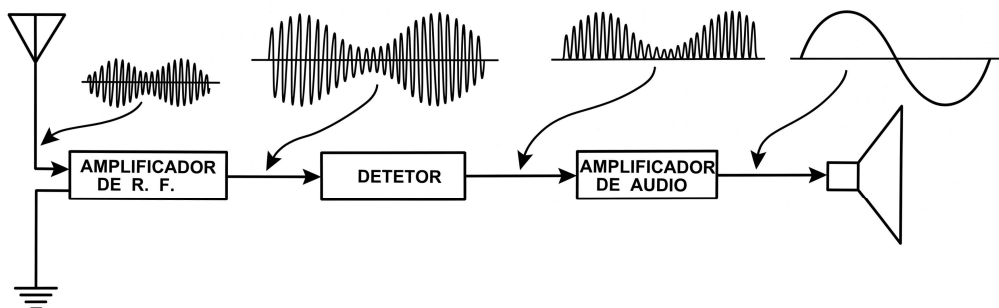


Fig. 31 – Formas de onda em um receptor R. F. S.

À Fig. 31 temos a representação simplificada de todo o processo que vimos de descrever. É importante ter-se em mente que o sistema amplificador de R. F. amplifica o sinal na sua própria frequência original, isto é, na frequência da sua portadora. A principal limitação deste sistema reside na dificuldade em se projetar um amplificador que proporcione, para as frequências de radiodifusão, ganho por etapa superior a 40.

Daí a necessidade, para se obter alta sensibilidade, do emprego de várias etapas amplificadoras. Por outro lado, como a tensão induzida pelo primário no secundário dos transformadores de R. F. é mais elevada para as frequências mais altas do que para as mais baixas — em virtude da mais rápida variação do campo magnético que caracteriza as primeiras — a amplificação de R. F. não apresenta a desejada uniformidade sobre toda a faixa de radiodifusão.

Ora, se todos os circuitos sintonizados da parte de R. F. do receptor devem ser aptos a sintonizar todas as frequências da faixa a ser coberta pelo aparelho, é evidente que não se conseguirá deles a mesma eficiência que se alcançaria de circuitos projetados para trabalhar sob uma única frequência preestabelecida.

SUPER-HETERÓDINO

No circuito super-heteródino, em vez de se selecionar e amplificar o sinal de R. F. na sua própria frequência original da portadora (que é alta), por meio de etapas sintonizadas para tal frequência, converte-se a portadora de alta frequência em um sinal fixo de frequência muito mais baixa, de modo a que se possa com muito maior facilidade amplificá-lo e separá-lo de outros sinais indesejáveis. A frequência fixa sob a qual os sinais são amplificados chama-se frequência intermediária ou F. I.. A principal distinção entre o sistema da rádio frequência sintonizada e o super-heteródino é que, no primeiro o receptor é sintonizado para a frequência do sinal, sob a qual também se dá sua amplificação; já no segundo o sinal é sintonizado à entrada, sofrendo uma conversão de frequência para um valor mais baixo, para o qual o amplificador intermediário acha-se sintonizado, sendo então amplificado sob esta frequência intermediária.

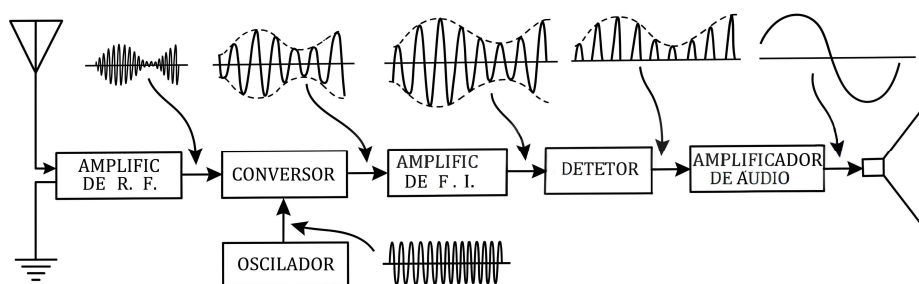


Fig. 32 – Formas de onda em um receptor super-heteródino

À Fig. 32 vê-se a esquematização dos principais componentes de um receptor super-heteródino. Uma tensão constituída dos sinais de várias estações se induz ao circuito de antena; o sinal da estação desejada é sintonizado por um amplificador de R. F., ou, às vezes, pelo próprio circuito de sintonia do conversor; é então misturado no conversor com um sinal estável de determinada frequência, gerado na válvula do oscilador local. Este oscilador local é, ao mesmo tempo que se sintoniza o sinal de entrada, sintonizado de modo a funcionar em uma frequência que se diferencia da do sinal por valor igual ao da frequência fixa do amplificador intermediário.

Após ingressarem no conversor, as frequências do sinal e do oscilador local dão origem a uma tensão resultante do batimento das duas, cuja frequência será a mesma que a de sintonia do amplificador intermediário e que apresentará as mesmas características de modulação existentes no sinal de origem. Esta tensão modulada de frequência fixa é amplificada pelo amplificador de F.I., é detectada e convertida a áudio frequência na etapa detectora, amplificada a seguir pelo amplificador de áudio, sendo a tensão resultante convertida em som por intermédio do alto-falante.

VANTAGENS DO SUPER-HETERÓDINO

O super-heteródino apresenta, graças à conversão do sinal para uma frequência intermediária mais baixa e fixa, inúmeras vantagens sobre o receptor de radiofrequência sintonizada. Dentre tais vantagens, destacam-se :

1. Maior ganho por etapa, em virtude de ser mais baixa a frequência sob a qual se dá a amplificação.
2. Os circuitos de sintonia fixa do amplificador de F. I. proporcionam eficiência mais elevada.
3. Conseguem-se sensibilidade e seletividade muito mais homogêneas sobre toda a faixa de sintonia.

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. O que são bandas laterais?
2. Exponha, de modo sucinto e em suas próprias palavras, o funcionamento do receptor super-heteródino.
3. Qual a finalidade do detetor?
4. Qual a principal diferença entre os receptores de rádio frequência sintonizada (R. F. S.) e os super-heteródinos?
5. O que é seletividade?

RETIFICADOR E FONTE DE ALIMENTAÇÃO

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Uma importante aplicação da ação retificadora da válvula de dois elementos ou diodo, é proporcionar, pela retificação da C. A. da rede de distribuição elétrica, a energia C. C. necessária ao funcionamento do receptor. Um conjunto típico para tal aplicação compreende um transformador de força, uma válvula retificadora, um sistema de filtro e um divisor de tensão. Estes diversos elementos têm por fim obter, dos 110 volts C. A. proporcionados pela rede, as tensões C. C. mais elevadas para alimentação anódica das diversas válvulas. Deverão retificar a C. A., convertendo-a em C. C. pulsativa; deverão “alisar” essa corrente pulsativa, convertendo-a em corrente contínua, e, finalmente, proporcionar as diversas tensões intermediárias aos diversos tipos de válvulas.

RETIFICADOR DE MEIA ONDA

O retificador de meia onda é o sistema mais simples de se obter tensão C. C. de uma corrente alternada. No entanto, por exigir, para tornar contínua a corrente retificada pulsativa, filtros mais dispendiosos, não é muito usado em receptores modernos.

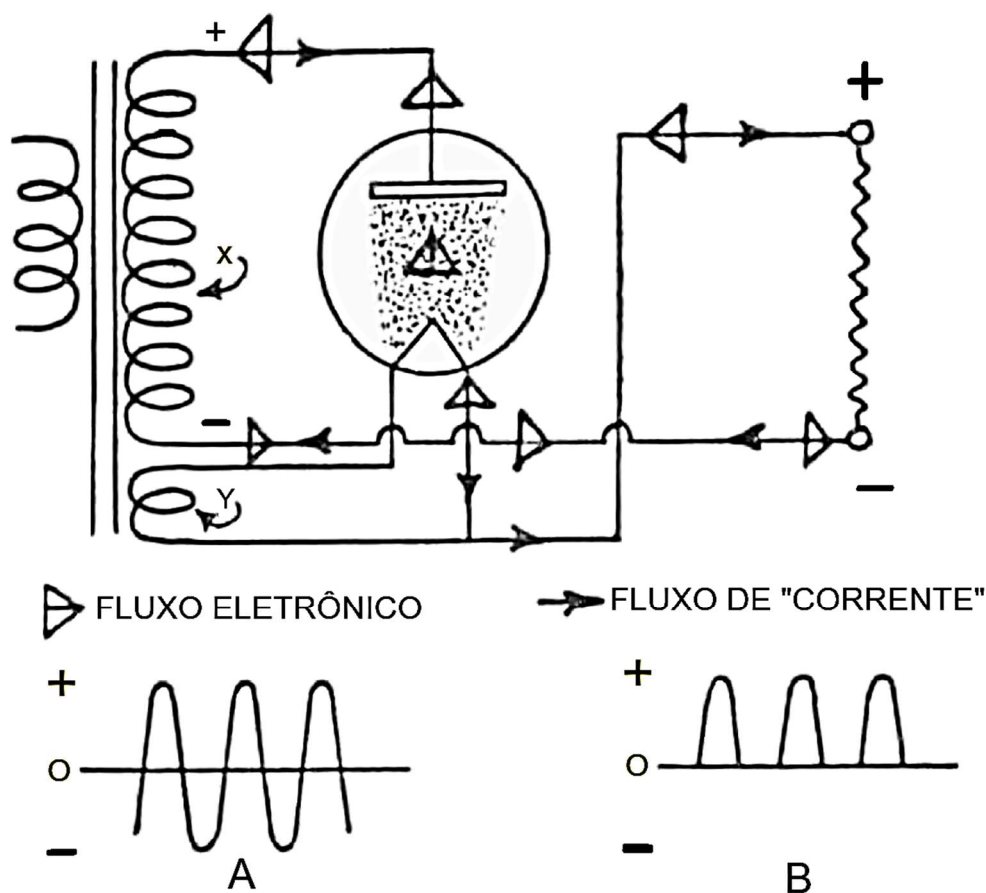


Fig. 33 – correntes em um retificador de meia onda

As ligações entre a válvula e o transformador ilustram-se à Fig. 33. O filamento do retificador é aquecido pelo enrolamento "Y", enquanto que a alta tensão C. A. necessária à fonte de alimentação, é fornecida pelo enrolamento "X". Como o transformador trabalha em corrente alternada, a polaridade da tensão dele obtida é invertida durante cada semiciclo, como se vê à Fig. 33-a.

Quando a extremidade superior do enrolamento está positiva e a extremidade inferior negativa, como se vê no diagrama, a placa da válvula retificadora, estando a um potencial positivo, atrai elétrons do filamento. A corrente anódica flui então da placa para o filamento e daí ao terminal positivo da fonte de alimentação das diversas válvulas, retornando ao terminal negativo da fonte, indo ter ao terminal negativo do transformador, assim se completando o circuito.

No semiciclo seguinte, muda a polaridade do enrolamento "X", com o que se estabelece unha tensão negativa na placa. Esta carga negativa na placa repele os elétrons do filamento, razão pela qual não há fluxo de corrente através o retificador.

Nestas condições, a corrente só flui, através o circuito externo, em uma única direção; há um jacto de corrente através a válvula durante metade do ciclo, quando a placa está positiva — como está ilustrado à Fig. 33-b.

Considerando este funcionamento do ponto de vista da teoria eletrônica, que é o mais preciso método de análise, temos que os elétrons fluirão para a placa quando ela estiver positiva com respeito ao filamento. Como os elétrons são electricidade NEGATIVA, a placa, no momento em que é positiva, tem deficiência de elétrons; é esta a razão pela qual os atrai durante tais períodos.

Poderemos determinar o fluxo eletrônico partindo do terminal negativo do transformador, que é também o terminal negativo da fonte de alimentação. A corrente fluirá, a partir do terminal negativo, através a carga disposta entre as saídas da fonte, indo ter ao filamento da válvula retificadora e daí, pela emissão termoiônica, à placa. Ao fazer este percurso, a pressão eletrônica é empregada para cumprir o trabalho desejado; deste é que decorrem as quedas de tensão através o circuito.

O terminal negativo pode ser considerado uma abundante fonte de elétrons sob alta pressão; e quanto maior a pressão que os obriga a fluir através o circuito, tanto maiores as quedas de tensão.

Pode-se observar, à Fig. 33-b, que a corrente para de fluir por completo durante metade de cada ciclo. Este fato dificulta ao filtro a estabilização da corrente, já que compete ao filtro armazenar energia bastante para manter o fluxo de corrente no circuito exterior durante os períodos em que não haja corrente através o retificador.

Esta é a razão de se adotar mais frequentemente a retificação de onda completa.

RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA

A válvula e o circuito retificadores de onda completa foram projetados com o intuito de proporcionarem a retificação das duas metades da onda C. A., e assim produzirem uma C. C. pulsativa mais estável. A Fig. 34 mostra as ligações ao transformador. Cada placa é ligada a uma extremidade do enrolamento de alta tensão "X". A derivação central é ligada ao filtro e à carga, a fim de proporcionar um caminho de retorno à corrente.

Na metade positiva do ciclo C.A., o extremo superior do enrolamento "X" é positivo, tornando assim positiva a placa direita da válvula retificadora. O terminal inferior do enrolamento e a placa esquerda são, reciprocamente, negativos. A derivação central do enrolamento "X" é negativa com respeito ao extremo superior.

Nestas condições, a placa direita dá passagem de corrente ao circuito externo, como indicam as setas. Pode-se observar que somente a metade superior do enrolamento "X" atua durante este semiciclo; por conseguinte, a tensão que realmente atua sobre o retificador é metade da tensão total do enrolamento "X".

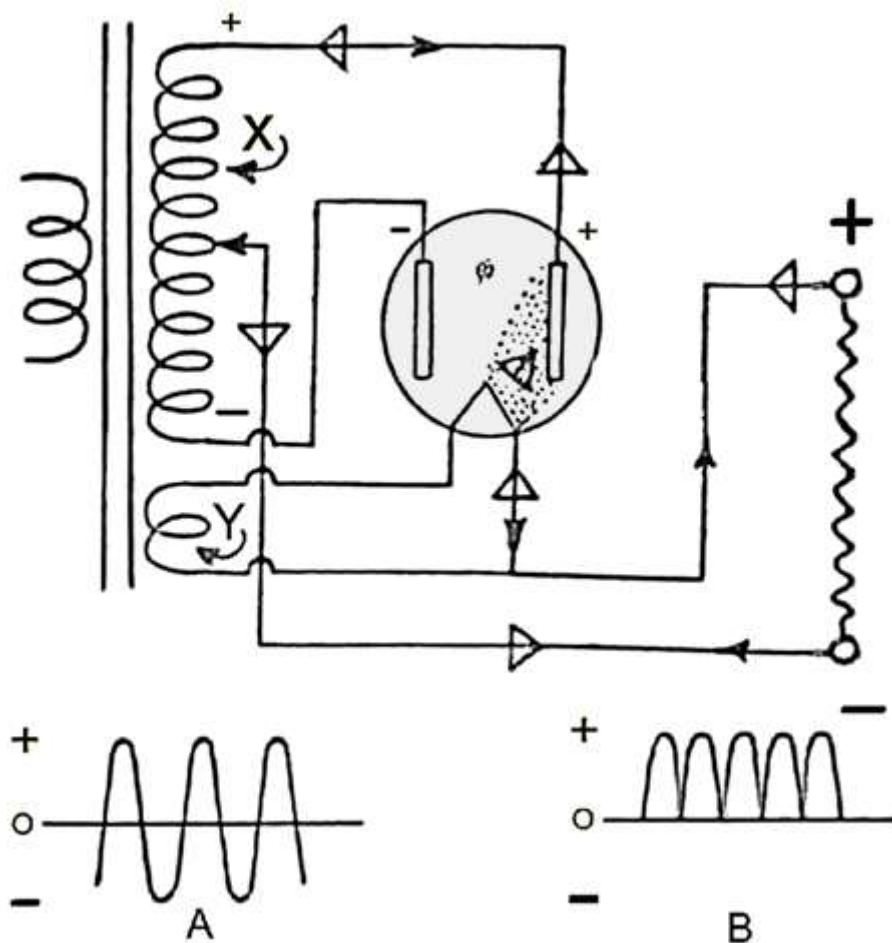


Fig. 34 — Correntes em um retificador de onda completa.

No semiciclo negativo, a polaridade inverte, com o que a placa esquerda se torna negativa e a direita positiva. A corrente flui então da placa esquerda para o filamento, enquanto que a placa direita não deixa passar corrente alguma. No circuito exterior, porém, a corrente flui na mesma direção que na metade positiva do ciclo, de modo que obtemos uma C. C. pulsante em ambas metades da onda, como se vê à Fig. 34-b. Como o retificador de meia onda utiliza as duas metades da onda de C.A., a onda retificada é muito mais estável e muito mais fácil de ser filtrada que a obtida de um retificador de meia onda.

À saída de uma válvula retificadora obtém-se C. C. pulsativa, a qual deverá ser “alisada”, antes de se aplicar aos circuitos onde trabalham válvulas eletrônicas. Para alisar estas pulsações e obter corrente continua praticamente pura, usa-se um sistema de filtro.

A ação de filtro é cumprida pela energia que, durante o crescimento das pulsações, é armazenada em condensadores e indutâncias; essa energia nivela as depressões que iriam ocorrer na saída retificada.

O CIRCUITO DE FILTRO

Um filtro típico usado em radiorreceptores consiste em dois condensadores de alta capacitância e uma indutância de núcleo de ferro, dispostos como está ilustrado à Fig. 35. Esta indutância é, frequentemente, o enrolamento de campo de um alto-falante eletrodinâmico, com o que se conseguem dois objetivos. A tendência atual, especialmente em receptores menores, é se usar uma resistência em lugar da indutância.

A escolha entre uma resistência e uma indutância depende principalmente da queda da tensão permissível através o filtro. Em circuitos onde a corrente seja pequena, as resistências são aplicáveis, onde, porém, a corrente é elevada, impõe-se o emprego de indutâncias.

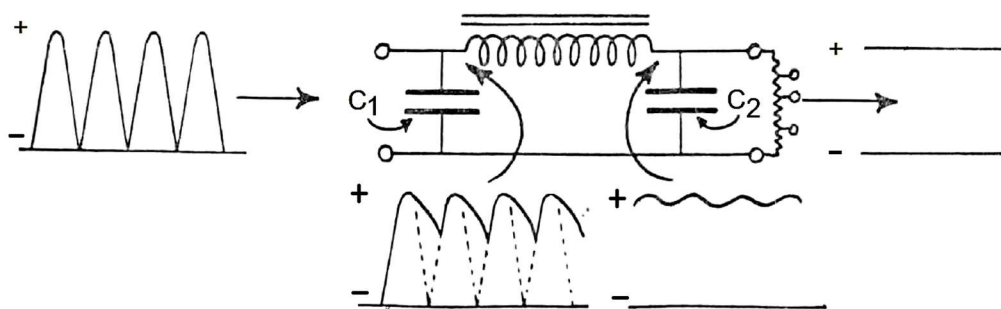


Fig. 35 – Atuação de um filtro.

A tensão retificada pulsativa que se vê, em linhas ponteadas, à Fig. 35, é aplicada às armaduras do primeiro condensador de filtro C1. Este condensador adquire carga ao se verificar o primeiro impulso positivo oriundo do retificador; quando a onda retificada cai a zero, a carga do condensador abastece, então, o circuito exterior, como se vê na linha cheia.

Esta já é uma tensão razoavelmente estável; no entanto, ainda contém uma considerável dose de ondulação. Fazendo-a passar através uma indutância, que, como vimos, se opõe a qualquer variação na corrente de um circuito, e em seguida aplicando-a a outro condensador, C2, conseguimos uma tensão C. C. estável, comparável à fornecida por uma bateria.

O primeiro condensador, C1, pode, assim, ser considerado um regulador de tensão, que absorve energia durante os picos da tensão retificada e a devolve logo a seguir, preenchendo ou nivelando as depressões existentes entre os picos de tensão. A indutância “alisa” a flutuação da corrente, pela oposição que oferece a qualquer variação.

O segundo condensador, C2, age como um reservatório da fonte de alimentação. Assim, si um intenso som grave for subitamente reproduzido no aparelho, a corrente anódica das válvulas aumentará bruscamente, ocasionando uma queda IR através o transformador, indutância, válvula retificadora, etc, a qual, por sua vez, iria diminuir a tensão anódica se não fosse a atuação do último condensador C2. Este condensador, sendo um reservatório de energia, suprirá o consumo momentâneo de corrente, sem que os demais elementos da fonte de alimentação sejam afetados.

Em virtude da elevada capacitância necessária a uma filtragem adequada, nas fontes de alimentação usam-se condensadores eletrolíticos, exclusivamente.

O divisor de tensão (resistência ou resistências de queda de tensão) situado na saída do sistema da filtro, reduz as tensões de modo a preencher as necessidades das diversas válvulas do aparelho.

O RETIFICADOR DOBRADOR DE TENSÃO

O dobrador de tensão é usado, em alguns aparelhos desprovidos de transformador, com o objetivo de proporcionar tensões C. C. que são, geralmente, o dobro das tensões C.A., entregues pela rede. Um destes circuitos está ilustrado à Fig. 36.

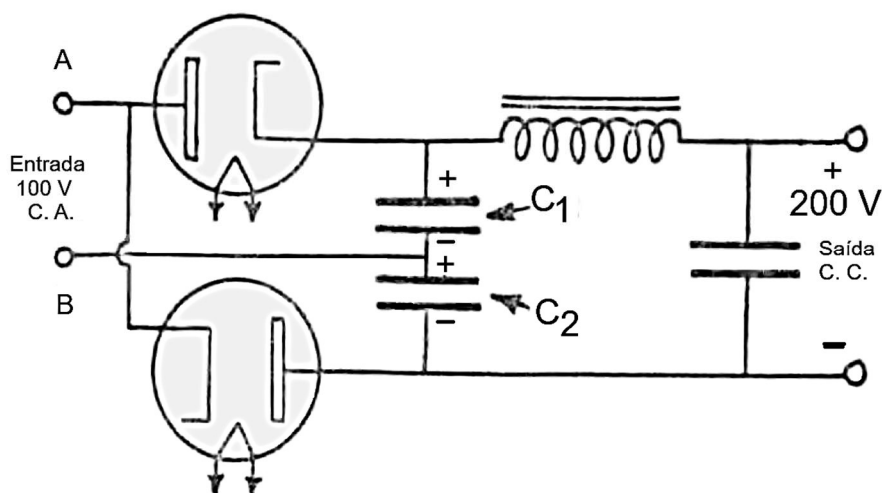


Fig. 36 — Circuito retificador dobrador de tensão.

No semiciclo positivo da C. A., o extremo superior da linha de C.A. é positiva com respeito ao extremo inferior, de modo que a válvula retificadora de cima dá passagem à corrente e carrega positivamente o condensador C1, que armazena essa carga. No semiciclo subsequente, o extremo superior da linha é negativo com respeito ao extremo inferior, havendo passagem de corrente na válvula de baixo, o que faz com que se desenvolva uma tensão negativa através o condensador inferior. Pode-se observar no diagrama que estas duas tensões se somam, dando em resultado uma tensão igual ao dobro da tensão armazenada em cada condensador.

RETIFICADOR BÁSICO DE MEIA ONDA USADO EM FONTES DE ALIMENTAÇÃO C. A./C. C.

Na fonte de alimentação C. A./C. C., os filamentos de todas as válvulas são geralmente dispostos em série, aplicando-se-lhes a tensão da rede elétrica. Isto significa que as tensões de filamento especificadas para as diversas válvulas, somam-se, dando um total igual à tensão da rede.

Se isto não se der, a diferença é compensada em uma modalidade qualquer de resistência de queda ou de lastro (ballast). Como acham-se em série, a intensidade da corrente que flui nos diversos filamentos é idêntica; por este motivo, não se podem usar, para substituição, tipos similares de válvulas cujos requisitos de corrente em filamento sejam diferentes do tipo original.

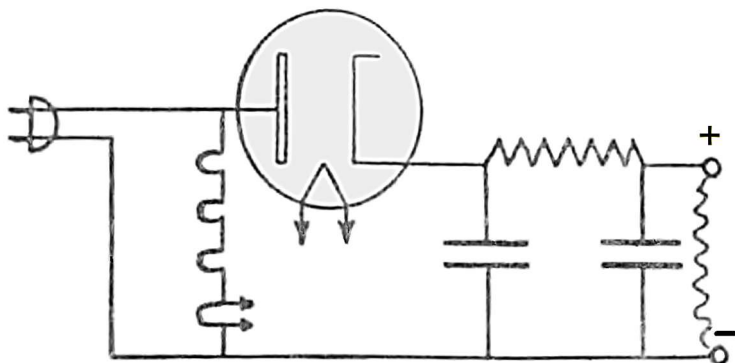


Fig. 37 – Circuito retificador C. A./C. C. (“universal”).

Várias são as disposições usadas para incluir lâmpadas piloto no sistema de alimentação do aparelho. A mais comum consiste em se dispor uma lâmpada de 6 volts em paralelo com uma das metades do filamento da válvula retificadora, provendo-se uma resistência adequada para ajustar corretamente a corrente e tensão.

O circuito ilustrado é basicamente um retificador simples de meia onda.

RETIFICADOR A ÓXIDO DE COBRE

O emprego de um retificador a óxido de cobre em um tipo recente de receptor portátil, faz prever uma possível ressurreição da popularidade de que gozou em aplicação no rádio nos tempos em que era usado para proporcionar C.A. retificada à alimentação de campo de alto-falantes.

Qualquer dispositivo capaz de oferecer elevada resistência ao fluxo de corrente em uma direção e uma baixa resistência para as correntes que o percorram em sentido oposto, constitui um bom retificador para corrente alternativa. E' este o caso dos retificadores secos, tais como o tipo a óxido de cobre. O retificador a óxido de cobre é feito de um disco de cobre, revestido em uma das faces por uma camada de óxido de cobre; o óxido de cobre é, por sua vez, coberto de níquel, afim de permitir um bom contato ao circuito exterior.

A união entre o cobre e o óxido oferece baixa resistência à passagem de corrente do óxido para o cobre, mas apresenta uma elevada resistência à passagem de corrente em direção oposta. O funcionamento deste dispositivo é um tanto complexo, mas, de um modo geral, se baseia na formação de finas películas na junção entre o óxido e o cobre, cujas moléculas são por tal forma polarizadas que a transferência de elétrons em um sentido requer muito menos trabalho do que uma transferência similar em sentido oposto.

Os retificadores a óxido de cobre possuem uma tensão e temperatura de ruptura determinadas. Se qualquer dos dois valores críticos for excedido, o retificador permitirá a passagem de corrente em ambas direções. Uma vez removido o excesso de tensão ou resfriado o elemento, ele entrará, novamente, em funcionamento como se não tivesse sofrido sobrecarga.

O retificador a óxido de cobre poderá ser instalado tanto em circuito retificador de meia onda, como no de onda completa.

O modo de se verificar o funcionamento do tipo a um só disco consiste em dispor, em paralelo com ele, uma tensão de 1/2 volt C. C. Dever-se-á constatar uma corrente de 0,5 ampère ou mais. Invertendo-se a polaridade da bateria, a leitura de corrente não deverá exceder a 2 1/2 miliampères para uma tensão de 2 volts aplicada no sentido da não condutibilidade do retificador.

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. Explique a diferença no funcionamento entre um retificador de meia onda e um retificador de onda completa.
2. Qual a função desempenhada pelo filtro em uma fonte de alimentação?
3. Como funciona um filtro que use condensadores e indutância?
4. À saída de um retificador, que se obtém:
 - a. C. A.?
 - b. C. C. pura?
 - c. C. C. pulsativa?
5. A qual das seguintes frequências se dariam as variações de tensão retificada em um retificador desprovido de filtro que fosse alimentado com C.A. de 60 Hz:
 - a. 60 Hz?
 - b. 30 Hz?
 - c. 120 Hz?

Dê explicação a respeito.

6. Qual o princípio básico de funcionamento dos retificadores dobradores de tensão?
7. Um receptor possui cinco válvulas cujos filamentos devem ser alimentados com 6 volts sob 0,25 ampère. Qual o valor da resistência de queda a se empregar para a alimentação da série de filamentos com a tensão da rede de 110 volts?
8. Qual será a energia dissipada na resistência?



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

Darlington ou Par Sziklai: Você sabe qual a diferença?

Na “aulinha” deste mês irei cumprir a promessa deixada do artigo de [maio de 2026](#) e tratar das diferenças entre duas configurações de transistores bipolares – Darlington e Par Sziklai, este último também conhecido como *Compound Pair* ou, numa tradução livre, par composto ou ainda *Complementary Feedback Pair* (CFP).

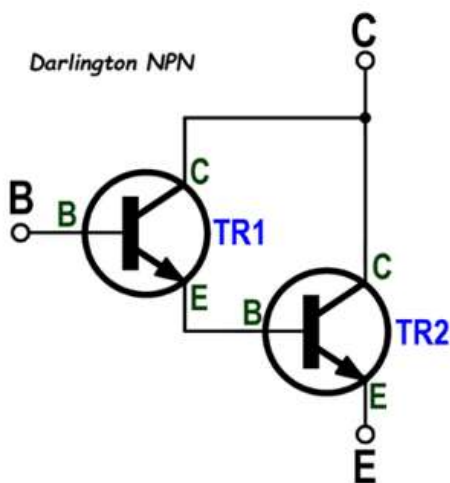


Fig. 1 – Par Darlington NPN

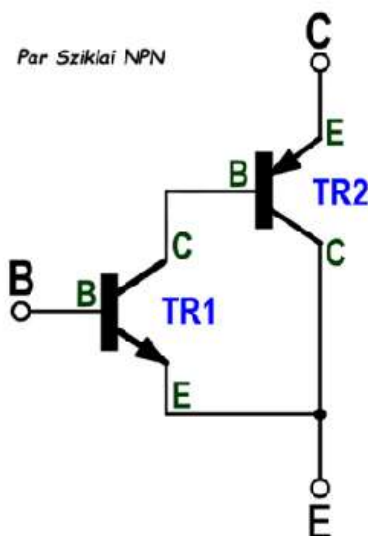


Fig. 2 – Par Sziklai NPN

Começarei a “aulinha” propondo fazermos o jogo dos sete erros.

Analise as figuras 1 e 2 e diga qual a diferença entre as duas montagens.

Espero que você tenha tido infância e tenha brincado muito com o jogo dos sete erros, como eu.

*Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica

Aliás, este joguinho deveria fazer parte do currículo das primeiras séries escolares, ele ajudar a desenvolver a percepção de tudo na vida.

À primeira vista, para um olhar pouco atento, poderia passar despercebido que na figura 1 temos dois transistores com a mesma polaridade, neste caso, os dois são NPN, mas poderiam ser PNP. Entretanto, na figura 2, os dois transistores têm polaridades diferentes, ou seja, um é NPN e outro PNP.

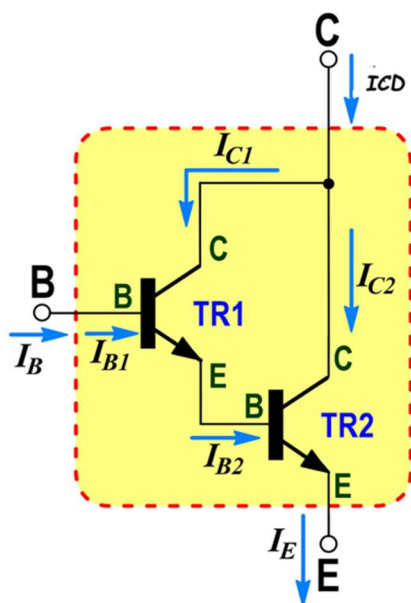
Outra coisa muito importante a ser observada é a maneira como os terminais de cada um dos transistores são interligados.

No par Darlington, o emissor do transistor TR1 vai ligado a base de TR2 e os coletores de ambos os transistores são ligados juntos (fig. 1).

Por outro lado, no par Sziklai temos uma montagem bem diferente (fig. 2). Observe que o emissor de TR1 vai ligado ao coletor de TR2 e que passa a ser o emissor do conjunto, enquanto o emissor de TR2 assumirá a função de coletor do conjunto. Quem determina a polaridade do par é o transistor de entrada (TR1), neste exemplo um NPN. Pode parecer estranho à primeira vista, mas funciona.

A montagem da figura 1 já deve ser familiar a qualquer técnico em eletrônica (de verdade), é denominada Par Darlington; o segundo, porém, não tão conhecido, atende pelo nome de Par Sziklai, *Compound Pair*, par composto ou *Complementary Feedback Pair* (CFP). Os nomes Darlington e Sziklai são homenagens aos seus respectivos inventores.

Entendendo o Darlington



Na figura 3 temos um par Darlington NPN mostrando como as correntes circulam nele.

Vamos analisar o ganho de corrente (h_{FE} ou β) que esta configuração nos dá.

Consideremos que TR_1 tem h_{FE1} e TR_2 tem h_{FE2} .

Então, temos:

$$I_{C1} = h_{FE1} \times I_{B1} \quad \text{Eq. 1}$$

$$I_{C2} = h_{FE2} \times I_{B2} \quad \text{Eq. 2}$$

A corrente total de coletor, $I_{CTOTAL} = I_{C1} + I_{C2}$ (Eq. 3), daqui por diante, será denominada I_D (corrente de coletor do Darlington).

Substituindo as Eq.1 e Eq.2 na Eq.3 teremos:

$$I_D = h_{FE1} \times I_{B1} + h_{FE2} \times I_{B2} \quad \text{Eq. 4}$$

Observe que a corrente de base de TR_2 é igual a corrente de emissor de TR_1 , pois seu emissor está conectado à base de TR_2 .

Fig. 3 – Par Darlington e as correntes nele

Sabemos que no transistor bipolar a corrente de emissor é a soma da corrente de base com a corrente de coletor.

$$I_E = I_C + I_B$$

Neste caso, podemos escrever $I_{B2} = I_{E1} = I_{B1} + I_{C1}$ ou substituindo I_{C1} pela Eq. 1 teremos:

$$I_{B2} = I_{B1} + h_{FE1} \times I_{B1}$$

Colocando I_{B1} em evidência podemos escrever $I_{B2} = I_{B1} (h_{FE1} + 1)$ Eq. 5.

Agora vamos reescrever a Eq. 4 apenas em função de I_{B1}

$$I_D = h_{FE1} \times I_{B1} + h_{FE2} \times I_{B1} (h_{FE1} + 1) \quad \text{Eq. 6}$$

$$I_D = h_{FE1} \times I_{B1} + h_{FE2} \times I_{B1} \times h_{FE1} + h_{FE2}$$

$$I_D = (h_{FE1} \times h_{FE1} \times h_{FE2} + h_{FE2}) \times I_{B1}$$

$$h_{FED} = I_D / I_{B1} = h_{FE1} \times h_{FE2} + h_{FE1} + h_{FE2} \quad \text{Eq. 7}$$

A equação 7 nos dá o h_{FED} , ou seja, h_{FE} do par Darlington. Basta memorizar ela.

Suponhamos que T_{R1} tenha $h_{FE1} = 100$ e T_{R2} tenha $h_{FE1} = 50$.

Se montarmos um par Darlington com estes dois transistores obteremos um transistor com

$$h_{FED} = 100 \times 50 + 100 + 50 = 5150.$$

Na prática, costuma-se considerar o h_{FE} do Darlington apenas como o produto do h_{FE} de cada transistor, desprezando-se a soma deles uma vez que ela é muito menor que o produto, ou seja, $100 \times 50 = 5000$.

Prós e contras do Darlington

Um ponto positivo da configuração Darlington é a possibilidade de se conseguir ganhos de corrente (h_{FE}) elevadíssimos, podendo chegar a 5 mil, ou mais, o que seria impossível com um único transistor.

Entretanto, a tensão base-emissor para fazer o par Darlington conduzir é da ordem de 1,4 V, portanto, o dobro da necessária para um único transistor, 0,7 V.

A tensão maior entre base e emissor faz com que o Darlington aqueça mais, exigindo o uso de dissipador.

A despeito desses inconvenientes, a configuração Darlington é bastante usada na prática.

Pode-se encontrar versões comerciais prontas destes transistores.

Entendendo o par Sziklai

Na figura 4 temos o fluxo das correntes nos transistores que formam o par Sziklai.

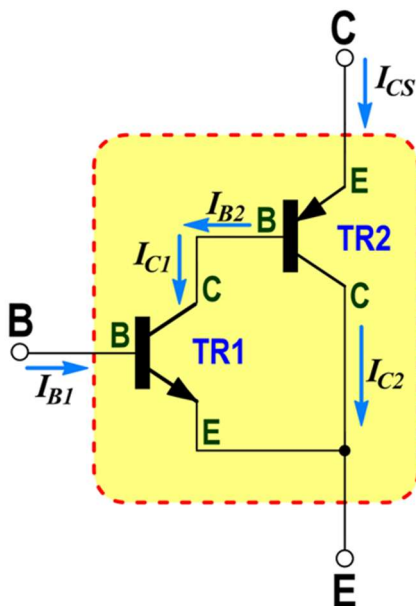


Fig. 4 – Fluxo das correntes no par Sziklai NPN

Resolvendo estas equações concluímos que

$$h_{FES} = I_{CS}/I_{B1} = h_{FE1} \times h_{FE2} + h_{FE1}$$

Deixo o desenvolvimento para os leitores mais curiosos, embora, sob o ponto de vista prático, ele não tenha utilidade.

O importante é observar que não aparece a adição da parcela referente ao h_{FE2} Darlington, logo o ganho de corrente do par Sziklai é ligeiramente menor que o ganho de corrente do Darlington.

Na prática, considera-se também o ganho de corrente do par Sziklai apenas como o produto dos h_{FE} dos dois transistores.

Uma diferença importante entre o Darlington e o Sziklai é a tensão base-emissor que, no caso do Sziklai, é da ordem de 0,7 V, como em qualquer transistor.

Para saber mais

O par Sziklai não é tão conhecido como o Darlington, por isso, mesmo que você seja um técnico experiente, principalmente, em amplificadores de áudio, não fique triste se não o conhecia.

Caso se interesse em saber mais sobre o assunto, sugiro o artigo de Rod Elliott, que pode ser encontrado no link abaixo.

<https://sound-au.com/articles/cmpd-vs-darl.htm>

P. S.:

1) Este artigo não foi escrito por IA

2) Um agradecimento especial ao amigo Prof. Max Durend pela elaboração das figuras apresentadas no artigo.



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, 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.

A ponte que partiu

Quando Zé Maria e Toninho chegaram na padaria do Mário, Carlito já estava quase terminando sua indispensável broinha de milho matinal com um café bem forte.

- O que aconteceu? perguntaram os dois: - deu formiga na cama?

- Nem dormi direito, respondeu Carlito. Aquela Samsung PL51F4000 está apresentando um curto que eu não descobri onde é.

Chegou com o fusível aberto ou, como dizem por aí, queimado, logo indicava algum componente em curto, pensei eu, no PFC ou na fonte.

Zé Maria, sempre do contra a consertar TVs de plasma, já foi dizendo:

– Eu falei que nem quero chegar perto destas coisas... O que levou Carlito a responder:

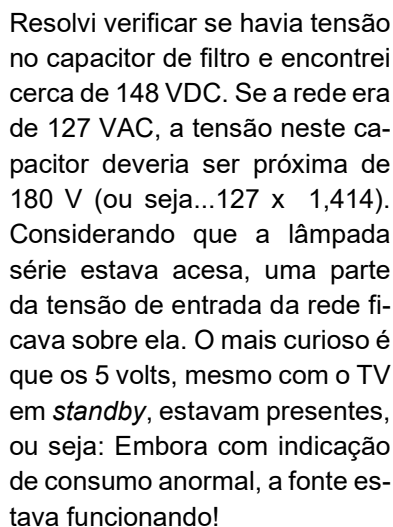
- Pois eu estou me especializando nelas. Aqui na região a turma foge delas como o coisa ruim foge da cruz e nós ainda vamos faturar muito com elas, vocês vão ver!

Chegando à oficina, Carlito começou explicando o que tinha feito no final do dia anterior. Muitas vezes, falar para alguém sobre um problema que nos aflige ajuda a encontrar a solução.

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

- Se a lâmpada não acendesse, poderia ser apenas um fusível desgostoso da vida ou, quem sabe, algum pico de tensão da rede elétrica que o varistor deixou passar.

- Já era fim de expediente. Dei uma olhada nos MOSFET da fonte que costumam entrar em curto, bem como em alguns capacitores SMD ali por perto. Por ali estava tudo bem.



- Final de expediente, cabeça cansada, desliguei tudo e fui embora para casa.

62

- Como dizia minha vó, lembrou Carlito, - se você tem um problema, durma com ele! Enquanto Toninho e Zé Maria analisavam os equipamentos que estavam pendentes de orçamento, escutaram Carlito gritando: EUREKA! EUREKA! É isso aí!

Os dois correram para ver o que tinha deixado Carlito tão eufórico enquanto este apontava para o quadro na parede em frente a sua bancada, com os três princípios básicos de Sherlock Holmes:

- 1) AS PEQUENAS COISAS SÃO INFINITAMENTE MAIS IMPORTANTES (SINTOMAS);
- 2) É UM ERRO GRAVE TEORIZAR ANTES DE TER OS DADOS (DIAGNÓSTICO);
- 3) QUANDO VOCÊ ELIMINAR O IMPOSSÍVEL, O QUE DEVE RESTAR, MESMO QUE IMPROVÁVEL, DEVE SER A VERDADE (SOLUÇÃO).

Zé Maria e Toninho olhavam o quadro na parede sem entender o que (para ser educado) “os ouvidos têm a ver com as orelhas”, enquanto Carlito mostrava as medições na ponte retificadora do televisor.



Figura 2



Figura 2A

- Estão vendo? Um diodo em curto dentro da ponte, simples assim! Acho que nunca vi uma coisa dessas, disse Toninho.

- Agora é só trocar a ponte, o fusível e “caso encerrado” ou, como dizem os gringos nos filmes de investigação criminal – “*case cold*” e o velho clichê: – Por que eu não pensei nisso antes? arrematou Carlito.

Da prática para a teoria

- Então, fiquei pensando, disse Carlito: Valeria a pena explorar este assunto à luz da teoria e entender o que acontece quando um diodo de uma ponte retificadora entra em curto? Poderia ser útil para os leitores do TVKX...

Montei uma gambiarra com quatro diodos, um resistor de 10 kΩ e um capacitor de 150 μF/400 V para fazer alguns testes.

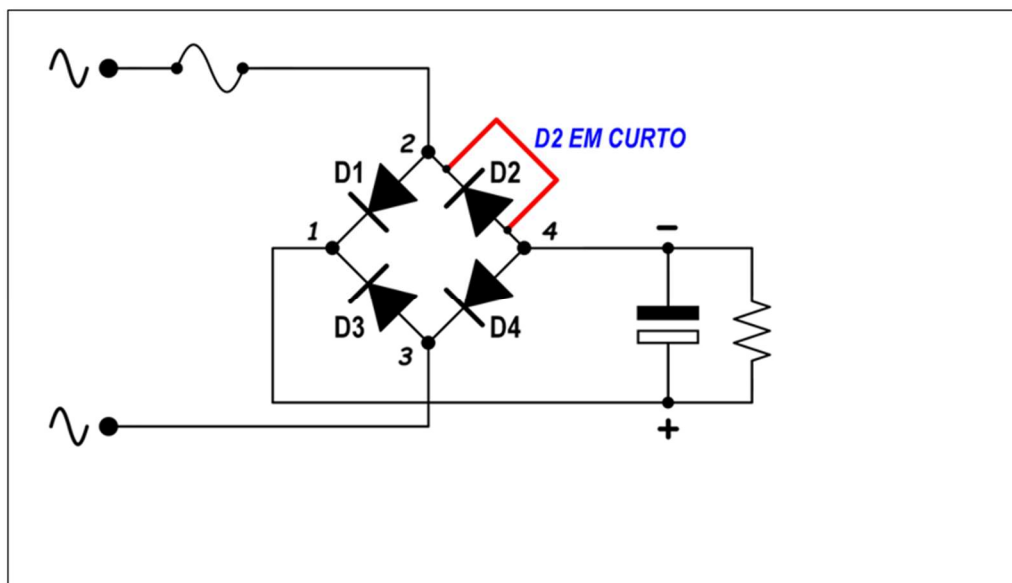


Figura 3 – Teste dos diodos

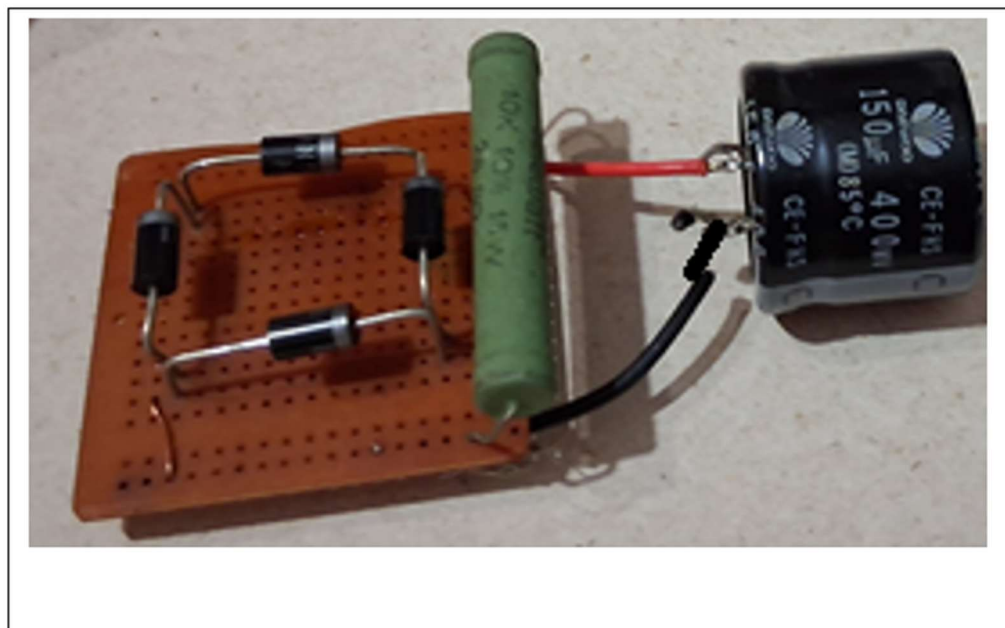


Figura 4 – Circuito experimental

- Vamos agora dar uma olhada na figura 5, onde temos o esquema interno de uma ponte retificadora.

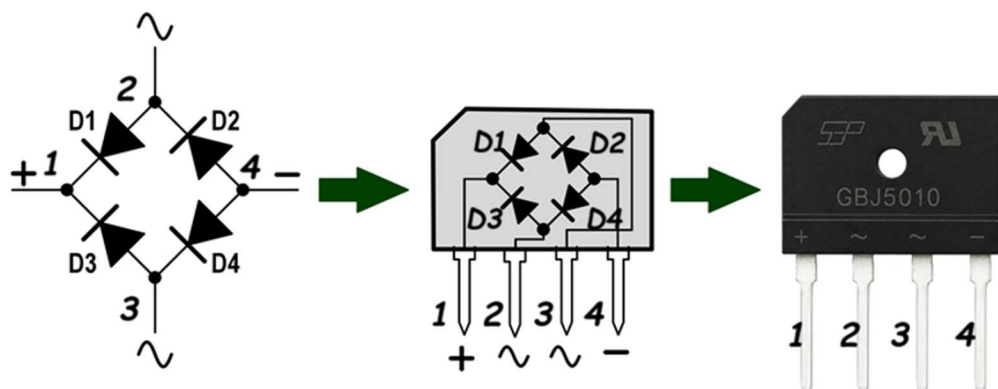


Figura 5 – Diagrama interno da ponte

- Na ponte deste televisor quem estava em curto era o diodo D2, que liga o pino 2, uma das entradas da rede, ao pino 4, negativo da tensão retificada, como vemos na figura 3.

- Reparem que no semiciclo positivo da tensão alternada de entrada o pino 2 estará positivo e portanto, D1 conduzirá, e a corrente circulará pela carga.

O pino 3 estará negativo, fazendo D4 conduzir, mas, como D2 está em curto, produz-se um curto-circuito na rede elétrica, abrindo o fusível.

Se colocarmos uma lâmpada incandescente no lugar fusível, ela acenderá e permitirá que o semiciclo positivo apareça sobre a carga, ou seja, o circuito se comporta como um retificador de meia-onda, como podemos ver na figura 6, da tela do osciloscópio, colocado sobre a resistência de carga, sem o capacitor de filtro.

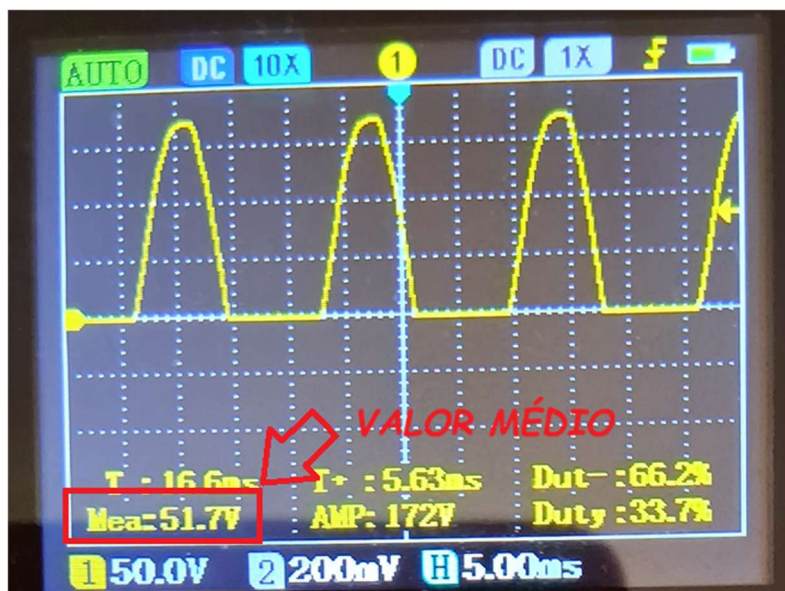


Figura 6

Considerando-se que passamos a ter um retificador de meia onda, a tensão DC medida na carga, sem o capacitor de filtro, será o valor médio de uma onda pulsante igual a $0,318 \times V_{\text{pico}}$ da tensão de entrada.

Quando colocamos a capacitor de filtro a tensão na carga passa a ser contínua, como vemos na figura 7.

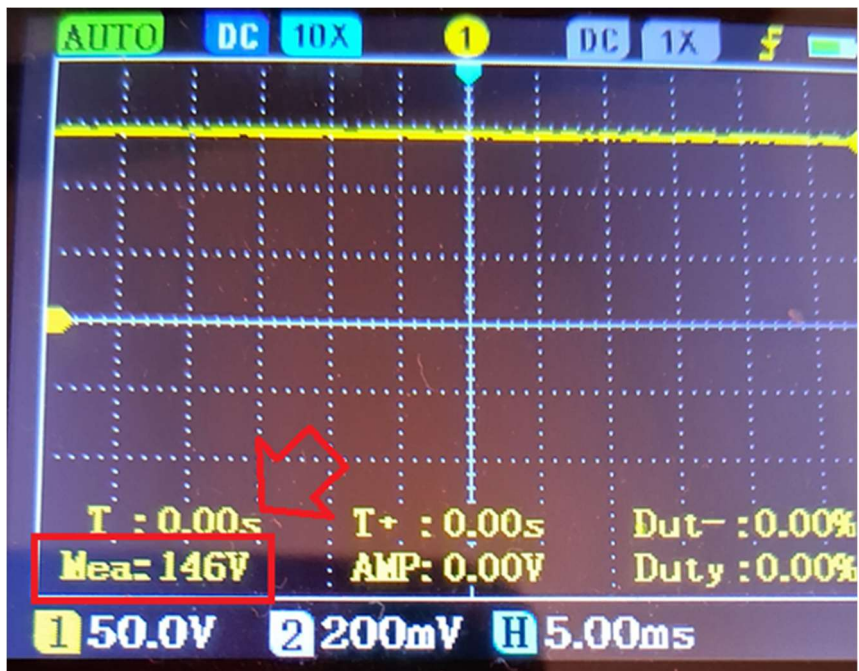


Figura 7

Conclusão, um diodo da ponte em curto produz uma retificação de meia onda, que permite que a fonte funcione com uma tensão mais baixa, se estiver ligada na lâmpada série para “segurar” o curto sobre a rede elétrica.

Muito bom, Carlito, disseram Zé Maria e Toninho, - matou a cobra e mostrou o pau!

Caso de oficina relatado por Alexandre Morgado (Aletronic)

Texto e foto: Paulo Brites

Agradecimento especial ao Prof. Max Durend pelos desenhos.