

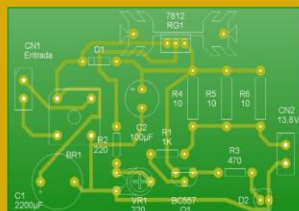


TVKX

ANTENNA

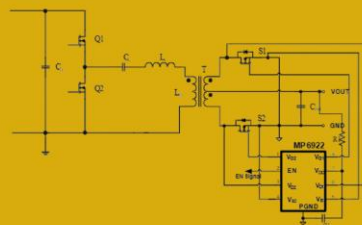
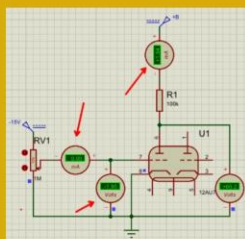
ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 10/26 (1282) outubro de 2026



CONHECENDO E UTILIZANDO OS CI's CONTADORES DIGITAIS

PARTE 02



NESTE NÚMERO:

**FENDAS NO TEMPO NA OFICINA
CARREGADOR DE BATERIAS
COM CONTROLE DE CARGA
DANTE EFROM... E OS MITOS
CONTADORES DIGITAIS - 2
O *BOOSTER* INFINITY MK I
O EFEITO EDISON
PAULO BRITES... E OS
RETIFICADORES SÍNCRONOS**

GABC do RADIO

ANTENNA

Número 10/26 – outubro/2026 – Ref. 1282

As edições impressas de Antenna, a partir de janeiro de 2021, podem ser adquiridas na livraria virtual UICLAP (www.ui-clap.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@ma-norc.com.br e WhatsApp: (051) 99731-1158.

COR DO MÊS – Outubro é o mês da cor **rosa**, da campanha de sobre o câncer de mama. Saiba mais [aqui](#).



<https://bvsmms.saude.gov.br/outubro-rosa-mes-de-conscientizacao-sobre-o-cancer-de-mama-2/>

NOTAS DA EDIÇÃO

Neste mês lembramos os PX e PY do Rio de Janeiro sobre o encontro será realizado no dia 13 de dezembro de 2026, segundo domingo do mês, em Vila Valqueire – Rio de Janeiro/RJ, com um convite muito especial aos rádio operadores “INATIVOS” - voltem a participar, reencontrem os amigos, liguem seus equipamentos e façam novamente parte dessa grande comunidade. Maiores informações em <https://www.facebook.com/share/v/19quggMqeo/>.

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 – Na Oficina – Fenda no tempo.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
3 - CQ-RADIOAMADORES – Carregador com controle de carga para bateria selada.....	<i>Ademir - PT9HP</i>
6 - DICAS E DIAGRAMAS – LII – Desmontando mitos e sanando dúvidas.....	<i>Dante Efrom - PY3ET</i>
18 – Conhecendo e utilizando os CIs contadores digitais – Parte 02.....	<i>Max Durend</i>
26 – O booster Infinity MK I.....	<i>Marcelo Yared</i>
37 - Princípio de funcionamento das Válvulas Eletrônicas - O efeito Edison.....	<i>José Carlos Bratfich Júnior</i>
41 – ABC do Rádio - Parte V	<i>Antenna</i>
57 - TVKX – Ondas.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
63 - APRENDA ELETRÔNICA - Retificação sem diodo, isso é possível?.....	<i>Paulo Brites</i>

Fenda no tempo



Se você gosta de filmes de ficção científica, provavelmente já assistiu “Fenda no tempo”, em que um avião com sua tripulação e passageiros são levados a um outro local, em outra época, devido à passagem por uma fenda no espaço-tempo. Talvez você não saiba, porém, as oficinas de eletrônica, provavelmente devido às radiações eletromagnéticas presentes ao redor de cada bancada, também são capazes de apresentar tal efeito, fazendo com que pequenos componentes, bem como porcas e parafusos, desapareçam sem deixar o menor vestígio.

Se alguma vez você observou tal efeito, é melhor continuar a leitura, de modo a poder se livrar de tal inconveniente.

Brincadeiras à parte, o fato é que volta e meia “desaparece” algum componente da bancada, obrigando a uma parada do serviço e ao técnico. de vassoura em punho. a “caçar” o fujão, que algumas vezes vai aparecer meses depois, escondido em algum canto da oficina.

Em se tratando de restaurações, a coisa piora, uma vez que a perda de, digamos, um parafuso de 2,5 M com rosca invertida, irá por em risco todo um trabalho que absorveu horas e mais horas de esforço.

Confesso que a minha bancada também tinha, faz pouco tempo, uma dessas “Fendas no tempo”, que me fazia dispendar minutos intermináveis caçando porcas, parafusos e eixos minúsculos, que teimavam em abandonar o conforto do tampo da bancada recoberto de fórmica e correr para o chão.

Tentei a solução mais rápida: Um “cercadinho” de madeira em toda a volta, o que se por um lado diminuiu as perdas e quedas, por outro criou uma área de desconforto ao apoiar os braços. Era preciso algo mais prático.

Enquanto ocasionalmente pensava no assunto, recebi para serviço um monitor LG de 19 polegadas, que teve sua tela substituída. Terminado o serviço, resolvi desmontar o conjunto da tela, principalmente para retirar e guardar (Não pergunte para que, pois também não sei...) aquele pedaço transparente de policarbonato.

Feito isto, separei as lâminas e as ferragens. Foi nesse momento que, observando melhor o que sobrou da tela, deparei-me com a blindagem posterior, que ficava presa por fita adesiva, e impressada pela tampa, à parte eletrônica do monitor.

Aquela espécie de bandeja, de aço zincado, medindo 43 x 25cm e perfeitamente plana era justamente o que eu estava à procura, já fazia um bom tempo.

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



Figura 1

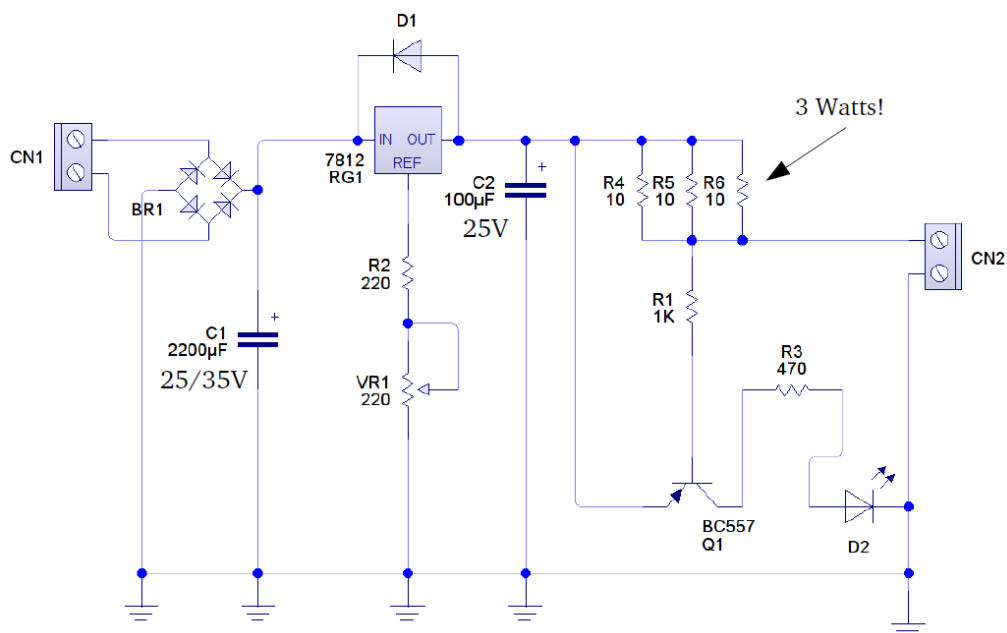


Figura 2

A partir dali, qualquer dispositivo eletrônico de dimensões reduzidas ou mais críticos passou a ser desmontado e reparado sobre a nossa bandeja, sem o risco de perda das peças ou componentes menores.

A figura ao lado mostra a nossa blindagem contra as “deformações do espaço-tempo” em pleno uso.

Carregador com controle de carga para bateria selada



Este carregador de baterias seladas (gel-ácido) não tem nada de especial e é um circuito muito fácil de se encontrar na internet e nos datasheet dos reguladores tipo LM7812.

Além de ser um carregador estabilizado, ele tem a característica de manter a carga da bateria quando esta atinge um certo limite, mais precisamente, quando a bateria está completamente carregada.

Para melhor entendimento do circuito, algumas considerações. Primeiramente o diodo D1 tem a função de proteger o circuito integrado no caso de um retorno de tensão da bateria quando o aparelho estiver desligado da tomada.

Como o CI regulador fornece 12 volts, um recurso muito utilizado nestas montagens é a função de R2 e VR1, que aumenta a tensão para um pouco mais de 12 volts, no caso, o que nos interessa, para 13,8 volts, o que garante a correta carga da bateria.

***A cargo de Ademir, PT9HP**

O controle da carga é feito pela polarização do transistor Q1 através dos resistores de potência e pelo resistor de 1 k Ω .

Quando a bateria estiver carregada, o LED (D2) irá se apagar, indicando carga completa. Mesmo assim, uma pequena corrente ainda circulará pelos terminais da bateria, mantendo-a sempre carregada.

É necessário um perfeito ajuste da tensão de saída, por isso, utilize um multímetro digital e regule para que a tensão do carregador esteja em exatos 13,8 volts. Quando você conectar a uma bateria plenamente carregada, o LED – se estiver brilhando – irá se apagar.

Se a bateria tiver com pouca carga, o LED irá dar seu pleno brilho, mas deverá se apagar quando a bateria estiver carregada. Se estas condições não acontecerem, é sinal que algo está errado em sua montagem.

O transformador deve fornecer 15 volts por, pelo menos, 1,5 ampère. Lembrando-se que este carregador é específico para as pequenas baterias seladas, que tem a corrente máxima em 7 ampères.

Abaixo os desenhos da nossa PCI. Os valores dos componentes estão no próprio esquema. Apenas os resistores comuns podem ser de ¼ de watts e os de 10 ohms, de potência, que devem ser para 3 watts e montados elevados da PCI pois esquentam um bocado.

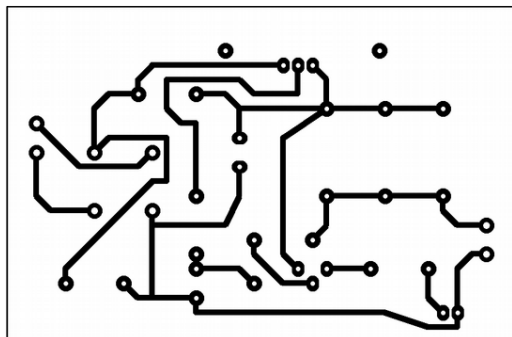
Os capacitores eletrolíticos podem ser de 25 a 35 volts, como no caso de C1, que deve receber uma tensão retificada em torno de 20 volts.

O *layout* mostra uma ponte retificadora comum, mas você pode usar diodos suficientes para a corrente requerida ou mesmo retificadores em linha, muito comuns em fontes chaveadas de computador ou placas de impressoras antigas.

A vantagem da usada nesse circuito é que eles têm o corpo em alumínio, que funciona como dissipador.

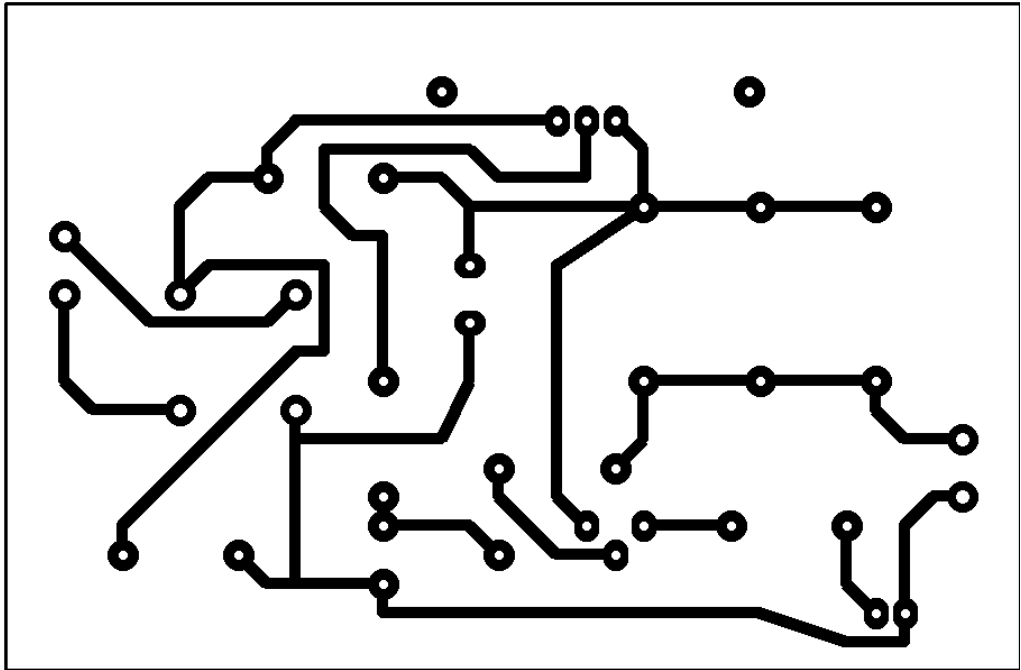
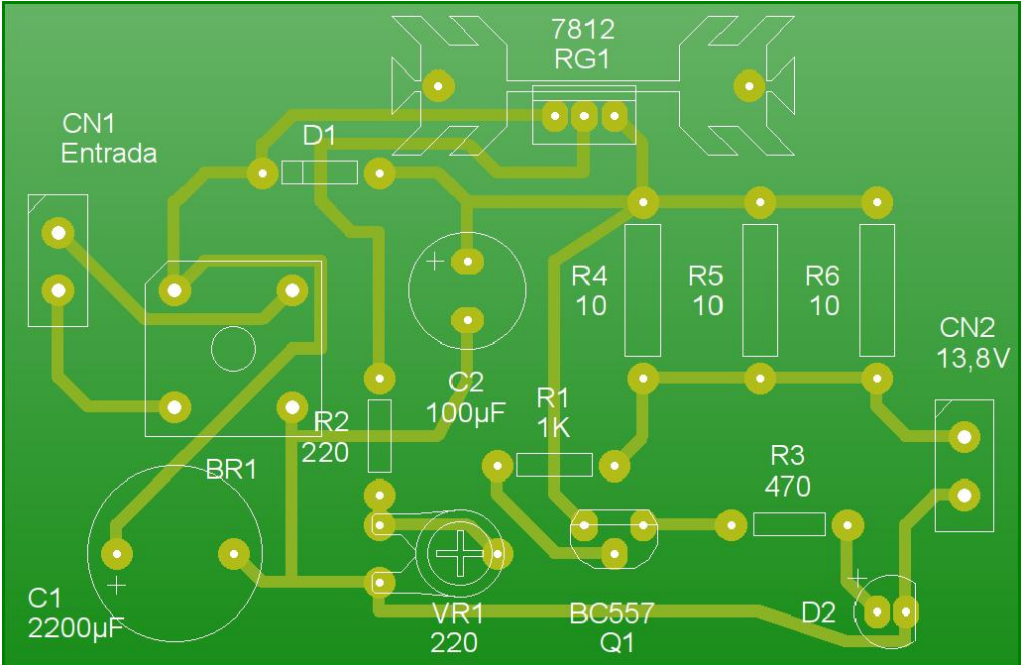
Sim, você pode usar um dissipador nele, ou até mesmo um pequeno ventilador de fontes de computador, preso na caixa de montagem para forçar a saída do ar quente.

Segundo nossos cálculos, a placa terá 9 centímetros de largura, obviamente incluindo



o quadro ou retângulo do layout. Se você reduzir ou imprimir a página em formato A4, meça para ver se os componentes se encaixam nos seus respectivos terminais, especialmente o regulador LM7812 e o trimpot.

O desenho ao lado é o tamanho real, vendo-se as trilhas em transparência. Se imprimir na laser, está pronto para “carimbar” na sua PCI.



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*



Desmontando mitos e sanando dúvidas



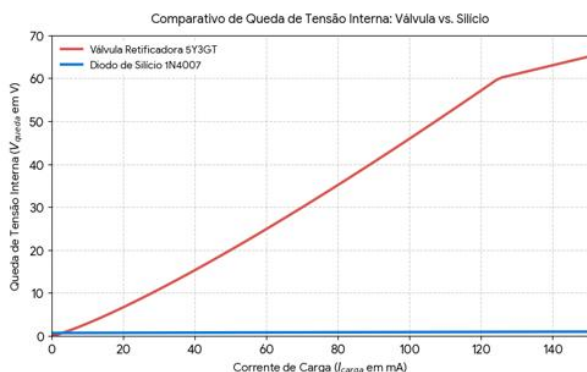
Nem tudo o que circula nas redes, a respeito de retrônica, pode ser considerado rigorosamente correto. Melhor é tentar confirmar nos livros e revistas — além de pesquisar nos manuais antigos — se a informação apresentada tem fundamentação técnica ou se não passa de um mito. Nesta edição aproveitamos para descrever também alguns detalhes interessantes sobre o Deutscher Kleine-Empfänger DKE38, um dos mais icônicos rádios populares alemães.

“É melhor substituir válvulas retificadoras por diodos de silício nos rádios antigos”, é uma afirmação que se ouve frequentemente. Não é bem assim: pouquíssimas vezes a troca será inteiramente vantajosa. Ao contrário, a adaptação de diodos de silício em circuitos dos velhos tempos pode causar danos em componentes ou sérios problemas no funcionamento de aparelhos valvulados clássicos. Não será suficiente introduzir um resistor em série para “baixar a voltagem”.

Primeiramente: a substituição de válvulas retificadoras por diodos de silício **não é uma restauração**. Pode ser uma modificação ou adaptação, mas nunca será uma restauração. Restaurar é respeitar as características originais do objeto. Em segundo lugar, é melhor pensar bem antes de modificar um receptor antigo, adaptando-lhe diodos retificadores. Entre novatos é comum a improvisação de “modernizações” nas fontes de valvulados. Os resultados podem ser desastrosos.

*** Dante Efrom (PY3ET). Antennófilo e radioamador. Entusiasta e admirador de elétrons brilhando no escuro. Em feixe e controladamente, bem entendido.**

Como comentamos diversas vezes, a substituição de válvulas retificadoras por diodos de silício pode causar problemas decorrentes de sobretensões e de surtos elevados de corrente no circuito. Válvulas retificadoras de aquecimento indireto (e mesmo as de aquecimento direto) levam alguns segundos para aquecer, liberando a tensão de +B de forma gradual. Funcionam como um dispositivo **soft start**, de partida suave. A tensão sobe devagar à medida que o filamento da retificadora aquece.



Figuras 1, 2 e 3. Na linha azul, quase colada na base do gráfico, está representado o funcionamento de um diodo de silício tipo 1N4007. A linha vermelha representa o funcionamento de uma válvula retificadora como a 5Y3GT (foto à direita). Válvulas liberam a alta tensão de uma fonte de alimentação de forma gradual: a tensão sobe devagar, à medida que o filamento ou catodo da retificadora aquece. O diodo de silício joga a tensão máxima no circuito praticamente no milissegundo em que o rádio é ligado.

Atuando como retificadoras, válvulas apresentam queda de tensão no funcionamento, devido à sua resistência interna relativamente alta. Em retificadora tipo 5U4, por exemplo, a queda de tensão pode ir de 44 a 50 volts, dependendo da carga. Numa 5R4 a queda de tensão pode chegar a 60 volts ou até mais, conforme a corrente. Numa 5AR4/GZ34 (à direita, na **figura 1**) a queda pode ser em torno de 10 a 20 volts sob carga.

É uma válvula mais eficiente. Por esta razão era uma das preferidas nos circuitos mais elaborados de amplificadores de áudio.

Já os diodos de silício tipo 1N4007 têm uma queda de tensão de apenas 0,7 a 1 V por junção, ou seja, quase não haverá perda de tensão em comparação com as válvulas. Isso significa que em receptores antigos, alterados para operação com diodos, a “partida suave” proporcionada pela válvula retificadora fica prejudicada. A carga dos capacitores eletrolíticos ocorrerá quase instantaneamente, com alto pico de tensão.

Esse **peak charging** dos capacitores eletrolíticos será prejudicial, especialmente nos circuitos de fontes de alimentação de rádios antigos. Os capacitores eletrolíticos, por exemplo, precisarão ser redimensionados quanto à isolação. O surto de tensão pode chegar a mais de 450 V na saída da fonte, em especial se esta estiver com baixa carga no momento que for ligada.

Não se pode esquecer também que muitos rádios antigos foram projetados para uso em tensões alternadas de 115 V. Caso o aparelho seja ligado na rede atual de 127 V nominais (que podem chegar a 133 V), com diodos, dependendo do circuito, a fonte poderá apresentar picos de mais de 500 V em sua saída.

Os capacitores eletrolíticos certamente terão excedidas as suas tensões de operação máxima, mas não apenas eles sofrerão com sobretensões no caso da adoção de diodos adaptados no circuito. Outro problema surgido é que as válvulas restantes do aparelho possivelmente passarão a operar fora das tensões/polarizações típicas recomendadas.

Mais importante ainda: com diodos de silício, cuja condução é praticamente instantânea, as válvulas do equipamento passam a receber a alta tensão sem estarem suficientemente aquecidas.

Quando as válvulas recebem alta tensão nas suas placas antes mesmo de estarem aquecidas para conduzir corrente, o risco é a abreviação da sua vida útil, pela deterioração progressiva da superfície emissiva do catodo.

Durante o início do aquecimento o catodo ainda não consegue fornecer a corrente normal de elétrons. Se a tensão de placa já estiver presente, pode ocorrer o chamado **cathode stripping** (desprendimento da camada emissiva).

A adoção de um “resistor maior” em série com os diodos é uma solução capenga. O grande problema é o tempo. Como os diodos conduzem instantaneamente, a AT de +B estará presente no circuito abruptamente — antes que todas as válvulas aqueçam. Uma válvula retificadora, ao contrário, por causa de sua resistência interna, atuando como uma carga dinâmica, proporciona a “partida suave”, com elevação gradual da tensão de saída. Destaque-se ainda que alguns tipos de retificadoras (como as 5AR4/GZ34, EZ80, EZ81, 6X4 etc foram projetadas para apresentarem proteção de atraso, ou seja, **warm-up** com tempo especial, controlado, de *aquecimento suave e gradual*. Isto é, são válvulas especialmente desenvolvidas para que o aquecimento fosse progressivo.

Alterando-se a fonte para diodos que conduzem instantaneamente, essa vantagem deixa de existir — causando impacto em capacitores eletrolíticos, às outras válvulas e até no transformador, por correntes de surto e tensões elevadas, altamente prejudiciais, surgidas na energização.

Melhor será sempre usar válvulas nos circuitos originalmente projetados para válvulas. Deixemos os diodos para uso nos circuitos previstos para diodos. A substituição de uma retificadora por diodo de silício não produzirá uma fonte idêntica.

Mesmo que se adotem macetes como um resistor para imitar uma queda de tensão no funcionamento, perde-se justamente o comportamento transitório de partida. Ao substituir-se a válvula retificadora por diodos temos, como vantagem, uma menor queda de tensão direta e praticamente nenhuma dissipação de potência no elemento retificador. Em contrapartida, altera-se o regime elétrico para o qual transformador, capacitores, demais válvulas e componentes foram originalmente dimensionados.

O estágio de saída de áudio é provavelmente o mais prejudicado. Se antes uma fonte com 5Y3 fornecia 250 V sob 35 mA, produzindo alta tensão com partida naturalmente progressiva, com diodo de silício a tensão +B aumentará significativa e instantaneamente. Os eletrolíticos com pouca margem de segurança passarão a operar acima da tensão nominal. A corrente de fuga será maior, com maior aquecimento e, em casos extremos, sofrerão ruptura.

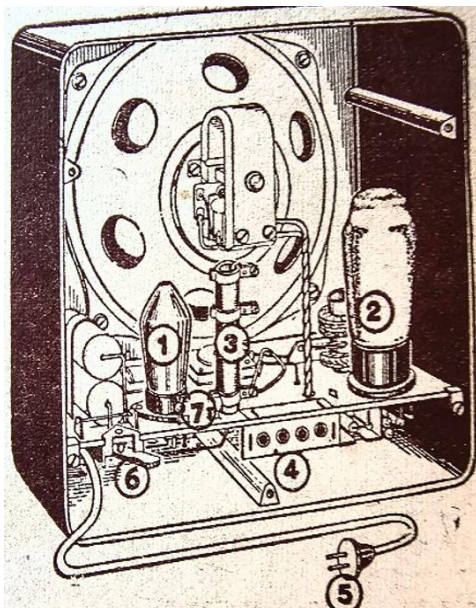
A corrente de surto será muito maior no momento da ligação. Se a resistência interna da 5Y3 desaparece, a elevação de +B significará aumento da tensão de placas, sobretensão de **screen**, resistores de polarização, aumento de tensão sobre transformadores de saída etc.

Assim, um receptor que funcionava perfeitamente com uma determinada válvula retificadora poderá apresentar sobretensão generalizada, em especial se um eventual resistor em série, improvisado para a conversão, não for cuidadosamente dimensionado para a nova dinâmica da fonte.

Há muitas outras desvantagens, ainda, a considerar. É importante ressaltar que a substituição de válvulas retificadoras por diodos **raramente será uma modificação neutra** — especialmente em receptores antigos. Substituir válvulas retificadoras por diodos não é exatamente um aprimoramento. É uma modificação do projeto original que traz algumas vantagens, mas também grandes desvantagens. Além de determinar a redução da vida útil de componentes, em clássicos antigos valvulados essa modificação não será uma **restauração**. Desvalorizará a obra original.

“O famoso ‘Receptor do Povo’ servia apenas para a sintonia de estações locais?”. Não, esse é outro mito recorrente. Os receptores populares alemães, conhecidos também como **“Volksempfänger”**, utilizados como ferramenta de propaganda nos sombrios anos do regime nazista, podiam, sim, receber sinais de estações distantes, até do exterior.

O circuito do receptor é tosco, mas não se pode afirmar que servia apenas para a recepção das estações locais. Um DKE38, por exemplo, era propositalmente simples. O objetivo principal do **Volksempfänger** era **ser barato**. O projeto visava **a produção em massa**. Não impedia a captação de sinais fortes de emissoras estrangeiras como a BBC. Não sintonizava apenas as estações locais de forte intensidade.



Figuras 4 e 5. O célebre “Deutscher Kleinempfänger”, DKE38, lançado na década de 1930, na Alemanha. Mesmo não representando nenhum grande avanço tecnológico, milhões de aparelhos tipo “Volksempfänger” (Receptor Popular Alemão) foram vendidos. (1) Retificadora tipo VY2. (2) Válvula dupla tipo VCL11. (3) “Voltage regulator” (resistor). (4) Conector de antena/terra. (5) Cabo de alimentação. (6) Chave liga-desliga. O receptor popular alemão era basicamente um circuito com detector regenerativo. No painel frontal, o botão esquerdo funcionava como “controle de volume” variando o acoplamento da bobina de antena/grade da detectora. O botão central, em formato de disco, comandava a sintonia num variável de fibra e plástico. O botão da direita controlava a regeneração. — (Foto do DKE38: cortesia do pesquisador, restaurador e colecionador Joacir Souza. Ilustração: “Radio & Television Retailing”).

O DKE38 utilizava apenas duas válvulas: **VCL11** (detectora/saída de áudio) e **VY2** (retificadora).

A Alemanha dos anos 1930 era um dos países mais adiantados na tecnologia de receptores de rádio. Provavelmente possuía alguns dos melhores engenheiros de rádio do mundo na época, mas nos projetos dos **Volksempfänger** o propósito não era a sofisticação e o desempenho elevados.

Houve uma versão do rádio, a **DKE38b** que funcionava com três válvulas. Na mesma época empresas como a Telefunken produziam receptores super-heteródinos sofisticados, com excelente sensibilidade e seletividade, destinados ao mercado interno como à exportação.

A grande meta dos receptores populares alemães era obter uma fabricação a mais econômica possível, com o maior número de unidades possível. Era um projeto extremamente simplificado, primordialmente mirando o **barateamento do custo de fabricação**.

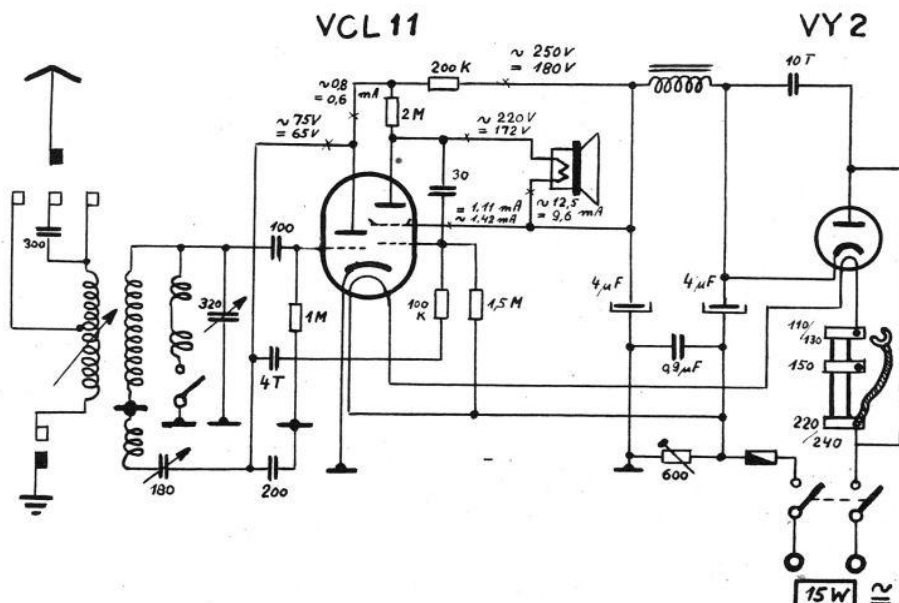


Figura 6. Diagrama esquemático original do receptor regenerativo tipo DKE38. Era um projeto “minimalista”, mas perfeitamente capaz de propiciar recepção de sinais de emisoras do exterior, se usado com válvulas novas, antenas compridas e se manuseado com habilidade.

Como bem sabem os colegas montadores e experimentadores, mesmo circuitos regenerativos simples são capazes de oferecer desempenhos surpreendentes, se empregados com conexão de antena e de terra eficientes — e com um ajuste cuidadoso do ponto de regeneração.

No regenerativo, parte do sinal recebido é reintroduzido na entrada. Isso pode causar oscilação, mas se o ajuste é feito um pouco abaixo do ponto em que o circuito começa a oscilar, a sensibilidade de recepção é aumentada extraordinariamente.

Os radioamadores alemães buscavam extrair o máximo desempenho dos regenerativos, ajustando a regeneração cuidadosamente, aperfeiçoando o circuito de acoplamento à antena ou fazendo substituições por válvulas de RF de maior ganho.

O receptor popular alemão não foi projetado para apresentar “baixa sensibilidade”, mas era muito dependente da instalação e de um manuseio eficiente. Com uma boa antena (15 a 30 metros) era perfeitamente capaz de sintonizar o sinal da BBC, em especial a poderosa estação de Droitwich, na Inglaterra (que chegou a operar com 800 kW), a cerca de 600 km de distância da Alemanha, durante o dia, transmitindo na frequência de ondas longas de 200 kHz.

Quando no DKE38 era sintonizada a frequência de 191 kHz, da rádio estatal alemã, a **Deutschlandsender**, o ouvinte alemão precisava apenas girar ligeiramente o botão de sintonia para o lado, para encontrar o sinal da BBC em 200 kHz.



Figura 7. Foi no dia, 6 de setembro de 1934 que a BBC de Droitwich, entrou em operação. Os sinais da estação eram facilmente sintonizados nos DKE, *Deutscher Kleinempfänger*, e nos VE, *Volksempfänger*, os receptores populares alemães. A estação de ondas longas da BBC de Droitwich, localizada em *Worcestershire*, desempenhou um importantíssimo papel durante a Segunda Guerra. O transmissor de ondas longas da BBC foi desligado recente e definitivamente em 30 de junho passado. O local tinha sido repassado à Arq viva, uma empresa britânica do ramo de telecomunicações. — (Fotografia: “History of the BBC”).

Em ondas médias e ondas curtas também era perfeitamente possível sintonizar os sinais do **BBC World Service**. O transmissor de Droitwich não era a principal ou a melhor ferramenta da BBC para colocar sinal na Alemanha antes e durante a Segunda Guerra.

Embora sua potência fosse massiva e cobrisse boa parte da Europa Oriental, houve um problema estratégico: ele podia servir como guia de navegação (radiofarol), para os bombardeiros alemães da *Luftwaffe* se localizarem à noite sobre o Reino Unido.

Em consequência, a BBC, durante a guerra desenvolveu uma rede sincronizada secreta em ondas médias e recorreu também às ondas curtas (transmitidas de pontos como Woofferton e Skelton), para penetrar profundamente na Alemanha.

A rede sincronizada, denominada **Group Transmitter System**, operava alterando o ponto de transmissão do sinal. Um outro transmissor, de ondas médias, localizado em Ottringham, na costa leste da Inglaterra, operava com 800 kW para “esmagar” as interferências nazistas dentro da Alemanha.

As diversas estações da rede sincronizada do sistema de defesa inglês transmitiam na mesma frequência, para enganar os bombardeiros. Antes o sinal de rádio podia ser sintonizado usando antenas goniométricas, para triangular a posição do alvo.

O transmissor de Droitwich, por exemplo, seria um sinal de radiofarol perfeito para os bombardeiros alemães da Luftwaffe chegarem até Londres ou Birmingham.

Para anular essa vantagem tática aos alemães, sem precisar desligar os seus transmissores, a BBC implementou já no primeiro dia de guerra (1.º de setembro de 1939, o *Group Transmitter System*.

Nesse sistema os transmissores foram agrupados para transmitir exatamente o mesmo programa, na mesma frequência. Se um bombardeiro tentasse sintonizar uma determinada frequência para descobrir onde ficava a localização da Inglaterra, os ponteiros dos instrumentos de navegação alemães apontavam direções erráticas. Giravam sem rumo definido.

Os sinais de diferentes cidades se sobrepunham e anulavam as indicações.

Curiosamente isso facilitou para que a programação da BBC estivesse sempre disponível nos receptores populares alemães.

Se os aviões se aproximavam de uma cidade específica, como Bristol, por exemplo, o transmissor daquela área era desligado instantaneamente e o sinal passava a vir de outros transmissores (como da Escócia). O ouvinte em terra pouco sofria: o sinal era substituído por alguma outra estação forte da rede inglesa. O ouvinte continuava ouvindo o mesmo programa —, mas o piloto no ar perdia a referência geográfica.

Alto-falantes antigos não são iguais aos de hoje. Entre os principiantes nas coisas da retrônica um equívoco frequente é o de tentar improvisar na substituição de alto-falantes antigos por outros de tipos modernos. Não são componentes iguais, ao contrário. E isso longe estará, igualmente, de poder ser classificado como uma restauração.

O alto-falante do DKE38 é de **armadura móvel**, funcionando com lâmina ou **palheta**. Não é um alto-falante eletrodinâmico de **bobina móvel** e baixa impedância como os que se tornaram padrão nos rádios super-heteródinos após a Segunda Guerra. Suas características elétricas e suas construções são muito diferentes.

O alto-falante adotado nos receptores populares alemães é talvez o componente mais crítico para a restauração do aparelho.

A seção de potência da válvula VCL11 trabalhava alimentando diretamente a bobina do alto-falante. Por questão de economia, não há transformador de saída. A placa da válvula é ligada diretamente ao alto-falante. No DKE38 o alto-falante é de impedância muito elevada para oferecer uma carga próxima da ideal, em torno de 15 kΩ a 17 kΩ (dependendo do ponto de operação) para a VCL11.

Com isso os engenheiros conseguiram eliminar um dos componentes mais caros do receptor, o transformador de áudio, barateando o custo de produção sem sacrificar em demasia o funcionamento básico do aparelho. Foi uma solução engenhosa, para um rádio que buscava ser produzido em massa e com custo o mais baixo possível.



Figuras 8 e 9. Nesta versão do rádio DKE, Deutscher Kleinempfänger (à esquerda), com três válvulas, o “Lautsprecher” (alto-falante) é com ímã permanente em forma de ferradura. Houve versões com ímã em forma de bloco, quadrado ou outros com um ímã tipo “Topfmagnet” (em copo ou “pote”), provavelmente fornecidos por fabricantes diferentes. — (Fotografia: cortesia de Joacir Souza, especial para ANTENNA). À direita aparece um Duocone da Philips. Por fora a aparência dos Duocone era idêntica, mas a impedância do alto-falante podia ser de 5, 400 e 800 ohms. Os de impedância mais elevada eram utilizados em circuitos de áudio tipo OTL, Output Transformerless, sem transformador de saída. Alto-falantes comuns de baixa impedância não podem ser utilizados em circuitos OTL. No Brasil um dos casos mais famosos de equipamento OTL foi o do sofisticado radiofônografo Philips modelo F7R82A. O DKE38 era um rádio “OTL”.

A adoção de um alto-falante de alta impedância foi um recurso engenhoso, mas que apresenta dificuldades, em termos de restauração do aparelho, na atualidade. A **resistência ôhmica** (CC) da bobina do transdutor é de aproximadamente 2.000 Ω . A **impedância** é de 17 k Ω . Como a corrente de placa da VCL11 é relativamente baixa (da ordem de 10 mA no DKE38), adotou-se fio bem fino e número elevado de espiras no enrolamento. Restaurar um alto-falante como o dos rádios populares alemães é possível, em tese, mas na prática não será tarefa fácil. Repetindo: muitos alto-falantes antigos não têm equivalentes na atualidade. Será preciso restaurá-los.

Desfazendo a confusão entre resistência ôhmica e impedância. São duas grandezas diferentes, embora ambas sejam medidas em ohms (Ω). Os principiantes frequentemente confundem as duas. A **resistência ôhmica** de um alto-falante como o do DKE38 é de 2.000 Ω . É a resistência elétrica do fio da bobina medida normalmente com um ohmímetro (CC). Depende do tipo do material, do comprimento e da bitola do fio. Um alto-falante com bobina especificada para 8 Ω de impedância, pode apresentar, ao ser medido com um multímetro, apenas 5 Ω ou 6 Ω de resistência.

Já a **impedância**, cujo símbolo é a letra “**Z**”, é a oposição que a bobina do alto-falante oferece à passagem de uma corrente alternada como o sinal de áudio. Além da resistência do fio, a impedância inclui os efeitos da indutância da bobina e, em determinadas frequências, das características/parâmetros do próprio alto-falante.

A impedância varia com a frequência. Geralmente a impedância ou **Z** do alto-falante é medida na frequência de 1.000 Hertz (1 kHz). Essa distinção entre resistência e impedância é particularmente importante nos receptores.

A impedância do alto-falante do Deutscher Kleinempfänger é de 17.000 ohms, compatível com a impedância de carga que o estágio de saída do rádio foi projetado para trabalhar.



Figuras 10 e 11. Magnífico exemplar de receptor popular alemão, versão VE, restaurado por Marcelo Cipulo Almeida, de São Paulo, pesquisador, colecionador, restaurador, além de colaborador de ANTENNA. Até a etiqueta foi recuperada: advertia o cidadão alemão para a proibição de sintonizar estações estrangeiras, sob “pena severa de prisão por ordem do Führer”.

A medição da resistência ôhmica com o multímetro serve para detectar a continuidade, para verificar se a bobina não está interrompida — ou, com bons medidores, se está com espiras em curto.

A resistência ôhmica é medida em corrente contínua. A impedância é o comportamento perante a corrente alternada e depende da frequência. Ambas são expressas em ohms (Ω), mas não são a mesma coisa, nem devem ser usadas indistintamente.

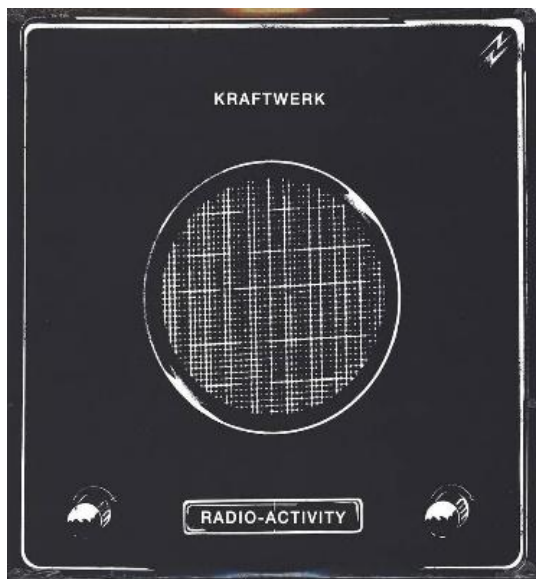


Figura 12. O mito de que estações estrangeiras não podiam ser recebidas com o Volksempfänger persiste até hoje. Apesar de extremamente simples, o aparelho possibilitava a recepção de sinais de emissões estrangeiras como as da BBC. A estação inglesa em sua programação em alemão divulgava instruções sobre como melhorar a recepção dos seus sinais, como montar um estágio pré-seletor no receptor ou sobre como adaptá-lo para ondas curtas. Curiosidade: o icônico Volksempfänger serviu de inspiração para a capa do disco da Kraftwerk (algo como “Usina de Força”), intitulado Radio-Activity, em 1975, banda do gênero experimental-pop.

Esse é um erro comum, cometido por “marinheiros de primeira viagem”. Como já comentamos em edições anteriores de ANTENNA, há alto-falantes, como os Duocone da Philips (v. **figura 9**), cuja aparência externa é idêntica, mas com impedâncias bem diferentes, de 5, 400 e 800 ohms.

Alto-falantes de alta impedância não são mais fabricados na atualidade. Reparador novato precisa estar bem atento para não substituir um alto-falante antigo, de alta impedância, por um moderno de baixa impedância. O resultado será catastrófico no aparelho.

Evite a tentação de comprar “barganhas” na internet que utilizem alto-falantes especiais de alta impedância. Antes da aquisição providencie a documentação técnica do aparelho. Estude o material atentamente. Caso o modelo pretendido seja com circuitos do tipo sem transformador de saída, OTL, será comprar gato por lebre se os alto-falantes estiverem danificados.

A restauração de alto-falantes de alta impedância muitas vezes será uma tarefa praticamente impossível, mesmo para especialistas, salvo que se consigam alto-falantes idênticos, com a bobina de alta **Z** em bom estado, em sucatas.

Outras vezes a solução será a modificação da topologia OTL para ultralinear, com transformador, por exemplo, mas com o ônus de descaracterizar completamente a originalidade do circuito de saída do aparelho.

No Terceiro Reich, dezenas de empresas foram licenciadas para a fabricação dos rádios populares da Alemanha. Entre esses fabricantes estavam: AEG, Blaupunkt, Braun, Graetz, Loewe, Mende, Nordmark, Philips, SABA, Schaub, Siemens, Telefunken, Wega e diversos outros.

Praticamente todos os principais fabricantes alemães foram obrigados a produzir os *Volkempfänger*. A fabricação era encomendada pelo Ministério da Propaganda nazista.

A determinação era para que seguissem o projeto básico do receptor, da forma mais barata e básica possível, contendo apenas o estritamente necessário para fazê-lo funcionar — tudo para viabilizar a produção em massa.

Algumas empresas adotavam modificações nos componentes para baratear o custo do receptor. Não havia chave de onda, potenciômetro ou reostato. O emprego de metais foi reduzido ao mínimo.

Alguns contatos elétricos eram parecidos com cliques para papéis. Os terminais dos soquetes eram feitos com lâminas finas. O maior componente usando metal era a peça que servia para o ímã do alto-falante.

Há diversos exemplares de “Rádios do Povo” originais no Brasil. Os rádios populares alemães são obras de interesse histórico, antes que maravilhas da técnica. Eram de simplificação intencional, como explicado, motivada por razões econômicas e políticas.

Foi uma das ferramentas mais fortes do Ministério da Propaganda. Não representavam o topo de linha da tecnologia: as limitações técnicas foram impostas mais pela política do que pela capacidade da engenharia disponível na época.

Sintonizar estações estrangeiras passou a ser crime gravíssimo. Em 1939 o regime nazista promulgou o decreto sobre “crimes de radiodifusão”, intitulado *Verordnung über außerordentliche Rundfunkmaßnahmen*. Ouvir as chamadas “*Feindsender*” (emissoras inimigas) resultava em penas severas de prisão. Em caso de compartilhamento de informações divulgadas pelas estações aliadas ou de informações que desmoralizassem o regime, havia o risco de pena de morte.

Para lembrar a população do perigo, os rádios saíam da fábrica com uma etiqueta vermelha, presa ao cabo de alimentação ou afixada no painel, alertando os cidadãos alemães sobre a proibição de sintonizar as transmissões de rádio vindas de outros países (v. **figuras 10 e 11**).

Seus dizeres, em tradução livre:

— “**LEMBRE-SE: Ouvir emissoras estrangeiras é um crime contra a segurança nacional do nosso povo. Tal ato será punido com severas penas de prisão, por ordem do Führer.**”

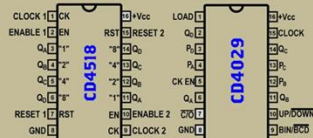
A própria advertência serve de prova: o Rádio Popular Alemão possibilitava, sim, a sintonia de estações estrangeiras.

Era o que tínhamos para esta edição! Gratos pela companhia. Até a próxima, com mais mitos X fatos a respeito do mundo da retrônica!



CONHECENDO E UTILIZANDO OS CI's CONTADORES DIGITAIS

PARTE 02



Max Durend*

Continuando a análise de CI's contadores digitais, iremos, neste artigo, explorar as formas de fazer o CI 4029 contar até um valor determinado específico.

Além disso, iremos conhecer o CI CD4017, que é um contador sequencial (Contador Johnson) com 10 saídas decodificadas e que apresenta inúmeras aplicações práticas tais como sequenciais e chaves Toggle para acionamento de cargas.

Iremos ver algumas aplicações com estes CI's. Então, vamos começar!

FAZENDO O CI CD4029 CONTAR ATÉ UM VALOR ESPECÍFICO E RETORNAR A ZERO:

Como vimos na primeira parte deste artigo, o CI CD4029 pode contar em binário e em BCD através de uma seleção lógica de forma crescente e decrescente. Além disso, podemos presetar um valor binário no qual o contador pode iniciar a contagem utilizando as entradas de carregamento (**PA** a **PD**), através do acionamento da entrada **LOAD**. Como o CI não tem uma entrada **RESET** independente, quando quisermos iniciar a contagem em ZERO (**QA**, **QB**, **QC** e **QD** iguais a zero) teremos que carregar este valor através das entradas de carregamento antes de iniciar a contagem. Isso pode ser feito de forma automática ao ser estabelecida a alimentação no circuito através de uma malha RC ligada a entrada **LOAD**.

Porém, podemos determinar até qual valor o contador poderá contar antes que o mesmo atinja o valor Máximo da contagem (1001 no caso do contador BCD ou 1111 no caso do contador binário).

Para isso, tomaremos o estado seguinte da tabela verdade das saídas do contador, imediatamente após o valor máximo que desejamos que o contador atinja e, através do acionamento da entrada **LOAD**, ressetamos o contador. Por exemplo, se desejarmos que o contador conte até 6 (0110) e volte a zero, pegaremos o estado seguinte a este valor que seria 7 (0111) e aplicaremos em uma porta AND, cuja saída acionará a entrada **LOAD** com nível lógico 1, fazendo o estado 0000 presente nas entradas de carregamento (**PA** a **PD**) ser transferido para as saídas do contador, reiniciando a contagem. Observe a figura 01, onde mostramos a tabela verdade das saídas do contador (estados das saídas) e o circuito implementado para fazer o CI CD4029 contar de 0 a 6.

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

DECIMAL	BCD			
DEC	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

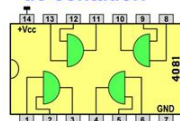
RESET DO CONTADOR

SAÍDAS DO CONTADOR

PEGAMOS AS SAÍDAS DO CONTADOR QUE ASSUMIRÃO NÍVEL LÓGICO 1 E APLICAMOS AS ENTRADAS DA PORTA AND.

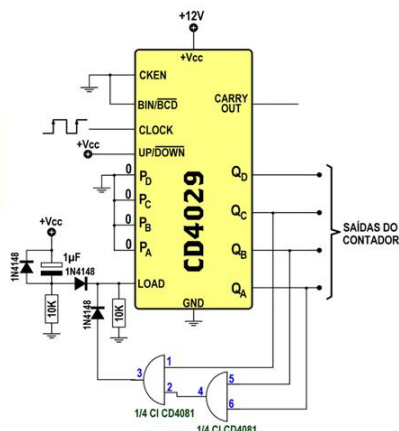
Quando o contador tender a este estado o mesmo será resetado (0000).

Tabela de Estados das saídas do contador.



Pinagem do CI CD4081 (4 portas AND de 2 entradas)

CONTADOR DE 0 A 6



Circuito do Contador de 0 a 6 implementado com o CI CD4029.

Figura 01 – Tabela dos estados de saída do contador e o circuito implementado para a contagem de 0 a 6

O mesmo raciocínio pode ser utilizado para fazer o contador CD4029 contar até qualquer valor. Basta pegar o estado da saída imediatamente após o valor desejado, selecionar as saídas que assumirão o valor binário “1” e aplicá-las às entradas de uma porta AND, que acionará a entrada LOAD quando todas as entradas assumirem nível lógico “1”. Observe a figura 02, onde exemplificamos algumas aplicações de contadores de diversas contagens.

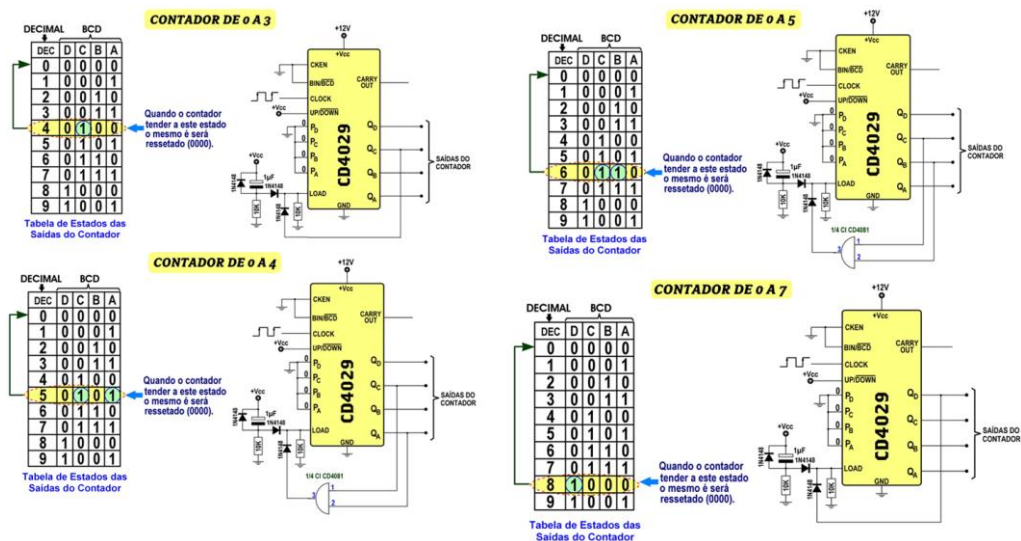


Figura 02 – Exemplos de contadores de diversas contagens implementados com o CI CD4029

CI CD4017 – CONTADOR DÉCADA COM SAÍDAS DECODIFICADAS

O CD4017 é um contador **Johnson** de 5 estágios com divisão por 10, possuindo 10 saídas decodificadas e um bit de saída de transporte (**CARRY-OUT**).

Um contador **Johnson** é formado por um arranjo de flip-flops ligados como registrador de deslocamento onde a saída do último flip-flop é aplicada a entrada do primeiro flip-flop. O resultado é que de uma saída para outra a mudança é de apenas um bit, formando uma variação sequencial nas saídas do contador.

Por enquanto, não entraremos em detalhes sobre contadores Johnson, bastando entender que o CI4017 é um contador com dez saídas decodificadas, onde cada uma delas é ligada por vez, ou seja, assume nível 1 a cada pulso de clock aplicado à entrada. A cada variação do pulso de clock (transição de subida) uma das dez saídas é ativada em nível lógico 1.

Este integrado é muito utilizado para construir circuitos de luzes sequenciais, efeitos com LEDs, temporizadores e outros dispositivos que necessitem de acionamento sequencial.

Cada saída decodificada permanece em nível alto por um ciclo completo de clock. O sinal de transporte de saída completa um ciclo a cada 10 ciclos de entrada de CLOCK e é utilizado como sinal de transporte em cascata para outro CI CD4017, ampliando a contagem.

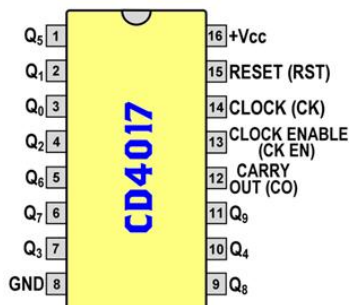
O contador é reiniciado para a contagem zero mediante um nível lógico "1" em sua linha de reset, ou seja, com nível lógico "1" aplicado à entrada RESET (**RST**), a saída **Q₀** é ativa em nível lógico "1". Quando o nível lógico aplicado ao pino de RESET retornar a zero a contagem é iniciada. A contagem avança a cada borda de subida do sinal de clock.

Para o contador avançar na contagem, ou seja, perceber os pulsos de clock na entrada de clock é necessário que o pino de habilitação de clock (**CLOCK ENABLE - CE**) esteja em nível lógico "0". Se esse pino for levado a nível lógico "1" durante a contagem, ela é paralisada e a saída que estava em nível lógico "1" no momento da aplicação do nível lógico "1" na entrada de **CLOCK ENABLE**, permanece em "1" enquanto esta situação perdurar.

Quando o sinal de habilitação de clock retornar ao nível lógico "0" a contagem reinicia da última saída ativa.

Observe a figura 03, onde mostramos a pinagem e a descrição dos pinos que compõem o CI CD4017.

Na figura 04, temos um circuito aplicativo com o CI CD4017 (um sequencial de 10 LEDs) e as formas de onda do circuito. Note que a cada transição do pulso de clock uma das dez saídas irá apresentar nível lógico "1". A cada 10 pulsos o circuito é reiniciado (ressetado), pulando da saída **Q₉** de volta para a saída **Q₀**, reiniciando a contagem.



Q₀ à Q₉ – Saídas decodificadas

CLOCK (CK) – Entrada dos pulsos de clpck

RESET (RST) – Entrada de RESET

- Ativa e "1" – Zera a contagem (Q₀ fica ativa em "1").
- Contagem normal quando em "0"

CLOCK ENABLE (CK EN) – habilitação dos pulsos de clock.

- Paralisa a contagem quando em "1"
- Contagem normal quando em "0"

CARRY-OUT (CO) – Saída de transporte.

- Permanece em nível lógico "1" para s contagens de 0 à 4 e em nível lógico 1 para as contagens de 5 à 9.

Figura 03 – Pinagem e descrição dos pinos do CI CD4017

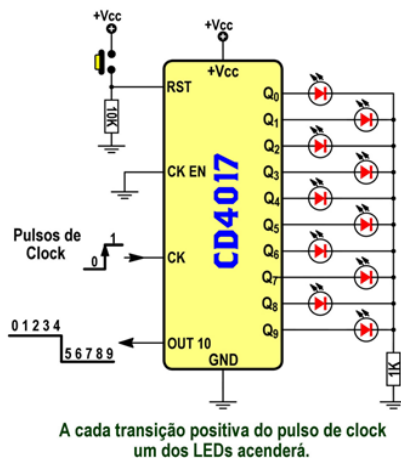
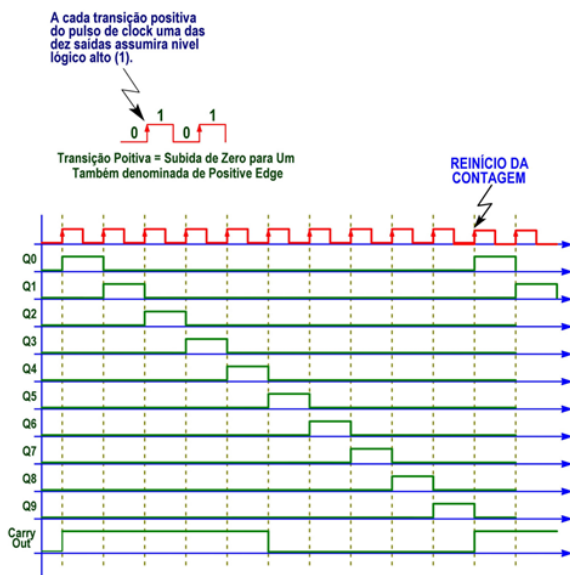


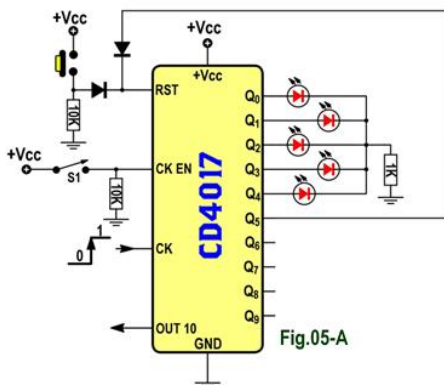
Figura 04 – Estados das saídas para cada pulso de clock aplicado e circuito aplicativo do CI CD4017

UTILIZAÇÃO DAS ENTRADA RESET e ENTRADA CLOCK ENABLE:

Se quisermos que a contagem do contador seja limitada a um número específico de saídas, podemos acionar a entrada **RESET** antes do término da contagem. Para isso, determinamos o número de saídas que queremos utilizar e ligamos à saída seguinte à última a entrada RESET. O contador acionará o número desejado de saídas e retornará à saída **Q₀** logo em seguida. Observe a figura 05-A onde exemplificamos o descrito.

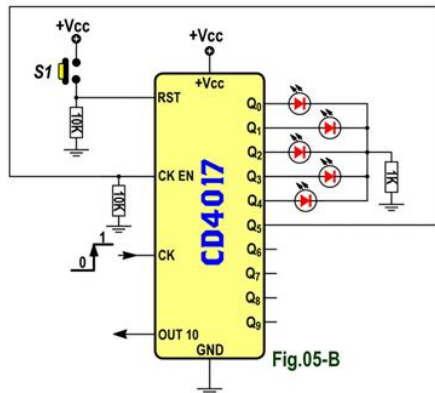
Da mesma forma, se quisermos paralisar automaticamente a sequência da contagem podemos utilizar a entrada **CLOCK ENABLE** para realizar esta tarefa. Para isso, determinamos o número de saídas que desejamos utilizar e ligamos a saída seguinte à entrada **CLOCK ENABLE**. A contagem se realizará normalmente até a última saída escolhida e paralisará no próximo pulso de clock.

A contagem só reinicia após o reset do contador. Observe a figura 05-B, onde exemplificamos a utilização da entrada **CLOCK ENABLE**.



UTILIZAÇÃO DA ENTRADA RESET
CONTA DE 0 À 4 E VOLTA A SAÍDA Q₀

Figura 05-A – Exemplo de utilização da entrada RESET do CI CD4017.



CONTA ATÉ 4 E PÁRA A CONTAGEM.
A CONTAGEM SÓ RECOMEÇA APÓS
APERTARMOS MOMENTANEAMENTE S1 (RESET)

Figura 05-B – Exemplo de utilização da entrada CLOCK ENABLE do CI CD4017.

UTILIZAÇÃO DA SAÍDA CARRY-OUT (CO) – LIGANDO CI's CD4017 EM CASCATA

A saída Carry-Out fornece um pulso longo de clock a cada dez pulsos de clock aplicados à entrada de clock do primeiro CI CD4017. Portanto, a cada dez pulsos de clock aplicados ao primeiro CI CD4017, teremos um pulso na entrada do segundo CI CD4017. A cada sequência de dez saídas acionadas no primeiro CI CD4017 teremos um avanço nas saídas do segundo CI. Observe a figura 06, onde temos a ligação de dois CI's CD4017 em cascata.

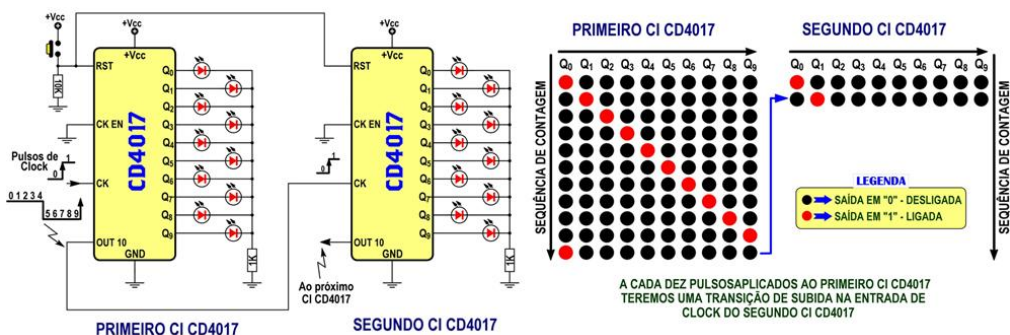


Figura 06 – Ligação de dois CI's CD4017 em cascata e o diagrama da sequência de LEDs

CIRCUITOS PRÁTICOS COM O CI CD4017

A seguir apresentaremos dois circuitos práticos utilizando o CI CD4017:

- **SEQUENCIAL DE 10 LEDs**

Trata-se de uma aplicação direta do CI CD4017 no acionamento sequencial de 10 LEDs. O circuito pode ser utilizado em maquetes e onde desejarmos aplicar efeito luminoso sequencial. O diagrama esquemático é mostrado na figura 07, juntamente com a foto do protótipo construído por mim, e o desenho da placa de circuito impresso é mostrado na figura 08, juntamente com a máscara dos componentes. Na figura 09, temos a disposição dos componentes sobre a placa.

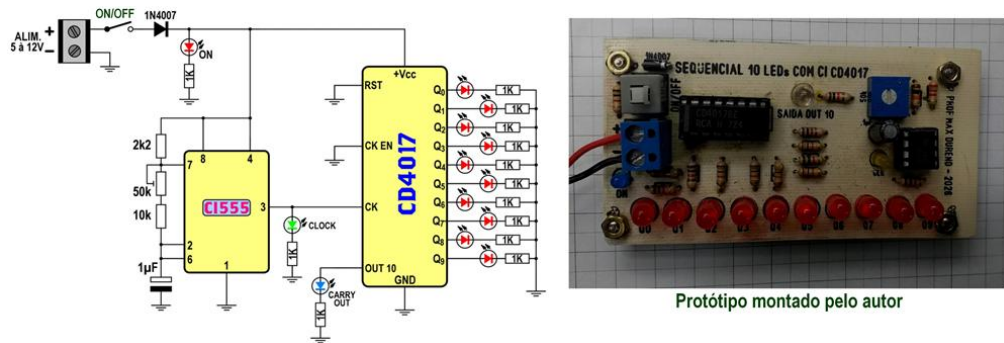


Figura 07 – Esquema do sequencial de 10 LEDs e protótipo construído pelo autor.

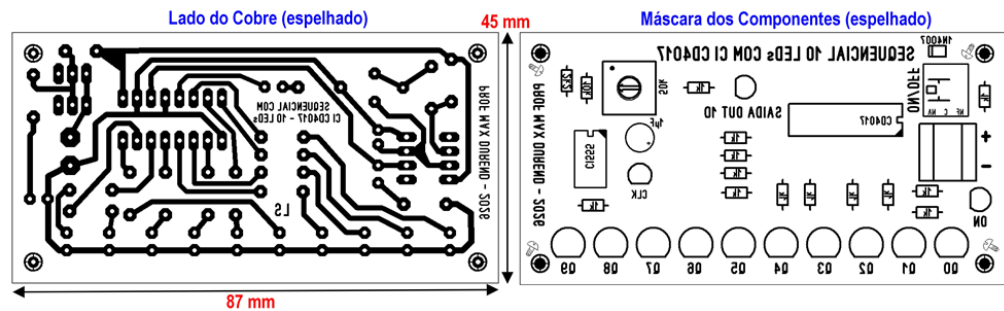


Figura 08 - Layout e máscara dos componentes do sequencial de 10 LEDs, já devidamente espelhados para transferência térmica.

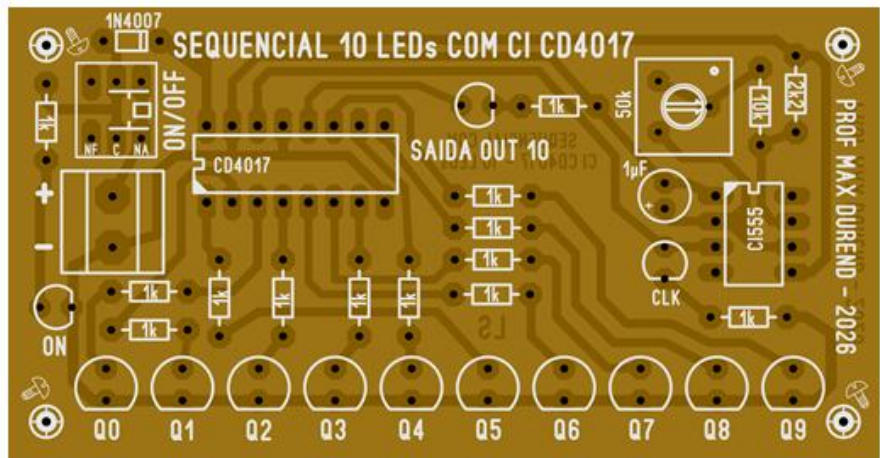


Figura 09 – Vista da disposição dos componentes sobre a placa

➔ LISTA DE MATERIAL NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM:

13 Resistores de 1k - 1/8 W
1 Resistor de 2k2 - 1/8 W
1 Resistor de 10k - 1/8 W
1 LED Azul de 3mm
1 LED Verde de 3mm
1 Diodo 1N4007

1 LED Amarelo de 3mm
10 LEDs Vermelhos de 5mm
1 CI CD4017
1 CI 555
1 Capacitor eletrolítico de 1µF x 50 V

1 Trimpot de 50k modelo 3386F
1 Conector KRE de dois terminais
1 Soquete para CI 16 pinos
1 Soquete para CI 8 pinos
1 Interruptor ON-OFF

• SEQUENCIAL DE 6 LEDs VAI E VEM (EFEITO SUPERMÁQUINA, A SÉRIE)

Podemos criar um sequencial do tipo vai e vem utilizando o CI CD4017 e um grupo de diodos para realizar as interligações das saídas dos LEDs de forma a proporcionar uma sequência de ida e vinda no acendimento dos mesmos. O circuito está mostrado na figura 10 juntamente com o diagrama de acendimento dos LEDs.

Este sequencial do tipo vai e vem imita o efeito visual da frontal do carro mostrado no seriado supermáquina exibido na TV na década de 1980.

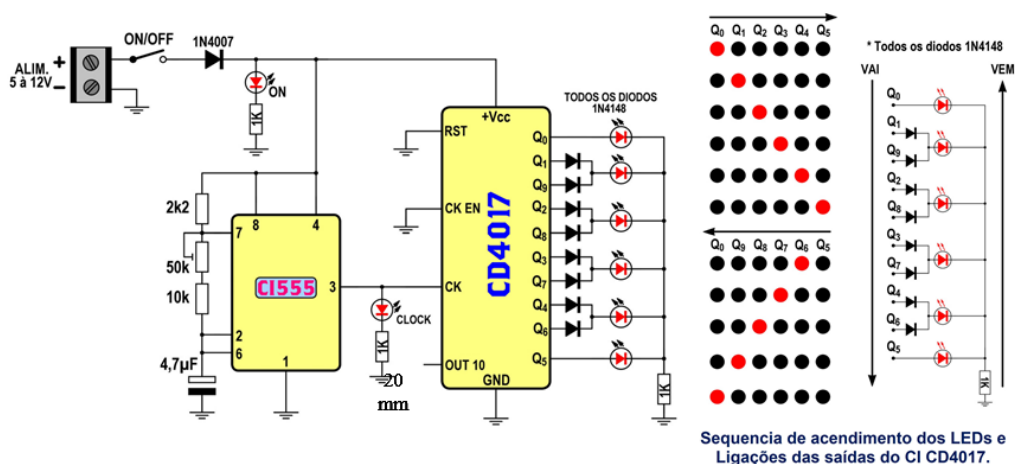


Figura 10 – Diagrama esquemático do sequencial vai e vem e a sequencia de acendimento dos LEDs com as respectivas ligações das saídas

Na figura 11, temos a placa de circuito impresso e a máscara dos componentes devidamente espelhadas para o processo de transferência térmica.

Na figura 12, temos a vista de localização dos componentes sobre a placa e a foto do protótipo construído pelo autor.

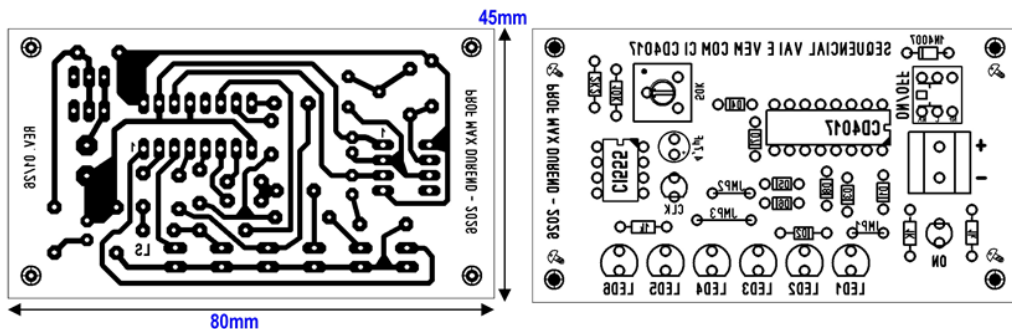


Figura 11 – Placa de circuito impresso do sequencial vai e vem e máscara de componentes todos espelhados para transferência térmica.

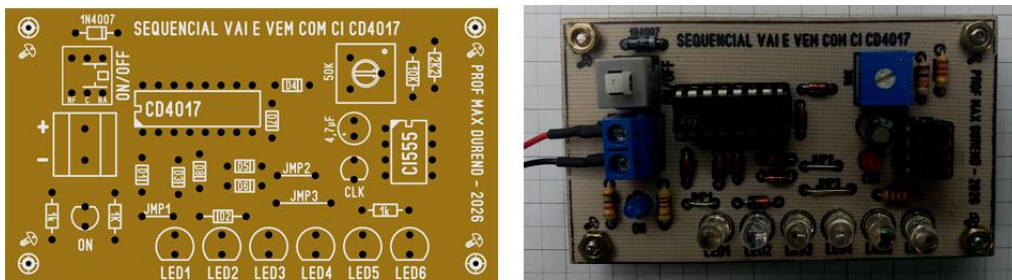


Figura 12 – Vista de localização dos componentes sobre a placa de circuito impresso e foto do protótipo montado pelo autor.

➔ LISTA DE MATERIAL NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM:

3 Resistores de 1k - 1/8 W	1 Trimpot de 50k modelo 3386F	1 Conector KRE de dois terminais
1 Resistor de 2k2 - 1/8 W	6 LEDs Vermelhos de 5mm	1 Soquete para CI 16 pinos
1 Resistor de 10k - 1/8 W	1 CI CD4017	1 Soquete para CI 8 pinos
1 LED Amarelo de 3mm	1 CI 555	1 Interrupto ON-OFF
1 LED Verde de 3mm	1 Capac. eletrolítico de 4,7µF x 50 V	1 Diodo 1N4007

CONCLUSÃO:

Neste artigo mostrei com colocar o CI CD4029 contando até um valor desejado e ainda apresentei o CI CD4017, que nos permite construir circuitos sequenciais diversos.

Na terceira parte deste artigo irei apresentar outros circuito interessantes com os CI's CD4029 e CD4017, além de apresentar outros CI's contadores digitais de grande aplicação prática.

Grande abraço a todos e até lá!



O booster Infinity MK I

Marcelo Yared*

Recentemente, Antenna publicou a análise de um booster automotivo Infinity (<https://revistaantenna.com.br/analise-de-um-booster-automotivo/>), onde foi contada a história da empresa (General Acoustics) e citadas as limitações desses equipamentos.



Este articulista, no fim da década de 1970, ganhava alguns tostões fazendo reparações de equipamentos automotivos, graças, em boa parte, ao que aprendeu em Antenna e em Eletrônica Popular.

Entre os equipamentos que apareciam, estavam os *boosters* da Infinity, que os técnicos profissionais recusavam conserto, por um motivo simples. Na época, a Infinity já fazia sucesso com seu Energizer, um *booster* relativamente robusto e de boa potência, de qualidade sonora superior aos da concorrência. Sua apresentação era inteligente: dois módulos de 15 cm de comprimento e 6 cm de altura e uma central de controle, com controles para reforço de graves e agudos. A configuração permaneceu por bom tempo, apenas o formato dos módulos mudou, incluindo a configuração de um módulo de potência único, até o modelo MK II.

*Engenheiro eletricista

A imagem da página anterior, de um antigo anúncio do Mercado Livre, mostra a configuração. Digno de nota é tipo de conector dos módulos para a central de comando, utilizado a partir do MK I. Difíceis de se encontrar. Creio que eram proprietários.

O Energizer, que era o disponível na época, tinha esta central de comando abaixo (fotos de anúncio do Mercado Livre, [MLB42572011087_072020](#), abaixo).



O conceito não mudou muito, entre os vários modelos, mas sua construção, sim.

Os primeiros eram, basicamente, montados em uma chapa plana de alumínio de uns 3 mm de espessura, que era o dissipador de calor do equipamento, e cobertos com uma caixa de material plástico, rebatada na chapa. Inicialmente, a capa plástica tinha uma espécie de cor de tijolo, e eu chamava os módulos de tijolinhos, por conta disso. Posteriormente a empresa passou a usar capas plásticas pretas.

Era comum o dano aos módulos por curtos na saída, e o motivo das oficinas recusarem seu conserto era, como dissemos, simples: os primeiros módulo do Energizer

eram integralmente imersos em resina, o que inviabilizava seu reparo.

Isso era feito para evitar cópias, mas também dava mais robustez ao módulo e melhorava a transferência de calor dos componentes eletrônicos.

Na foto, acima, vemos os “tijolinhos”, com um detalhe: antes de usar conectores proprietários a empresa usava soquetes de válvulas octais como conectores. Funcionava, mas a vibração, normal, dos automóveis em movimento podia causar problemas.

Outra coisa que os módulos usavam, no início, era transistores de potência de germânio, já em obsolescência, então, mas úteis no projeto, também por um motivo simples: menos queda de tensão quando polarizados, ou seja, dos poucos 12 volts das baterias, mais tensão poderia ser transformada em som, nos alto-falantes.



Inicialmente, a empresa usou os transistores 2SB337 (posteriormente, houve versões fabricadas em silício, também), fabricados pela Toshiba. O uso desses componentes, de maior sensibilidade às variações térmicas, levou a General Acoustics a providenciar compensação térmica no circuito, com o uso de termistores. O projeto era tradicional de amplificadores acoplados a transformador na entrada e na saída, com resistores de emissor e controle de corrente de repouso, com um enrolamento adicional no primário

do transformador impulsor, para realimentação.

O leitor deve estar se perguntando: se o módulo era todo embebido em resina, o fabricante divulgava o esquema? Como era possível saber desses detalhes?

Aqui cabe uma explicação; este articulista, na sua adolescência, curioso, pegou alguns módulos danificados de uma loja de som automotivo próxima e, com paciência de prisioneiro perpétuo, quebrou, com uma chave de fenda pequena, toda a resina de um deles; levou horas, pois era necessário cuidado para não danificar-se os componentes (hoje, com as substâncias adequadas, é possível "derreter" a resina, mas eram outros tempos...).

Com isso levantei o circuito, desmontei os transformadores, contei as espiras e anotei as bitolas dos fios. Logo estava montando boosters iguais, aproveitando a chapa dissipadora.



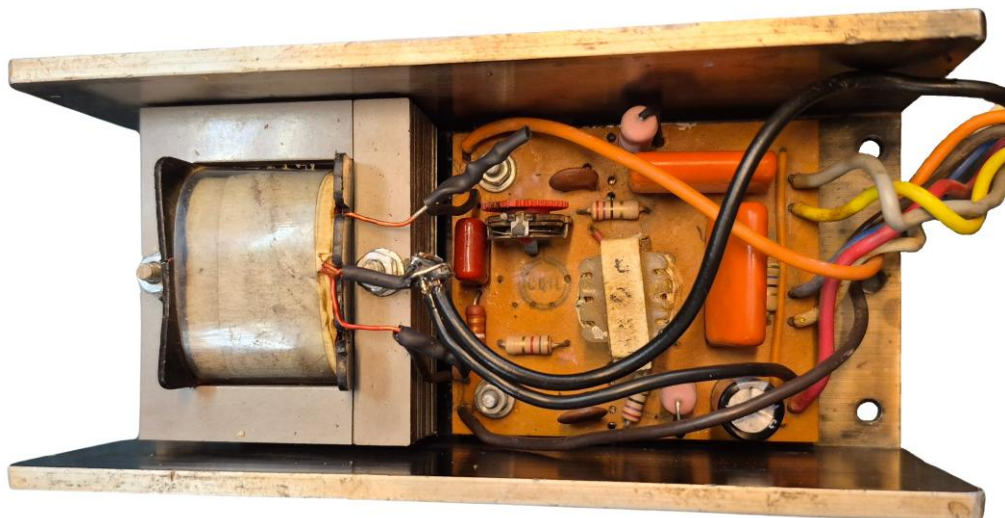
Mas isso não durou muito, pois o fabricante logo percebeu que era custosa a troca em garantia dos módulos e passou a proteger com resina apenas o driver, nos modelos mais novos (MK I e MK II). Nesse período, ocorreu também a mudança no circuito, com os venerandos 2SB337 sendo substituídos pelos modernos 2N6667 da RCA, transistores PNP Darlington. A estabilização térmica e o controle de corrente de repouso passaram a ser feitos da forma convencional, e o driver diminuiu de tamanho, pois o ganho dos transistores novos era muito superior ao dos 2SB337.

O enrolamento adicional para realimentação e ganho de graves e agudos se manteve.

Nos modelo MK I, objeto desta análise, e MK II, a chapa dissipadora plana, na base do módulo, foi substituída por uma peça em U, mais ou menos das mesmas dimensões horizontais, de alumínio anodizado mais grosso, de 4 mm, como este, abaixo, por nós adquirido, com defeito, para avaliação neste artigo.



O módulo estava em condições bem ruins, descolorado e ainda original, com um detalhe interessante: o transformador impulsor, que era tratado como “segredo” pela General Acoustics, não estava resinado. Devem ter percebido que não valia a pena.



O transformador de saída estava em péssimas condições, absolutamente oxidado, e substituímos suas chapas de aço-silício por novas, de nosso estoque. O eletrolítico de filtragem da alimentação também foi trocado. Há uma célula RC na saída, para equalização de impedância conforme a frequência aumenta, na qual o resistor estava “torrado”. Voltaremos a ele, mais adiante.



Outros componentes substituídos foram os resistores de emissor dos transistores de saída, que eram feitos de fio de níquel-cromo, e isolados por um espaguete vermelho resistente ao calor. No Energizer, originalmente, utilizavam-se resistores de fio comuns, de 5 W, e esses fios de níquel cromo não são soldáveis, então, como esperado, um deles estava solto do terminal de solda.

Um dos transistores de saída estava aberto, e então substituímos o par pelos equivalentes TIP105, ainda encontrados no comércio.

Feita uma revisão geral, partimos para o comando do módulo, que compramos barato e estava, ainda, com seus rebites originais. Fizemos o levantamento dos circuitos do medulo e do comando, e, em breve, eles serão objeto de um outro artigo aqui em Antena.



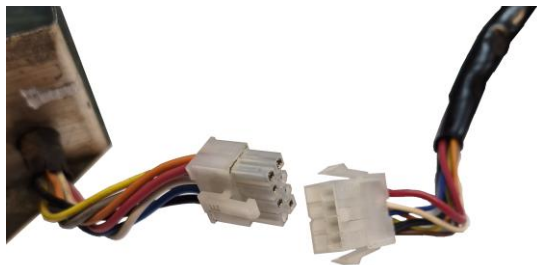
Este também não estava bem esteticamente, mas as chaves e a fiação estavam boas. Uma boa lubrificação resolveu tudo a contento.

Precisávamos, então, ligar o conjunto para ajustá-lo e testá-lo, e decidimos que não iríamos juntar as fiações, somente, entre o módulo e o comando, pois ambos vieram sem os conectores proprietários.

Usar soquetes de válvulas, como no Energizer, seria uma opção, mas resolvemos procurar na Internet algum conector parecido com o original.

“São Google” me ofereceu uma opção interessante: conectores do tipo Mini-Fit, fêmea e macho, de oito vias, utilizados em PCs.

Ficaram perfeitos, depois que, após perder alguns terminais, descobrimos como fixar a fiação corretamente neles.



Como tínhamos apenas um módulo de potência, os conectores foram úteis para fazermos testes nos dois canais do módulo de comando.

Muitos instaladores, na época retiravam esses conectores e soldavam os fios diretamente. Hoje é difícil encontrar módulos ainda com eles.

Passamos então à fase de testes dos módulos de potência.

O MK I divulga, em sua tampa, as seguintes especificações:

- Potência máxima de 30 watts contínuos;
- impedância mínima admissível de 4 Ω ;
- resposta em frequência de 30 Hz a 34 kHz;
- consumo à plena potência de 3,6 A; e
- consumo em repouso de 0,12 A.

Dos sítios na Internet e folhetos da General Acoustics obtivemos mais algumas informações:

- reforço de graves e agudos de 10 dB a 70 Hz e a 10 kHz;
- distorção harmônica de 0,5% a 10 watts/1 kHz; e
- sensibilidade de entrada de 500 mV a 8 Ω .

Para isso, nossa antiga fonte de testes automotivos, de 13,8 volts, com capacidade de até 25 ampères, foi chamada à ativa.

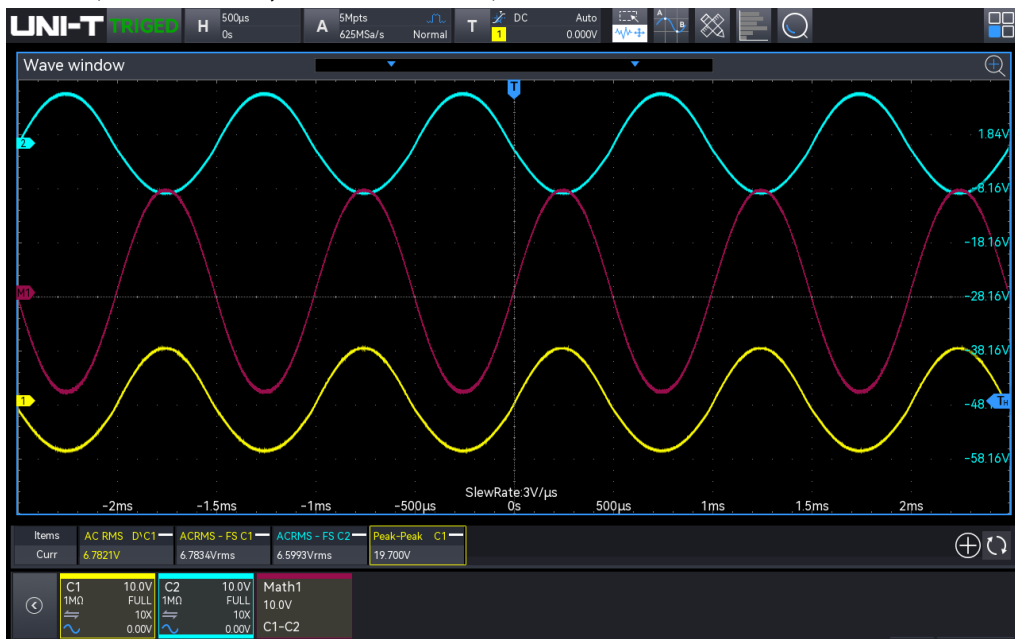
Também resolvemos, definitivamente, o velho problema de poder excitar adequadamente esses boosters para fazer as medições: tínhamos aqui, “dando sopa”, as placas dos amplificadores de teste com os LM/TDA, de um artigo anterior (<https://revistaantenna.com.br/tda-ou-lm-qual-e-o-melhor/>) e utilizamos as mesmas, colocando um TDA2050 no lugar do LM1875, por conta da menor distorção, em um gabinete metálico de nossa sucata, com uma fonte simétrica de 18 VCC.

Com isso, agora poderemos excitar os boosters sem necessidade de maiores gambiarras.

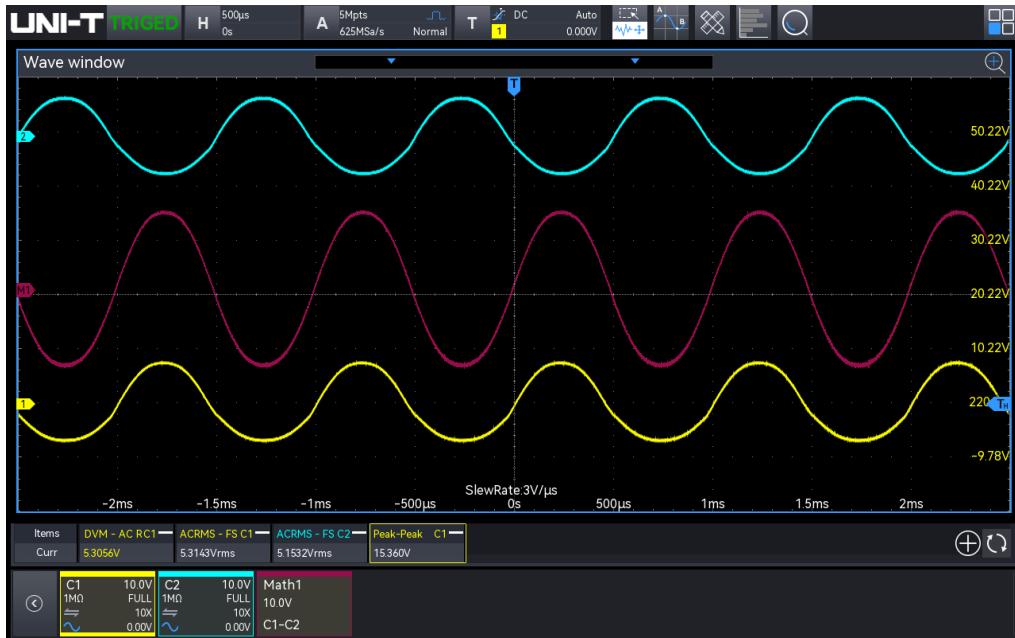
Inicialmente, ajustamos o trimpot do módulo para a corrente de repouso especificada no módulo, de 0,12 A, e aguardamos um pouco. Ele ficou levemente morno, e seguimos em frente.

Medimos a potência máxima, antes do ceifamento, a 1 kHz, em 8 Ω e em 4 Ω , e neste caso, pela diferença de sinais entre os terminais positivo e negativo da saída de falantes, dada a configuração adotada. Vejamos:

Em **8 Ω** , obtivemos **22,7 watts** contínuos, um bom valor.

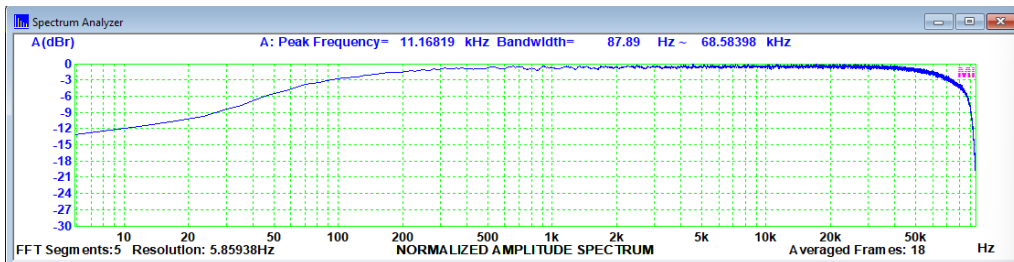


Em 4 Ω , obtivemos **29 watts** contínuos, bem próximos à potência declarada pela General Acoustics.



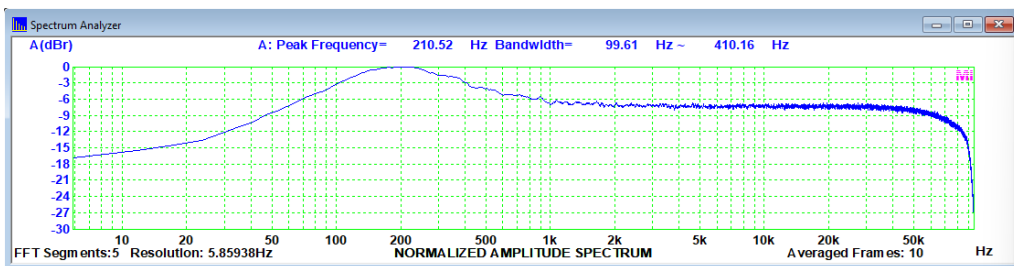
Os **consumos**, nessas condições, foram de, aproximadamente, **44 watts** e de **68 watts**, respectivamente.

Resposta em frequência a 1 watt, controles em plano, 8 Ω (88 Hz a 69 kHz, -3 dB)



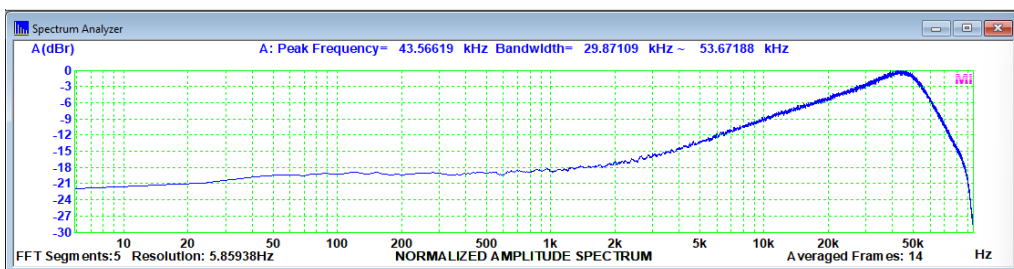
Diferente da especificada, nos graves, mas esperada, considerado o tamanho do transformador de saída utilizado.

Resposta em frequência a 1 watt, bass boost, 8 Ω (+7 dB a 200 Hz)



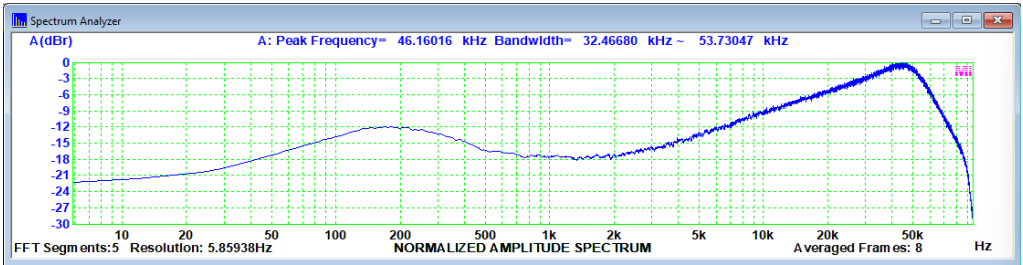
Diferente da especificada, mas boa, em nosso entendimento e, com um detalhe importante: a realimentação utilizada permitiu que o incremento de graves fosse feito com (relativamente) baixa distorção. Esse é, com certeza um dos motivos desse booster ser famoso e apreciado pelo seu reforço de graves.

Resposta em frequência a 1 watt, treble boost, 8 Ω (+10 dB a 10 kHz)



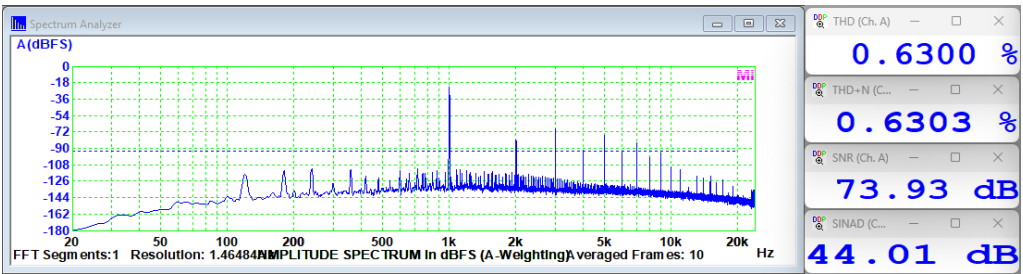
Neste caso, coincidiu com a especificada, mas explica também uma outra fama deste módulo e o resistor “torrado” de sua célula RC de saída: mais que 20 dB de ganho a 50 kHz, decorrente da realimentação utilizada: quem se lembra do ruído de “fritura” que tweeters de domo apresentavam? Dentro da banda de áudio, até uns 20 kHz, era muito ganho... e alguns domos iam para “o saco”, por conta disso.

A resposta com os dois controles ativados ficou assim:

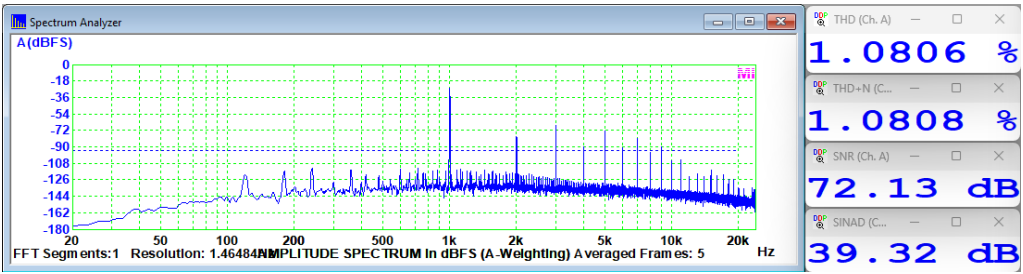


Essa curva de resposta fazia sucesso com o pessoal.

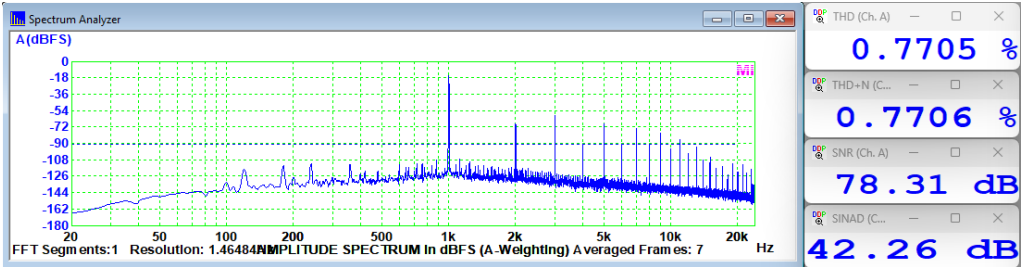
Distorção harmônica total a 1 watt, 8 Ω, 1 kHz – Ponderação A



Distorção harmônica total a 1 watt, 4 Ω, 1 kHz – Ponderação A

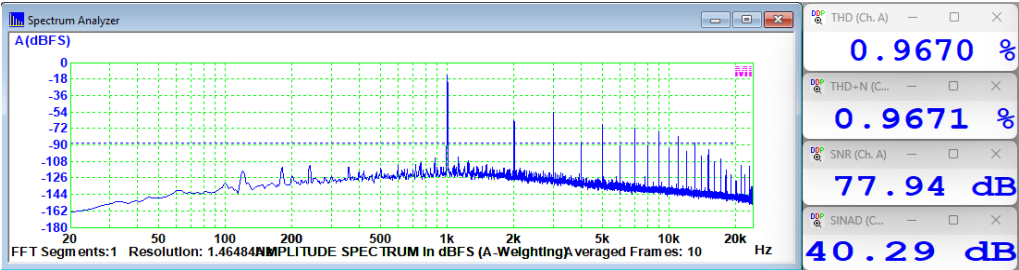


Distorção harmônica total a 5 watts, 8 Ω, 1 kHz – Ponderação A

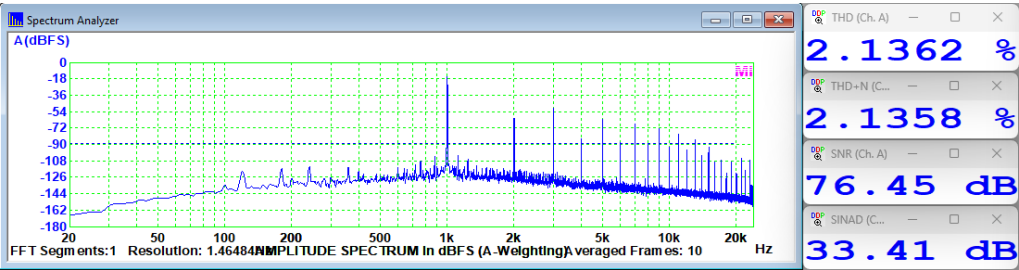


Temos aqui a distorção bem comportada em 8 ohms, dentro do especificado (temos que descontar a distorção da fonte, em torno de 0,1%) e com a relação sinal ruído muito boa, para o caso, em parte fruto da simetria da saída.

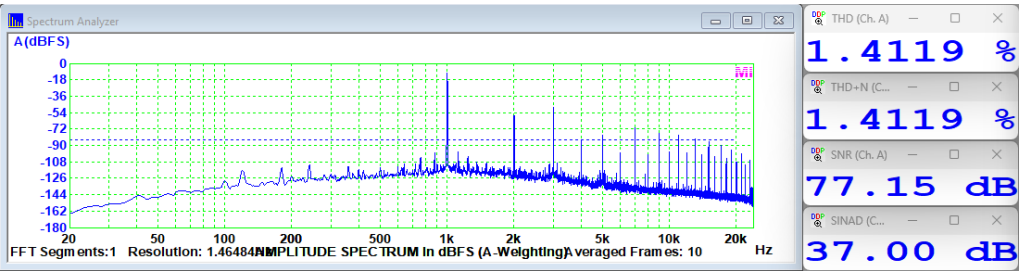
Distorção harmônica total a 10 watts, 8 Ω, 1 kHz – Ponderação A



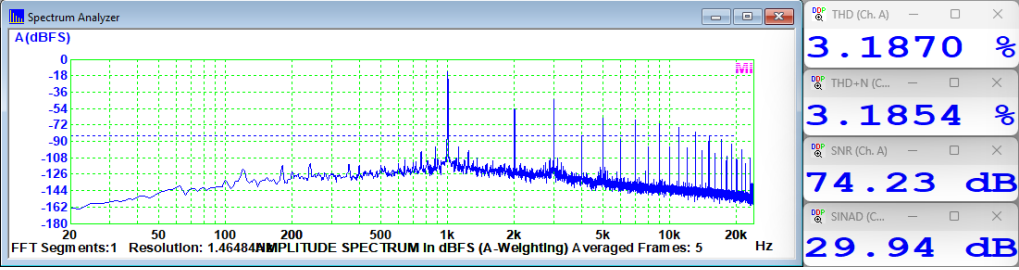
Distorção harmônica total a 10 watts, 4 Ω, 1 kHz – Ponderação A



Distorção harmônica total a 20 watts, 8 Ω, 1 kHz – Ponderação A

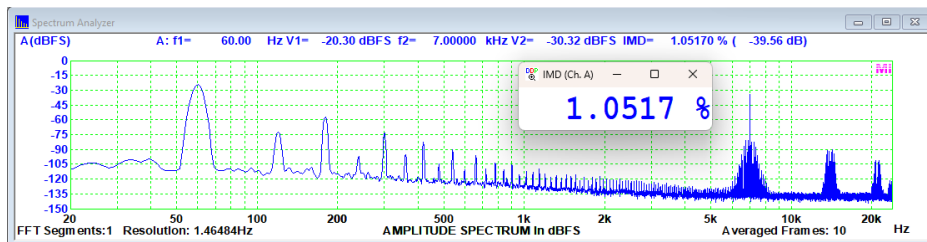


Distorção harmônica total a 20 watts, 4 Ω, 1 kHz – Ponderação A

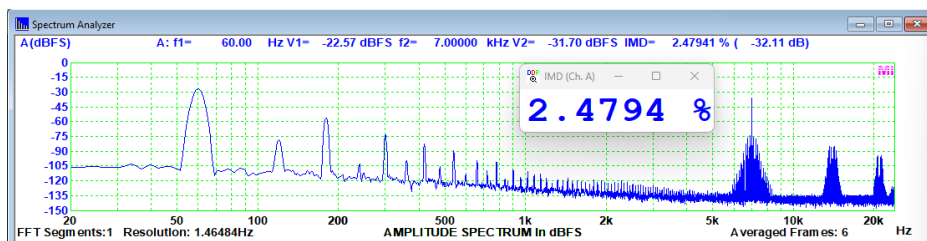


Valores esperados para a configuração adotada, e razoavelmente bem comportados em 8 ohms. Sem tornar o circuito mais complexo, e caro, é isso que se obtém de um bom booster, e atendeu bem o consumidor na época em que era oferecido. A relação sinal-ruído não aumentou, como é normal aumentando-se a potência.

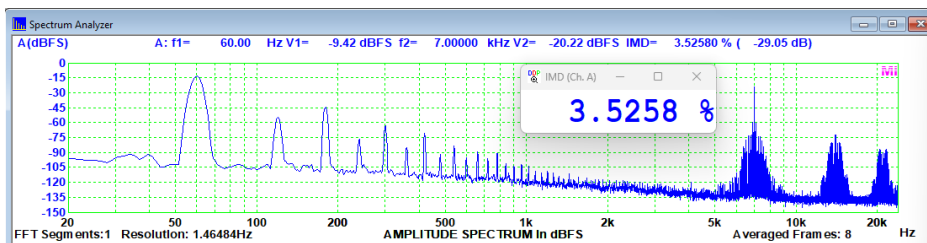
Distorção por intermodulação SMPTE a 1 watt, 8 Ω



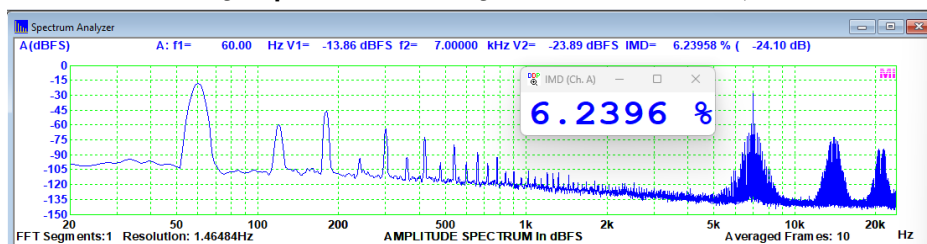
Distorção por intermodulação SMPTE a 1 watt, 4 Ω



Distorção por intermodulação SMPTE a 10 watt, 8 Ω



Distorção por intermodulação SMPTE a 10 watt, 4 Ω



Valores altos, em 10 watts e em 4 Ω . Esperado para o tipo de circuito.

Conclusões – um bom booster, tecnicamente superior à concorrência de então. Os controles de reforço de grave e agudos são efetivos e o projeto é bem feito, estável termicamente e de boa potência, com som agradável para o ambiente automotivo.

Em artigo futuro, mostraremos seu esquema elétrico e testaremos possibilidades de melhoria nesse booster, pois há margem para isso. Até lá!

Princípio de funcionamento das Válvulas Eletrônicas

O efeito Edison

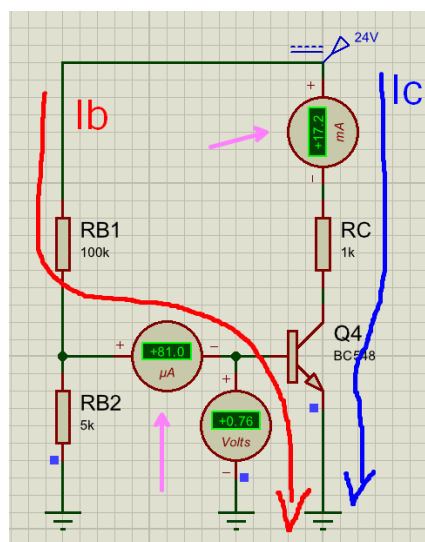
José Carlos Bratfich Júnior*

No artigo anterior convidei o leitor a aprender mais sobre os tipos mais comuns de soquetes de válvulas. Agora, vamos nos aprofundar no seu princípio de funcionamento e compará-la com os conhecidos transistores.

Em tempo, mais uma vez vamos deixar de falar de alguns detalhes complexos como, por exemplo, a carga espacial. Caso queira se adiantar, sugiro a leitura do artigo “ABC do Rádio” da edição de julho/2026 da revista *Antenna*. Muito interessante, por sinal.

Pois bem, o leitor deve estar habituado com a polarização dos transistores. Vamos tomar esse conhecimento como ponto de partida.

O transistor bipolar



Provavelmente seu primeiro contato com o mundo dos semicondutores deve ter sido com o diodo 1N4007 e com o transistor BC548, itens muito comuns e de uso corriqueiro nos circuitos das revistas de eletrônica. Historicamente, o transistor bipolar também é um dos primeiros componentes de sucesso e é amplamente utilizado, em rádios e em circuitos industriais.

Seu princípio de funcionamento consiste, quando há circulação de corrente de base, em “abrir-se” a barreira de potencial, até o ponto em que se permita circular corrente de coletor.

A amplificação se deve ao fato de uma pequena corrente de base conseguir manipular uma relativamente grande corrente de coletor.

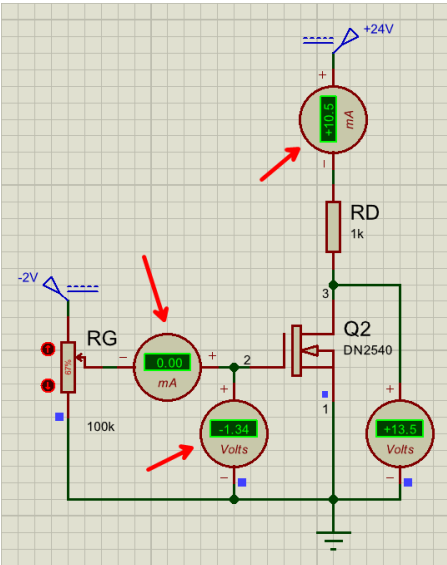
E é justamente por essa característica (demandar corrente de base), que a base apresenta impedância baixa, em comparação com a grade de uma válvula eletrônica convencional.

Nada obstante terem sido teorizados na década de 1920 e patenteados na década de 1930, antes dos transistores bipolares, portanto, a tecnologia somente permitiu que os transistores de efeito de campo estivessem disponíveis comercialmente na década de 1950. Esses dispositivos, ao contrário dos bipolares, manipulam a condução pelo campo elétrico e não pela corrente. Essa característica levou ao aumento gigantesco da impedância de entrada, que a torna comparável à das válvulas termoiônicas.

***Eletricista, técnico em eletrônica, professor e radialista – www.bratfich.com.br/**

Graças ao seu desenvolvimento foram, por exemplo, criados os amplificadores operacionais modernos e entradas de microcontroladores que não consomem corrente.

Transistor MOSFET de depleção (D-MOSFET)



Existe um transistor desse tipo, em particular, que é conhecido como transistor de depleção, “*normalmente fechado*” (em uma analogia com um interruptor). Traduzindo, é um componente que sem sinal em seu pino de controle (gate), já está conduzindo, precisa de polarização para cortar. Esse comportamento é exatamente o inverso do MOSFET convencional, utilizado atualmente. Existem, também, os **FET de junção (JFET)**, com comportamento similar ao dos D-MOSFET.

Ou seja, você precisa aplicar a tensão de polarização para que aconteça o corte! Um bom exemplo é o DN2540, que é um componente de canal N.

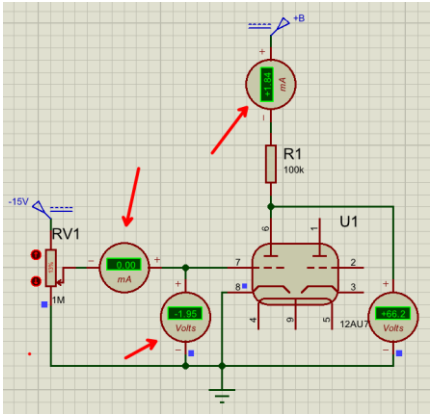
Polarização	Transistor bipolar	Transistor de depleção “normalmente fechado”
Nenhuma (normalmente zero volt)	Corte	Condução máxima = saturação
Ponto de trabalho	Conduz	Conduz
Máxima	Condução máxima = saturação	Corte

Polarizado com zero volt, ele já está conduzindo; para que ocorra o corte, é necessário aplicar aproximadamente -3,5 V entre porta/gate e fonte = Vgs. Sim! Precisa de tensão negativa para cortar, e esse comportamento é similar ao de uma válvula triodo.

No final do artigo, deixo o link para um pequeno vídeo no meu canal simulando seu funcionamento.

Então, a válvula triodo tem princípio de funcionamento similar ao de um transistor de depleção com canal N? Se desconsiderarmos a física interna dos componentes e notarmos apenas seu comportamento externo, sim.

A válvula triodo



Um triodo moderno, fundamentalmente, tem um eletrodo de entrada = grade, um de saída = placa ou ânodo e um de referência = cátodo.

A tabela abaixo compara os dois componentes de forma geral, na polarização de fonte comum.

Claro que dependendo da configuração de polarização, os termos “*entrada*”, “*saída*” e “*referência*” podem mudar.

Eletrodo/pino	Transistor DN2540	Válvula triodo
Entrada	Gate/porta	Grade
Saída	Drain/dreno	Placa/ânodo
Referência	Source/fonte	cátodo

Princípio de funcionamento

Agora que já temos um ponto de comparação, podemos nos aventurar a conhecer, de forma simplificada, seu funcionamento interno. Aqui vamos simplificar as coisas, deixando de lado conceitos físicos mais complexos.

Tudo começa com o calor

O motivo da válvula acender não é para produzir luz interna, isso é só um belo efeito colateral. Existe um princípio físico chamado *efeito termoiônico* que já era de conhecimento dos cientistas anteriores a Thomas Edison. Porém, esse cientista e inventor resolveu revisitar o efeito quando tentava aumentar a vida útil do filamento da lâmpada elétrica. Percebeu que, quando o filamento é aquecido, ele libera elétrons do metal e se, no interior do bulbo, houver uma placa metálica polarizada positivamente, esta atrai os elétrons livres através do vácuo do interior do bulbo. Invertendo a polaridade, ou seja, se essa placa ficar negativa, em relação ao filamento, cessa o fluxo de elétrons.

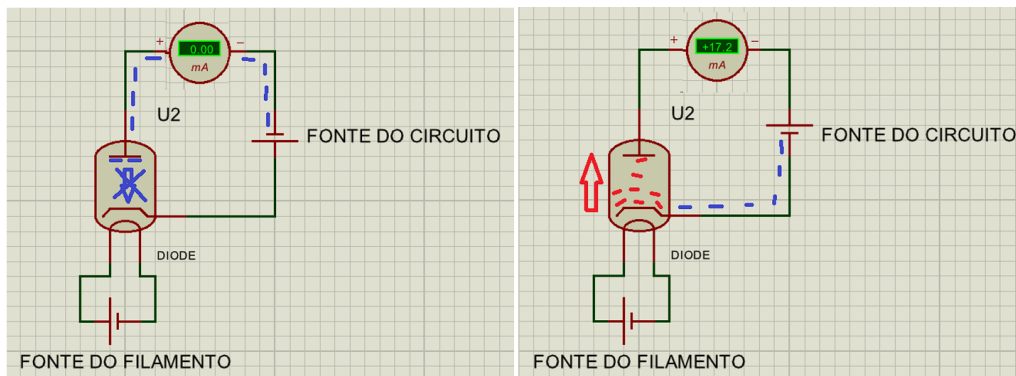
Ele acabava de inventar o diodo a vácuo e rebatizou o efeito termoiônico de *Efeito Edison*. Ao fazer isso, Thomas Edison acabava de criar um componente eletrônico passivo, capaz de demodular sinais telegráficos e retificar a corrente alternada.

Mas, como o calor liberta elétrons no vácuo?

Em temperatura ambiente, os elétrons estão presos aos átomos do metal. Eles têm certa energia, mas não o suficiente para romper a barreira da superfície. Quando ligamos o filamento, estamos injetando energia térmica. Os átomos do metal começam a aumentar a intensidade da vibração, e essa agitação é repassada para os elétrons livres.

Conforme a temperatura chega ao valor crítico mínimo, a agitação fica tão violenta que a energia de fuga dos elétrons vence a força de atração do metal.

Eles, de certa forma, “evaporam” para fora da superfície, formando uma nuvem flutuante de cargas no espaço vazio ao redor do filamento (ou do cátodo). O vácuo dentro do bulbo de vidro garante apenas que nada no caminho, como moléculas de ar, atrapalhe esses elétrons de saltarem livres e responderem à atração da placa positiva.



Negativo da fonte no “lado frio”

Negativo da fonte no “lado quente”

Em resumo, o calor libera os elétrons do filamento ou do cátodo, que ganham energia suficiente para viajar pelo vácuo ao encontro da placa positiva. Se a polaridade da fonte do circuito for invertida, esses mesmos elétrons não ganham energia suficiente para fazer o caminho inverso. E assim apresentamos o diodo a vácuo.

Ao final desse artigo, entendemos como funciona o efeito termoiônico – às vezes descrito como efeito Edison, que é a base do funcionamento quase todas as válvulas eletrônicas. No próximo artigo, vamos nos aprofundar ainda mais e entender como funciona a carga espacial que faz o triodo funcionar.

Link para o vídeo com os exemplos simulados: <https://youtu.be/DTFid7B82IM>

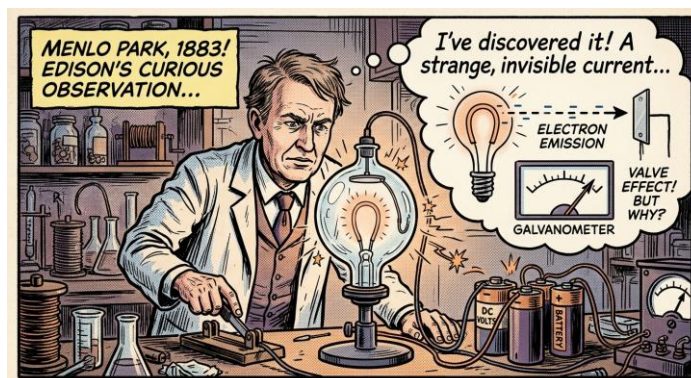


Imagem gerada por IA

Bibliografia:

THE VALVE MUSEUM. *Página inicial.* Disponível em: <http://www.r-type.org>.

Acesso em: 3 out/2026.

- **UNITED STATES.** Department of the Army. Basic Theory and Applications of Electron Tubes. Washington, D.C.: Headquarters, Department of the Army, 1952. (Technical Manual, TM 11-662).

AMPLIFICADOR DE F. I.

O AMPLIFICADOR DE FREQUÊNCIA INTERMEDIÁRIA (F. I.)

O amplificador de frequência intermediária é constituído de uma ou mais etapas de amplificação de rádio frequência (R. F.), sintonizadas para uma frequência fixa. Esta frequência é, em receptores modernos, da ordem de 455 Kc, conquanto também se encontrem, especialmente em receptores de automóvel, frequências intermediárias de valor tão baixo como 175 Kc. Como a frequência intermediária é muito mais baixa que a frequência de entrada ou do sinal desejado, e em virtude de se usarem circuitos sintonizados na entrada e na saída de cada etapa de F. I., é relativamente fácil obter alto ganho por etapa, a par de boa seletividade e ganho médio constante.

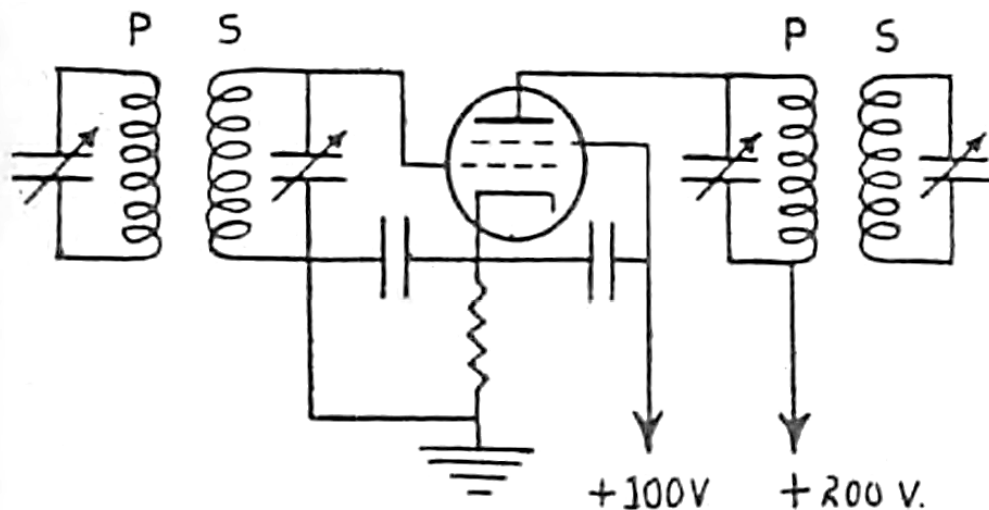


Fig. 42 – Circuito amplificador de frequência intermediária

PERDA DE EFICIÊNCIA DEVIDA À DEGENERAÇÃO DE CATODO

A omissão do condensador de passagem C, que é disposto em paralelo com a resistência de polarização automática R, ou o fato de tal condensador estar “aberto”, poderá reduzir consideravelmente a sensibilidade, como se ilustra à Fig. 43.

A finalidade do condensador de passagem C é armazenar uma carga elétrica suficiente para que a tensão através R permaneça constante durante as alternâncias do sinal de R. F. Se C estiver “aberto”, ou se for desligado do circuito, tem lugar o efeito chamado degeneração.

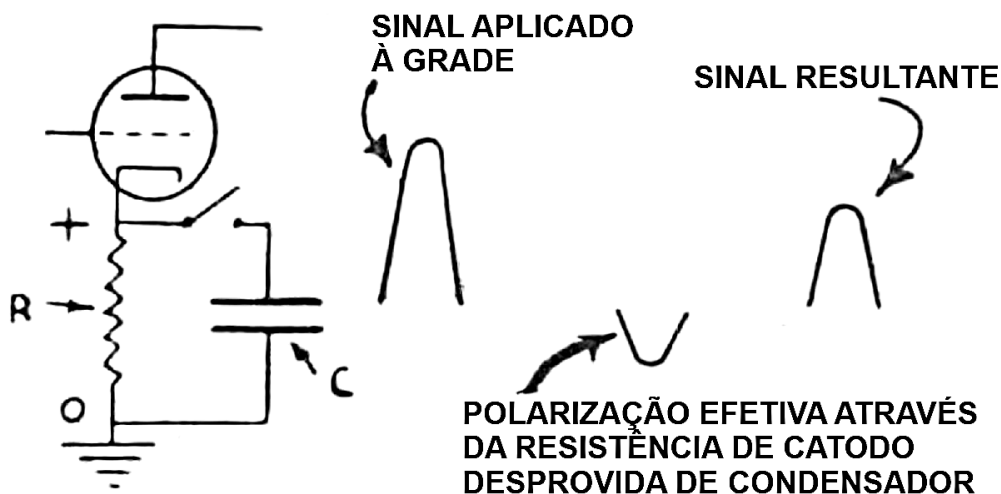


Fig. 43 – atuação do condensador de passagem derivado sobre a resistência polarizadora de catodo.

DETECTOR E C. A. S.

DETECÇÃO

Vimos anteriormente que, ao se transmitir voz ou música por intermédio de uma estação de rádio, essa estação emite uma tensão de R. F. cuja amplitude varia de acordo com a audiofrequência que lhe é imposta. Esta onda de R. F. ou portadora denomina-se então onda modulada.

No receptor, é necessário tornar inteligível esta onda portadora modulada. O meio de o conseguir denomina-se demodulação ou detecção. A expressão demodulador é mais apropriada para designar esta etapa do que detector, pois a componente de modulação é na realidade separada da onda portadora e tornada audível.

Há três diferentes circuitos de detetor em uso comum; estes são: o detetor por diodo, o detetor por polarização de grade (também chamado detetor por característica de placa) e o detetor por resistência de escape de grade. Todos três agem de modo semelhante quanto ao fato de eliminarem parcial ou totalmente todos os semiciclos negativos da onda de R. F. Uma vez eliminados os semiciclos, a variação de áudio da metade superior da portadora de R. F. poderá ser usada para acionar os fones ou ser amplificada com o fito de fazer funcionar um alto-falante. Ocupar-nos-emos aqui somente do detetor por diodo.

O DETECTOR POR DIODO

O detetor por diodo é o tipo mais popular de circuito detector encontrado em receptores modernos em virtude de produzir menos distorção que os outros dois métodos; ademais tem a vantagem de prover um meio prático de obtenção de C. A. S. À Fig. 44 vê-se um circuito simples de detetor por diodo.

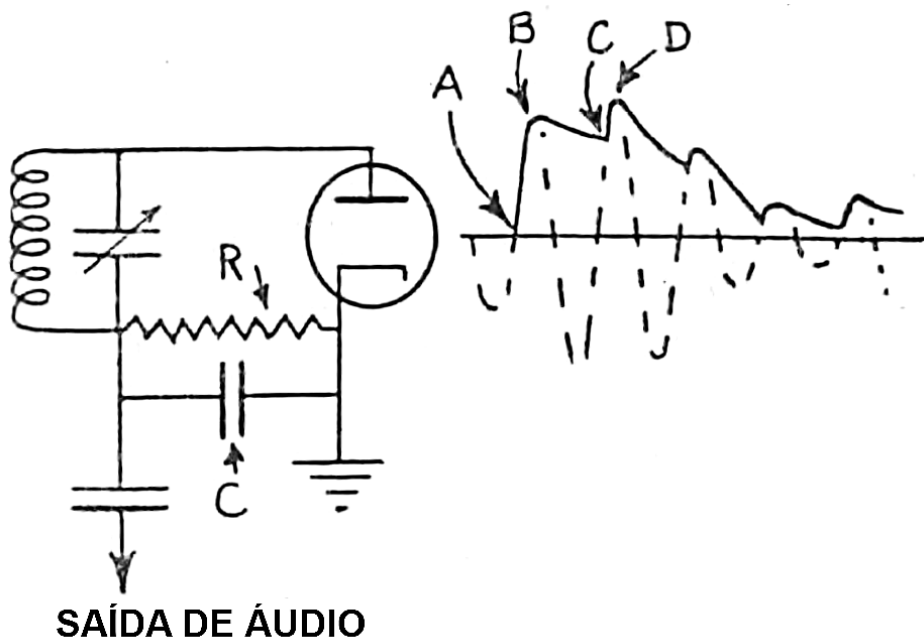


Fig. 44 – Circuito detector a diodo.

Este circuito é muito parecido com o circuito retificador de meia onda que nós estudamos no capítulo referente às fontes de alimentação.

Analisado por este prisma, o diodo é a válvula retificadora de meia onda, o sinal de R. F. é a entrada de C.A., o condensador de passagem de R. F. "C" é o condensador de filtro, e a resistência "R" é a resistência de carga. Como a tensão C. C. de saída de um retificador depende da tensão C.A. de entrada, a tensão C. C. desenvolvida em "C" varia segundo a amplitude da portadora de R. F., reproduzindo assim o sinal de áudio. A metade inferior da onda (situada abaixo de A) é eliminada pela retificação.

Damos a seguir uma descrição mais detalhada do funcionamento de R, C, e do diodo. O sinal de R. F. é aplicado ao circuito, apresentando-se como ilustrado nas linhas ponteadas da Fig. 44, enquanto que a tensão de saída que se desenvolve nos extremos de C é ilustrada pela linha cheia. Entre os pontos A e B do primeiro semiciclo positivo da tensão de R. F., o condensador C recebe uma carga até o ponto em que iguala o valor de crista da tensão de R. F. À medida que cai a tensão de R. F., o condensador C mantém o catodo a um potencial mais positivo que a tensão aplicada à placa, fazendo com que a corrente através o diodo sofra uma interrupção temporária. Enquanto o condensador ocasiona tal interrupção, ele se descarrega na região compreendida entre os pontos B e C, através a resistência R. No momento em que a tensão de R. F. volta a ter um valor positivo que ultrapasse a tensão impressa pelo condensador ao catodo, a corrente volta a fluir, fazendo com que o condensador se carregue até o valor de crista do segundo semiciclo positivo de R. F., o qual corresponde ao ponto D.

Por esta forma, a tensão desenvolvida no condensador acompanha o valor de crista positiva da tensão de R. F. aplicada, reproduzindo assim a modulação de áudio. Na ilustração, a tensão desenvolvida entre as armaduras do condensador é representada de modo denteado; na realidade, porém, a componente de R. F. através do condensador é praticamente desprezível. O valor do condensador C deverá ser suficientemente elevado para alisar as variações de R. F. ou F.I.; não deverá, porém, ser de valor tão alto que possa afetar a tensão de áudio. Geralmente o valor do condensador acha-se compreendido entre 100 e 350 micromicrofarads.

As únicas desvantagens do detetor por diodo provêm dele não amplificar o sinal detectado; por outro lado, por tomar corrente ao circuito de entrada, ele reduz a sua seletividade.

CONTROLE AUTOMÁTICO DE SENSIBILIDADE

O controle automático de sensibilidade, usualmente designado por C. A. S. (ou A. V. C., do inglês: "automatic volume control"), é incorporado aos radiorreceptores com o objetivo de evitar variações na intensidade sonora no alto-falante ou na saída de áudio, quando o sinal captado pela antena sofre amortecimento ou quando se sintoniza o aparelho de uma estação fraca para outra forte.

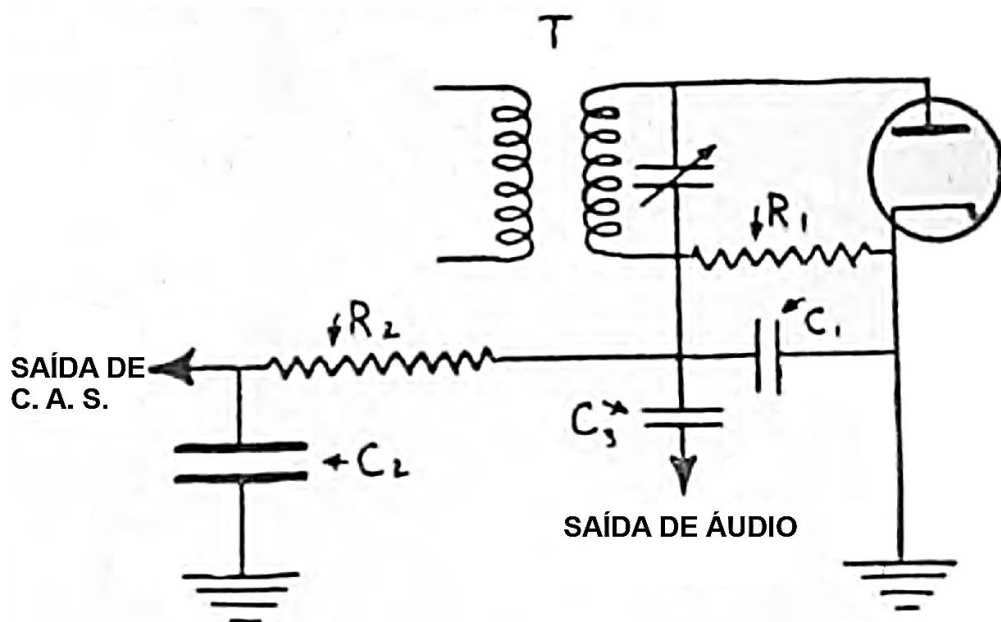


Fig. 45 – Circuito de C. A. S. obtido de diodo detector

Este controle é proporcionado por um circuito que reduz o ganho de R. F. ou F. I. mediante o aumento da polarização de grade das etapas de R. F. ou de F.I. à medida que aumenta a intensidade do sinal. A tensão de C. A. S. é geralmente tomada à mesma resistência de carga do diodo quando a componente de áudio da portadora é detectada. À Fig. 45 vemos um destes circuitos.

Durante cada metade positiva do ciclo da portadora de R. F., a placa do diodo é positiva com respeito ao catodo, fluindo então corrente através o diodo. Esta corrente, fluindo através de R1, ocasiona uma queda de tensão entre as extremidades deste elemento, o que faz com que o extremo esquerdo de R1 se torne negativo. Esta queda de tensão C. C. é então aplicada, através o sistema de filtro R2/C2, às grades das válvulas de R. F. e F. I. Ao ser captado um sinal forte, o sinal aplicado ao diodo aumenta, também aumentando a queda de tensão através de R1. Esta maior queda de tensão, ao ser aplicada às grades das válvulas de R. F. e F. I., se traduz em um aumento na sua polarização negativa de grade, o qual reduz o ganho de tais etapas. Desta forma, a captação de um sinal forte ou o súbito aumento da intensidade de um sinal recebido na antena não ocasionam uma tensão de saída tão elevada quanto a que se obteria sem a ação do sistema C. A. S. Reciprocamente, quando o sinal captado pela antena é pequeno, ou quando um sinal firme sofre uma redução em sua intensidade, o circuito C. A. S. age em sentido oposto, aplicando menor polarização negativa e permitindo um aumento no ganho das etapas de R. F. e F. I.; com isto, verifica-se um aumento na intensidade do sinal aplicado ao detector.

O filtro constituído de R2 e C2 é indispensável para evitar que a tensão C. A. S. sofra variações através R1 e C1 varia segundo a frequência de modulação da onda portadora; por este motivo, se tomássemos a tensão C. A. S. a este ponto diretamente, sem que a filtrássemos, o ganho do receptor variaria segundo a audiofrequência demodulada, o que resultaria na eliminação da própria modulação do sinal. Esta é a razão pela qual a tensão C. A. S. é tomada entre as armaduras de C2, o qual, pela ação da resistência em série R2, se carrega e descarrega muito lentamente, muito mais devagar que as audiofrequências, mas de modo bastante rápido para compensar o amortecimento {“fading”}.

Com o objetivo de aplicar o sinal de áudio detectado à primeira válvula de áudio, emprega-se o condensador C3, incumbido de acoplar unicamente a tensão C. A. de áudio. Se omitíssemos C3, a tensão C. C. do sistema C. A. S. seria aplicada à válvula de áudio; ela seria provavelmente demasiada, fazendo com que a válvula “bloqueasse”. (A válvula deixaria de funcionar).

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. Porque os circuitos de F. I. são geralmente sintonizados, em vez de se adotar circuitos a resistências ou não sintonizados?
2. Qual a finalidade do detetor?
3. Qual a principal diferença, no que diz respeito ao filtro, entre os requisitos de um detetor por diodo e um retificador de meia onda usado em fontes de alimentação?
4. Por que há necessidade de um filtro num circuito C. A. S. aplicado a válvulas amplificadoras?
5. Por que se intercala um condensador entre o diodo e a primeira válvula amplificadora de áudio?

O AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

AMPLIFICADORES DE TENSÃO E DE POTÊNCIA

Normalmente, as tensões obtidas do detector são relativamente pequenas. Por este motivo, é necessário amplificá-las a seguir por meio de um amplificador de áudio, com o objetivo de converter estas tensões de áudio em energia sonora suficiente a uma recepção satisfatória.

O amplificador de áudio é constituído de uma ou mais etapas de amplificação de tensão, seguidas de uma etapa amplificadora de poder. Estas etapas devem ser construídas de modo a reproduzir fielmente todas as audiofrequências, sem introduzir distorção perceptível.

Os amplificadores podem ser divididos em dois grupos: Amplificadores de tensão e Amplificadores de potência. Um amplificador de tensão tem por finalidade principal proporcionar uma reprodução amplificada da tensão do sinal de entrada, sem levar em conta a potência do sinal assim amplificado. Tais amplificadores empregam circuitos de carga de placa com elevada impedância, de modo a se obter o máximo ganho de tensão. O amplificador de potência emprega uma válvula de tipo inteiramente diverso, apta a entregar uma quantidade relativamente grande de energia ao circuito de carga de placa, o qual é geralmente constituído pelo alto-falante. A válvula de potência, ou de saída, situada na última etapa do amplificador de áudio, é projetada de modo a proporcionar uma quantidade considerável de energia de áudio, enquanto requer pequeníssima potência ao sinal de entrada ou de excitação. A amplificação de potência, que é a relação entre a potência de saída e a potência aplicada ao circuito de grade, é, por conseguinte, muito elevada. As válvulas de saída geralmente exigem, para o máximo de saída, elevados impulsos de tensão em grade, razão pela qual amplificação de tensão (relação entre as tensões de saída e de entrada) é muito baixa. Para obtenção dos impulsos de tensão necessários à etapa de potência, esta é precedida de um ou mais amplificadores de tensão, os quais empregam válvulas de alto fator de amplificação, capazes de aumentar consideravelmente a amplitude da tensão do sinal. Conquanto aptas a fornecer elevada tensão de saída, a potência que estas válvulas podem fornecer é muito pequena.

ACOPLAMENTO DE AMPLIFICADORES DE ÁUDIO

Na maioria dos amplificadores de áudio, a maior parte da amplificação se verifica na própria válvula. Com as válvulas atuais de alta amplificação, a questão de ganho na escolha do acoplamento não é muito importante. Os dois métodos de acoplamento de áudio mais usados são o acoplamento a transformador e o acoplamento a resistências.

O amplificador acoplado a transformador emprega um transformador para acoplar a placa de uma válvula à grade da válvula amplificadora seguinte, como se vê à Fig. 46-a.

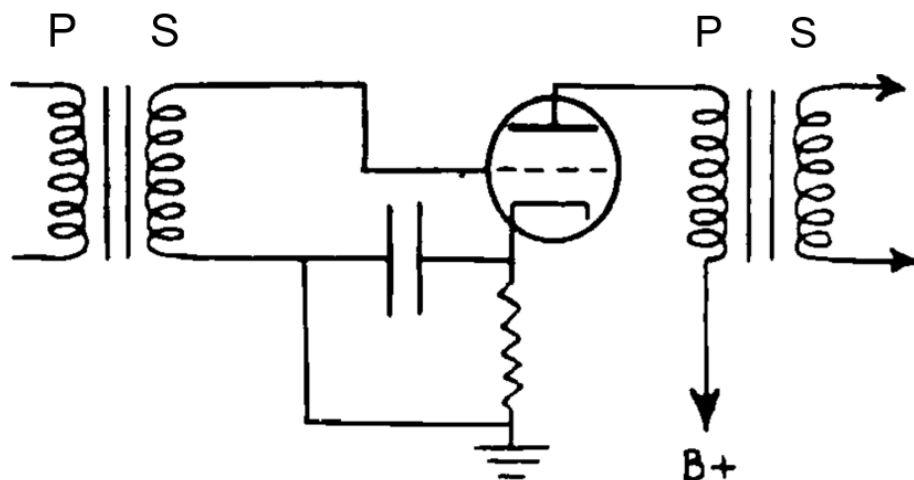


Fig. 46-a – Circuito amplificador de áudio acoplado a transformador

As variações na corrente anódica da válvula provocam a variação do fluxo magnético no transformador, a qual, por sua vez, induz uma tensão no secundário do transformador ou enrolamento de grade. Se o número de espiras do secundário for maior que o do primário, o acoplador proporcionará uma elevação de tensão. Assim, se a impedância primária do transformador for alta em comparação com a resistência de placa da válvula, a amplificação proporcionada pela etapa será aproximadamente igual ao produto do fator de amplificação da válvula pela relação de espiras do transformador. Por este motivo, se empregarmos o mesmo tipo de válvula, um amplificador de áudio acoplado a transformador exigirá menor número de etapas para um valor dado de amplificação total do que o exigiria um amplificador acoplado a resistências.

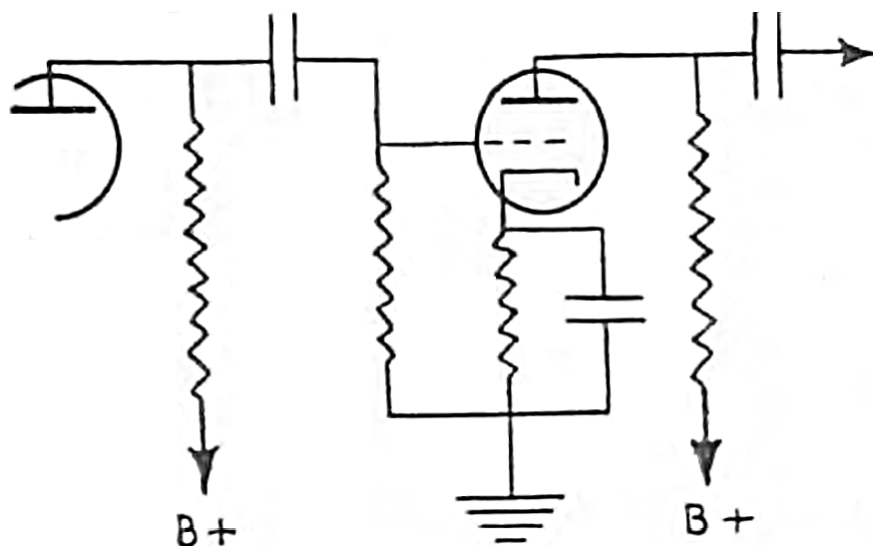


Fig. 46-b – Circuito amplificador de áudio acoplado a resistências.

Denomina-se acoplado a resistências o amplificador em que os circuitos de placa e de grade de válvulas de áudio sucessivas são ligados entre si por meio de uma resistência situada no circuito de placa e outra no circuito de grade, sendo a grade isolada da placa, no que diz respeito à corrente contínua de placa, por meio de um condensador, como se vê à Fig. 46-b. A corrente de placa, ao sofrer variações segundo o sinal aplicado à grade da válvula, percorre a resistência de placa, fazendo com que nela se desenvolva uma C. A. variável que carrega e descarrega o condensador de acoplamento de grade; as cargas e descargas sucessivas do condensador dão origem a uma tensão variável na resistência de grade e na própria grade da válvula seguinte. Como este sistema de acoplamento não proporciona elevação de tensão, toda amplificação é desempenhada pela própria válvula. Isto torna obrigatório o emprego de maior número de etapas acopladas a resistências do que o necessário no caso de se adotar acoplamento a transformador. O acoplamento a resistência tem as vantagens de ser mais compacto, mais barato, além de proporcionar uma amplificação muito uniforme sobre uma ampla gama de audiofrequências.

ETAPA AMPLIFICADORA DE SAÍDA

Como a função da última válvula de áudio do receptor consiste, não apenas na amplificação das tensões de sinal aplicadas à grade, mas também em fornecer ao alto-falante a maior potência possível com o mínimo de distorção, para um dado sinal de entrada, as válvulas de potência são projetadas com características especiais, adequadas a esta finalidade. É a potência, e não a tensão, que se traduz em som por intermédio do alto-falante.

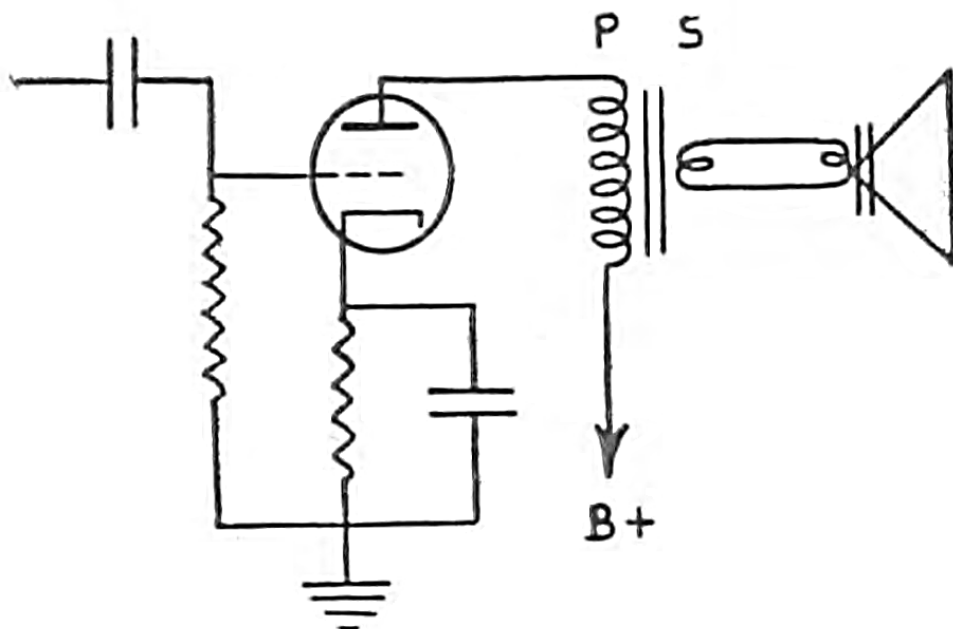


Fig. 47 – circuito de amplificador de saída de áudio, simples.

Em amplificadores de tensão, emprega-se alta impedância de carga com o objetivo de se aproveitar ao máximo o fator de amplificação útil da válvula; já em etapas amplificadoras de poder ou etapas de saída, a escolha da impedância de carga procura conciliar da melhor forma possível distorção e potência de saída. Como a bobina móvel do alto-falante dinâmico, ao qual a válvula de poder é acoplada, possui uma impedância muito baixa, (geralmente compreendida entre 2 e 10 ohms), isso traz à baila o problema de acionar este alto-falante por meio de uma válvula de potência cuja resistência C. A. de placa é de 2000 ohms ou mais. Ele é resolvido pelo emprego do transformador para casamento de impedâncias, que estudamos anteriormente. Com o uso deste transformador, uma impedância de 3 ohms atuará como se tivesse qualquer outro valor de impedância predeterminado, graças à escolha da relação de espiras adequada. À Fig. 47, vemos um tipo básico de etapa de saída a triodo. Podem-se ligar duas válvulas em paralelo neste mesmo circuito, a fim de proporcionarem o dobro da potência de saída para a mesma tensão de sinal em grade aplicada a uma só válvula.

AMPLIFICADOR SIMÉTRICO ("PUSH-PULL")

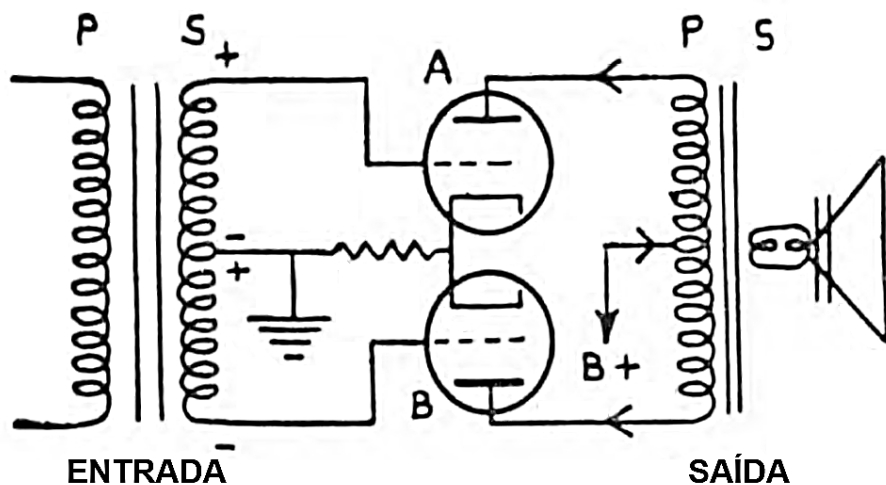


Fig. 48 – Circuito de um amplificador de saída de áudio balanceado (*push-pull*).

O uso de amplificadores simétricos em etapas de saída decorre de numerosas vantagens que eles apresentam sobre o circuito simples ilustrado à Fig. 47. À Fig. 48 vemos um circuito típico de amplificador simétrico ou balanceado. O secundário do transformador de grade possui uma derivação central, que se liga à massa; cada extremidade do enrolamento é ligada à grade de uma válvula. Analogamente, cada extremidade do primário do transformador de saída é ligada à placa de uma das válvulas, havendo uma derivação central no enrolamento, que é ligada ao +B.

Na ausência de sinal em grade de ambas as válvulas, as suas correntes anódicas são idênticas; como fluem em sentidos opostos a partir da derivação central do transformador o fluxo magnético por elas ocasionado se cancela, não havendo campo magnético no núcleo em virtude do componente estável de corrente contínua no circuito de placa.

No momento em que um semiciclo de tensão alternativa é induzido ao secundário do transformador de entrada, a grade da válvula superior “A” se torna positiva com respeito à derivação central do secundário do transformador de entrada

Isto faz com que a corrente anódica da válvula A, através da metade superior do primário do transformador de saída aumente, como indicado pelas setas. Ao mesmo tempo, a corrente anódica na válvula “B” decrescerá, na mesma proporção. Como estas duas correntes fluem em sentidos opostos através o primário do transformador de saída, a ação destas duas variações se soma, traduzindo-se em tensão alternativa induzida ao enrolamento secundário. Quando isto acontece, os campos produzidos pelas duas metades do enrolamento primário já não mais são iguais, nem se neutralizam; tem lugar a criação de um campo resultante, no sentido determinado pela direção de fluxo da corrente mais intensa. No semiciclo seguinte da tensão de sinal, a corrente anódica da válvula “B” cresce, enquanto que a da válvula “A” diminui na mesma proporção; com isto, ocorrerá efeito semelhante ao que vimos de descrever (criação de campo magnético), mas agora se dará em sentido oposto.

Em virtude da variação da corrente anódica ser de fase oposta à variação ocorrida na outra válvula, a soma destas duas correntes anódicas é praticamente constante. Isto permite a eliminação do condensador de passagem de catodo, quando se use uma resistência de polarização de catodo comum às válvulas. Outro fato importante reside no cancelamento da distorção de segundo harmônico, o que permite funcionamento sob regime de distorção baixa. Pode-se também tolerar muito maior coeficiente de zumbido na tensão de alimentação anódica neste tipo de amplificador, pois a existência de derivação central no transformador de saída e consequente oposição no fluxo de corrente anódica das duas válvulas, resulta na eliminação do zumbido na saída de áudio.

AMPLIFICAÇÃO SIMÉTRICA COM INVERSOR DE FASE

Com o objetivo de se adotar acoplamento a resistências entre a saída de uma etapa simples e a entrada de uma etapa balanceada, lança-se mão do inversor de fase.

O inversor de fase se torna necessário devido ao fato das grades de uma etapa balanceada precisarem ser excitadas com um sinal defasado de 180° e de amplitude igual. Em outras palavras: quando a tensão do sinal de entrada se traduz em um impulso positivo a uma das grades, a outra grade deverá receber um impulso da mesma amplitude, mas no sentido negativo. Esta tensão de entrada defasada pode ser proporcionada por uma válvula adicional disposta em circuito inversor de fase.

À Fig. 49 vemos um circuito simples de inversor de fase, no qual a defasagem é proporcionada pela válvula “B”. Nele, a tensão de saída da válvula “A” é aplicada a uma das grades da etapa simétrica. Parte desta tensão de saída da válvula “A” é também aplicada, por meio da derivação em R3, à grade da válvula “B”. A tensão de saída da válvula “B” é então aplicada à grade da outra válvula da etapa balanceada. Quando a tensão de saída da válvula “A” proporciona um impulso no sentido positivo à grade da válvula “B”, a corrente anódica da válvula “B” aumenta.

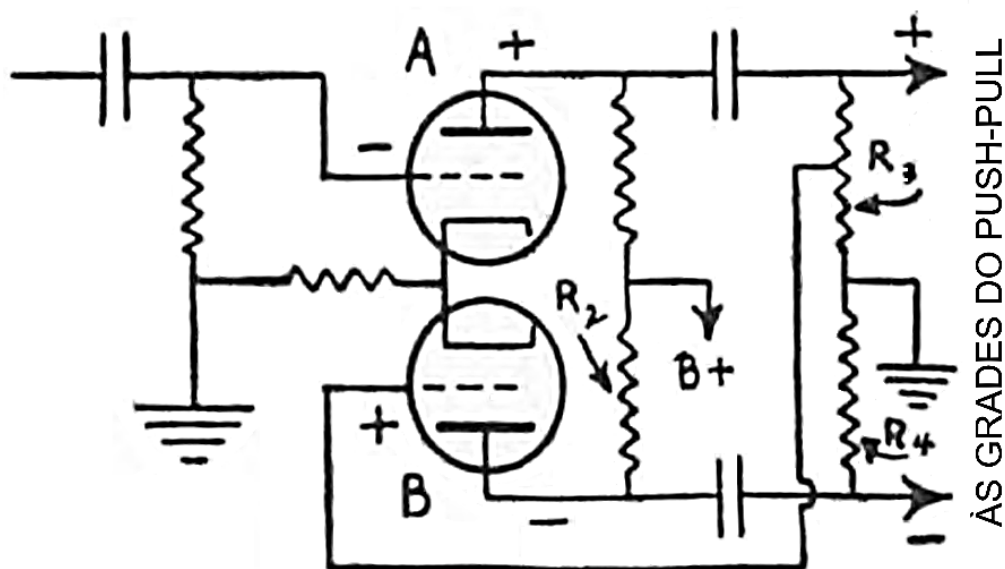


Fig. 49 – Amplificador de áudio disposto em circuito inversor de fase acoplado a resistência.

Isto faz aumentar a queda de tensão ocorrida na resistência de placa R_2 , resultando em um impulso na direção negativa na placa da válvula “B” - Nestas condições, quando a tensão de saída da válvula “A” assume um impulso positivo, a tensão de saída da válvula “B” assume um impulso negativo, o que vale dizer, está defasada de 180° com respeito ao circuito de placa da válvula “A”. A tensão de saída da válvula “B” é ajustada à mesma amplitude da tensão anódica da válvula “A” por meio da derivação em R_3 . Por exemplo: se a amplificação de tensão da válvula “B” for de 20, a derivação em R_3 será ajustada de modo a proporcionar à grade da válvula “B” $1/20$ da tensão desenvolvida em R_3 . Com isto a tensão desenvolvida em R_4 será igual, em amplitude, à obtida em R_3 .

“MOTORBOATING”

O “motorboating” de áudio se traduz por uma oscilação de áudio em frequência baixa, cujo som se assemelha, ao ser reproduzido no alto-falante, ao ruído de uma lancha a motor (em inglês: motorboat). Manifesta-se principalmente em amplificadores acoplados a resistências, provindo do uso de baterias “B” esgotadas ou de fonte de alimentação defeituosa.

Uma das mais frequentes causas do “motorboating” é o acoplamento entre os vários circuitos amplificadores, ocorrido na fonte de alimentação. Isto pode ser eliminado mediante a colocação de um choque de filtro ou uma resistência nos circuitos de alimentação de placa, acrescentando-lhe um condensador de passagem de capacidade entre 2 e 10 microfarads. Também a simples colocação de um condensador de alta capacidade em paralelo com a alimentação poderá solucionar o caso.

A Fig. 50 mostra como a inserção de resistências e condensadores em circuitos de áudio pode modificar a “resposta de frequência” do amplificador. O resultado final consiste na alteração da tonalidade da reprodução.

Tendo em vista que a aptidão de um condensador em deixar passar, a tensão alternada aumenta à medida que cresce a frequência da mesma, é fácil se depreender o que sucede quando se intercalam condensadores em um amplificador de áudio, como ilustrado nos diagramas.

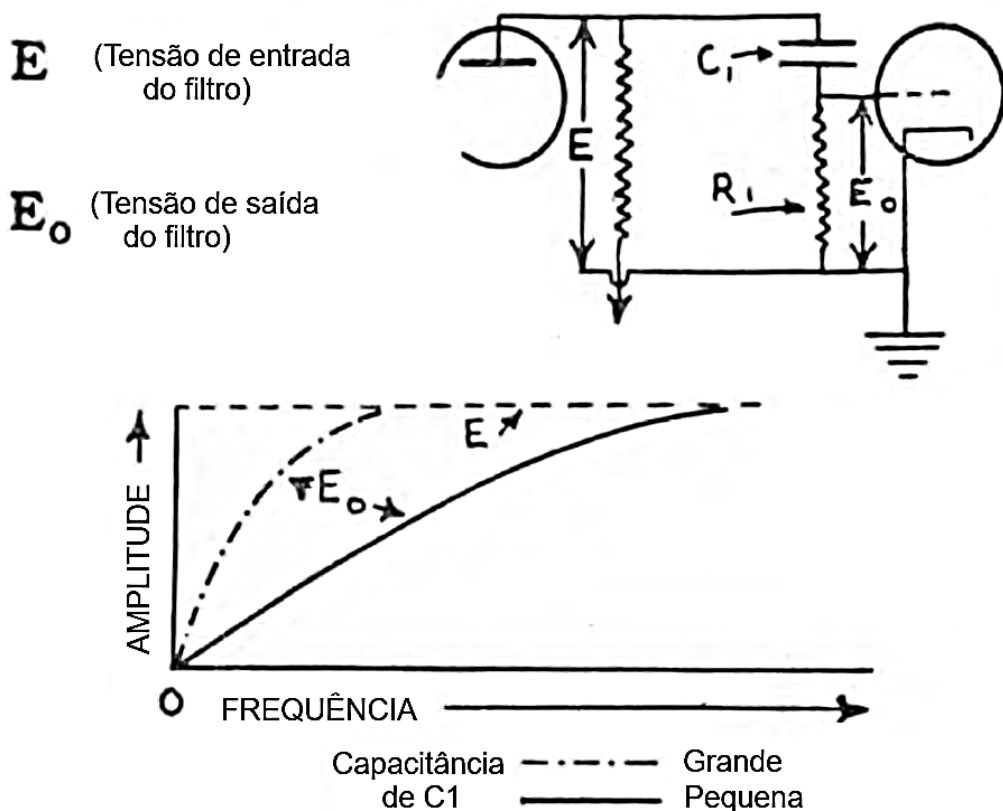


Fig. 50-a – Atuação dos condensadores de acoplamento de áudio

A Fig. 50-a mostra que as frequências baixas não são tão facilmente transferidas à grade da válvula quanto as frequências altas quando a capacidade do condensador de acoplamento é demasiadamente pequena com respeito às duas resistências (de placa e de grade). Esta é a disposição comum em amplificadores de áudio acoplados a resistências, onde C_1 é o condensador de acoplamento e R_1 a resistência de grade.

À Fig. 50-b temos um circuito típico de controle de tonalidade. Neste caso, o condensador C_2 está disposto em paralelo com o circuito, havendo uma resistência, R_2 , em série com o condensador. R_2 poderá ser uma resistência variável. Perante frequências situadas acima de certo valor, C_2 faria os efeitos de um curto-circuito; a presença da resistência em série, porém, impede que o curto seja total.

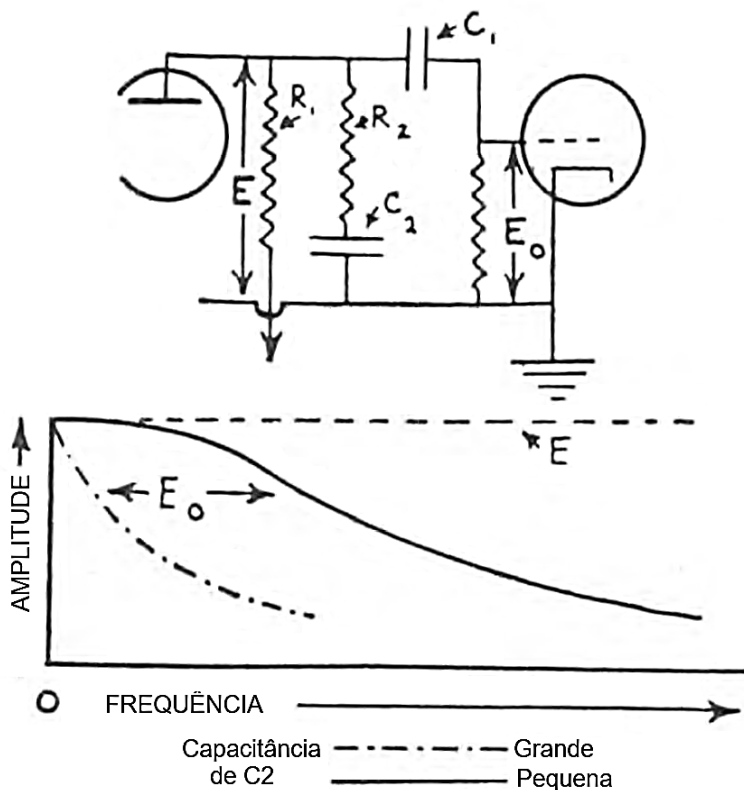


Fig. 50-b – Atuação de condensadores e resistências em paralelo com circuitos de áudio.

Graças ao emprego de resistências variáveis em controles de tonalidade, à medida que se aumenta o seu valor, diminui a atenuação das frequências altas. Esta é uma das modalidades de controle fixo ou variável de tonalidade, onde R_1 é a resistência de placa, C_1 o condensador de acoplamento (cujo valor é bastante alto para tornar desprezível a reatância), R_2 e C_2 são o circuito de controle de tonalidade.

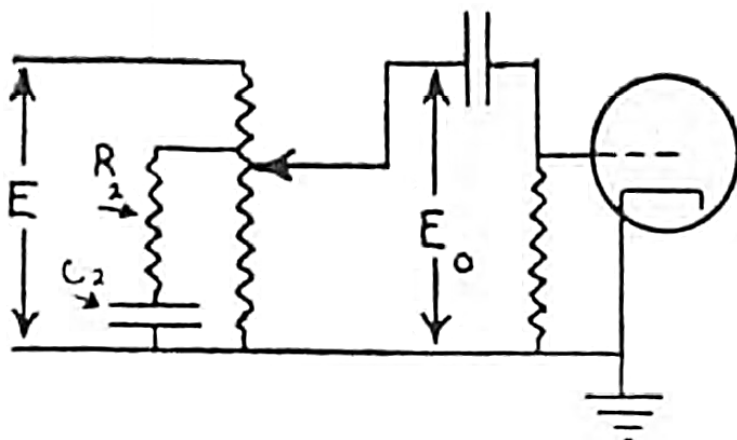


Fig. 50-c – Circuito para compensação de sons graves no controle de volume.

À Fig. 50-c vemos um condensador e resistência dispostos para compensação de baixos em um controle de volume. Temos aqui o condensador em paralelo com um trecho do controle, havendo uma resistência em série com C2. Quando ajustado para o trecho correspondente ao volume mais reduzido, o braço móvel do controle fica compreendido no trecho abrangido pela resistência e o condensador. O resultado é o mesmo ilustrado à Fig. 50-b.

A Fig. 50-d mostra a disposição de condensador e resistência com o objetivo de aumentar a resposta de alta frequência do amplificador. Em vez de estarem em paralelo, eles estão em série com a linha de áudio. Em virtude da propriedade que tem o condensador de deixar passar mais corrente à medida que aumenta a frequência, maior coeficiente de frequências altas será transferido ao amplificador do que o de frequências baixas, desde que o valor do condensador não seja demasiadamente alto. A resistência disposta em série tem por fim limitar a intensidade das altas frequências transferidas através do sistema.

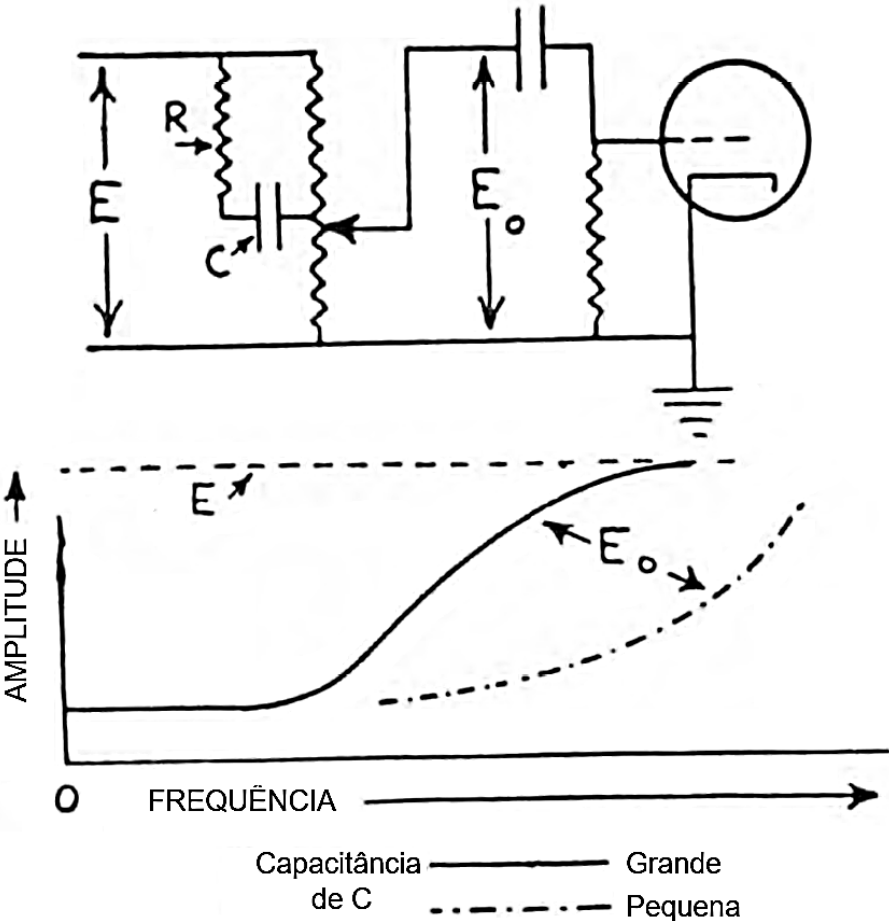


Fig. 50-d – Circuito para compensação de sons agudos no controle de volume.

Costumam-se denominar os circuitos que deixam passar as frequências altas, e não as baixas, “circuitos passa alto”; os que agem em sentido oposto, isto é, que deixam passar as frequências baixas, mas não as altas, são chamados “passa baixo”.

O ALTO-FALANTE

O único tipo de alto-falante comumente usado em receptores de radiodifusão modernos é o tipo a bobina móvel. Nesta categoria se enquadram os alto-falantes eletrodinâmicos e os de imã permanente. O tipo de alto-falante a bobina móvel é provido de uma pequeníssima e levíssima bobina cilíndrica do fio, chamada bobina móvel ou bobina de voz, a qual é percorrida pelas correntes de áudio oriundas do transformador de saída. Como a bobina tem que ser muito leve, ela só pode ser constituída de pequeno número de espiras de fio, de onde se caracterizar por resistência e impedância proporcionalmente pequenas. Esta bobina de voz se desloca em um pequeno espaço (gap) ou entreferro circular, sendo banhada por um intenso campo magnético; este é proporcionado ou por um imã permanente ou por um eletroímã excitado pela fonte de alimentação.

Qualquer corrente, por pequena que seja, através a bobina de voz, dá origem a um campo magnético variável próprio. O efeito decorrente do forte campo permanente e do campo variável originado na bobina de voz, faz com que esta se mova para dentro e para fora no espaço do entreferro ocasiona vibração do cone, resultando em reprodução sonora.

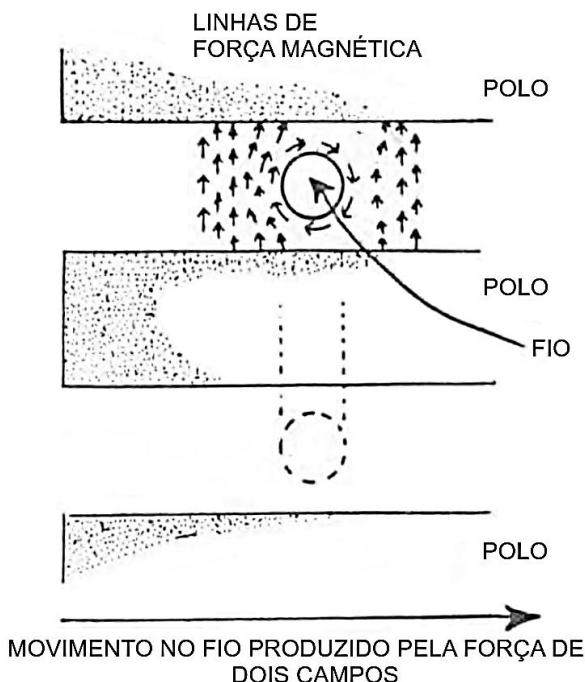


Fig. 51 – Funcionamento de um alto-falante dinâmico.

O alto-falante de imã permanente possui certas vantagens sobre o alto-falante eletrodinâmico: é menor, mais compacto, possuindo, portanto, menor peso.

O alto-falante eletrodinâmico requer uma energia entre 4 e 10 watts para adequada excitação do campo; esta energia adicional deverá ser fornecida pela fonte de alimentação. Os alto-falantes de imã permanente são menos sujeitos a defeitos por não possuírem o grande enrolamento de excitação de campo, o qual é sujeito a abrir ou queimar quando submetido a uma sobrecarga de corrente.

O princípio básico de funcionamento do alto-falante dinâmico poderá ser melhor compreendido si atentarmos no diagrama da Fig. 51. Temos dois sistemas de linhas de força: um, proporcionado pela magnetização de campo (ímã permanente ou eletroímã); é estável; outro, produzido pelas correntes de voz ou música que fluem através da bobina móvel, circundando o fio desta última. Estes dois campos estão indicados pelas setas. Quando a corrente na bobina de voz muda de sentido, as linhas de força mudam de sentido em torno do fio, unicamente.

Se tivermos em mente que forças magnéticas semelhantes se repelem e que forças diferentes se atraem, concluiremos que a direção das linhas situadas do lado direito do fio é diferente da das linhas de magnetização de campo e que por este motivo o fio se deslocará para a direita. As linhas magnéticas do campo, sendo estáveis, se mantêm em linha reta, e se esforçam por se conservar assim. Do momento que o campo criado pelo fio perturba este estado, as linhas do campo, se esforçando por manter sua posição retilínea, fazem com que o fio se desloque.

Este princípio é usado para acionar motores, medidores elétricos, etc.

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. Porque um amplificador de áudio não costuma ser “sintonizado”?
2. Porque geralmente a válvula de saída não é do mesmo tipo usado na primeira etapa amplificadora de áudio?
3. Porque uma etapa balanceada é também chamada “push-pull”? (A tradução literal da expressão inglesa “push-pull” é “empurra-puxa”)
4. Qual a finalidade de um inversor de fase?
5. Qual o efeito produzido pelo emprego de um condensador de acoplamento de áudio com uma capacitância demasiadamente pequena?
6. Que aconteceria se removêssemos a imantação de campo de um alto-falante dinâmico?

NO PRÓXIMO NÚMERO

INFORMAÇÕES SUPLEMENTARES (BLINDAGEM, REPRODUTORES FONOGRÁFICOS, GRAVADORES A CRISTAL) — EQUIPAMENTO DE PROVA — CÓDIGO DE CORES R. M. A. — LOCALIZAÇÃO E REPARAÇÃO DE DEFEITOS.



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 jhajaime@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.

ONDAS

Mais uma vez vamos encontrar nossos amigos reunidos na Padaria do Mário trocando ideias antes de seguirem para a oficina...

- Culpa das eleições, ora...
- Acho que foi o Campeonato de Futebol!
- Pois eu acho que é uma conjuntura cósmica! Estamos no final de uma era e...
- Pare por aí, Toninho! Essa história de que a qualquer momento uma gigantesca nave-mãe irá estacionar nas proximidades da Lua e dali enviar mensagens aos Terráqueos, desmistificando crenças e religiões me parece mais uma de suas maluquices.
- Dentro em breve você vai passar a acreditar em mim, Zé Maria...Os "Grays" já estão por aqui, faz tempo. A imprensa é que não divulga!
- Olhem isso... Tivemos uma queda de mais de 20 por cento em relação ao mês passado.
- Queda de que, Carlito?
- De serviços, Toninho! Fosse depender de televisores, estaríamos "no vermelho".

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

- Tem razão, Carlito... Ainda ontem recebi no balcão uma Samsung de 43 polegadas, com uns cinco anos de uso. Segundo o proprietário o funcionamento da Internet estava intermitente e queria saber em quanto ficaria o reparo, caso tivesse de trocar a placa-mãe.
 - Outro curioso da Internet! Aposto que andou passeando pelo “Youtube” até encontrar um “sabão” que ensinava a restabelecer o funcionamento de televisores.
 - Pois foi isso mesmo que aconteceu. Expliquei para ele que não trabalhávamos dessa forma, pois poderia ter mais alguma coisa a fazer e que nem sempre a placa mãe é culpada do mau funcionamento do TV.
 - É isso mesmo que temos de explicar ao pessoal que vem nos procurar, Se...
 - Se Toninho não aparecer e der um daqueles palpites, dizendo que a troca de uma placa mãe daquele modelo iria ficar em torno de 500 Reais, incluindo mão de obra e material.
 - Sério, mesmo?
 - O que levou o proprietário do televisor a dizer que por aquele preço, preferia adquirir um aparelho novo, com garantia estendida, a ser pago em doze prestações sem juros!
 - Esse é o ponto crítico, até que me provem o contrário. Um televisor de 43, AOC ou Philco está custando uns 1.400 Reais, o que dá uns 120 por mês!
 - E assim o povão vai se endividando... Cem daqui oitenta de lá, mais trinta... No final fica descoberto, E aí...
 - Põe a culpa no Governo, ora!
 - Vamos parar por aqui! São quase nove horas e temos uma novidade! Chegou ontem, quando já ia fechar a loja!
 - O que é, Carlito?
 - Surpresa... Pague a conta e vamos adiante!
 - Como dizem agora: “Solte um Spoiler”!
 - É grande...
 - Já sei! Um OLED de 65 polegadas!
 - Não é Televisor...
 - Se não é um televisor, então é um Marantz ou um Tape Akai de carretéis!
 - Outra dica: Tem válvulas!
 - Já sei! Grande e com válvulas, é uma rádio-vitrola “Dominante” Telefunken!
 - Podem ir tentando...Estamos quase chegando e aí vocês vão ver!
- Pouco tempo depois, ao abrir a porta da oficina...

- Epa! O que é isso: Um Robô?
- Parece ter saído de alguma revista de ficção científica dos anos 50...
- Ideia sua, Toninho! Não vem dizendo que é preciso diversificar os serviços? Pois aí está!



FIGURA 1

- Já vi uma tralha dessas... ou coisa muito parecida, faz bastante tempo. O que isso faz, Carlito?

- Isso é um aparelho de Diatermia por Ondas Curtas. Algo em que o seu ídolo Nikola Tesla andou trabalhando no início do século XX.

- Posso tirar a tampa traseira?

- Só logo mais! Hoje vai ser dia de nossa aula. E o assunto será este!

Mais tarde, expediente encerrado, os três se reuniram na salinha de estudos, onde o equipamento de Diatermia já estava sobre a bancada.

- Para começar: Alguém sabe o que vem a ser Diatermia?

- Claro que sei, Carlito! A diatermia é um tratamento médico e fisioterapêutico que usa correntes elétricas ou ondas eletromagnéticas de alta frequência para gerar calor profundo nos tecidos do corpo

- Ora, ora... Antes de vir para cá, andou bisbilhotando na Internet e obteve a explicação por IA, apostou!

- Mas a IA não explicou de que maneira é feito o aquecimento dos tecidos, e aí entra o Carito!

- Vamos lá! Você certamente já destruiu algum clipe de papel, dobrando e desdobrando o arame por diversas vezes, não é mesmo? Então conte o que aconteceu!

- Ué... partiu-se em dois!

- E pouco antes disso?

- Aqueceu bastante.

- Pois é justamente assim que é feito o aquecimento interno. Um campo de RF intenso faz com que as moléculas do material se orientem em uma direção e outra, provocando o calor. No caso presente, o corpo do paciente faz o papel do dielétrico de um capacitor, cujas armaduras são essas duas placas.



FIGURA 2

- Então este equipamento é pura e simplesmente um transmissor de RF de alta potência?

- Sim, Toninho. São geradores com potência aproximada de 200 a 300 Watts, operando na faixa de 27 MHz.

- Observe agora o interior do aparelho e você irá entender melhor como a coisa funciona...

- Ei! Mas são... válvulas!

- Correto! De alguns anos para cá surgiram os equipamentos equivalentes em estado sólido, porém o custo ainda é muito elevado, e as válvulas ainda fazem parte dos equipamentos em uso.

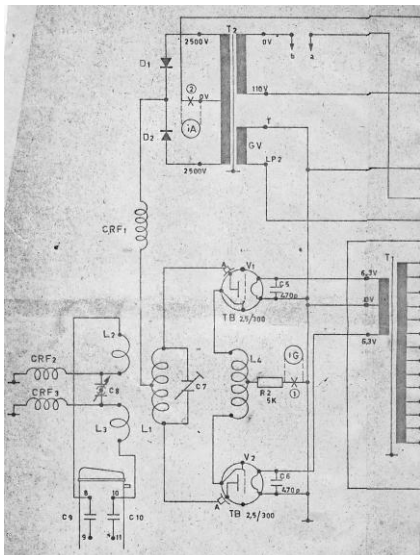
- Deixe ver... um tríodo, só pode ser... Achei! 811A . Isso ainda existe?

- Fabricadas na China e Rússia! São relativamente fáceis de serem encontradas, embora custem cerca de 500 Reais cada uma.

- O circuito parece ser bem simples...

- Concordo, Zé Maria. Simples e muito perigosos. Veja esse esquema daqui, por exemplo: Temos logo de saída um transformador que em alguns aparelhos fornecem 5.000 Volts de um extremo a outro do enrolamento. Outros são mais modestos, com 1500 Volts. O suficiente para mandar alguém para o hospital ou coisa pior.

- Entendi! E a RF não é modulada?



- Pode ser. Em aparelhos menos sofisticados a modulação é feita em 60 Hz, simplesmente alimentando as válvulas com CA. Veja este esquema para entender melhor.

- Estou percebendo que, no fundo, esses aparelhos são bem simples, com poucos componentes para apresentar alguma avaria.

- Em sua maioria, cabos rompidos, terminais soltos, queima de fusíveis e eletrodos danificados. Tudo devido ao uso intenso, alguns operando por mais de dez horas diárias

- E Esse capacitor variável, Carlito? Você não disse que operava em frequência fixa de 27 MHz?

FIGURA 3

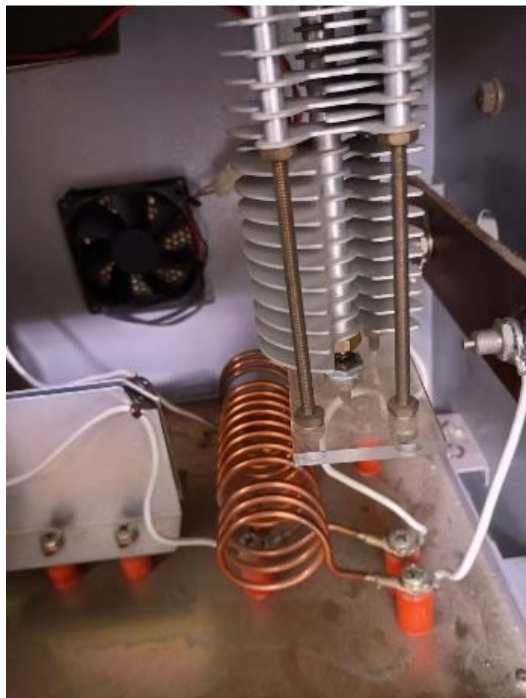


FIGURA 4

- Certo! Mas você está esquecendo de que, em qualquer transmissor, é necessário um perfeito acoplamento entre o sistema irradiante e o gerador de RF. Aqui é a mesma coisa. Como a distância entre essas placas, ou armaduras, varia de acordo com o local da aplicação, é necessário em cada caso se efetuar a sintonia.

- Entendi! Daí ter esse instrumento, medindo a corrente que circula nas válvulas.

- Rapaz inteligente... isso mesmo!

- E como se controla a potência? Alterando-se a sintonia?

- Quase sempre se alterando o valor do resistor de grade ou a tensão de filamento das válvulas. Em alguns projetos

a tensão de placa é ajustada, mediante o emprego de um "dimmer" no circuito do primário. Como nesse equipamento.

- E por que tão poucos técnicos se dedicam a reparar este tipo de equipamento, já que, pelo menos na aparência, parece ser tão simples?

- Ah!!! Chegou aonde eu queria! Simplesmente porque ligado a este aparelho está um ser humano, cuja vida pode estar em risco se algo de errado acontecer, além do próprio técnico, que pode ser eletrocutado por até 5.000 Volts!

- É... Estou vendo aqui nesse esquema, que a intensidade de corrente fornecida pelo transformador pode chegar a 300 mA.

- Mais do que suficiente para eletrocutar um indivíduo. Por isso, não recomendo a ninguém que não conheça profundamente as normas de segurança a lidar com um aparelho de diatermia.

- Diga uma coisa, Carlito: Por que estes cabos dos eletrodos e o próprio são revestidos de borracha, sabendo-se que o plástico é melhor isolante, mais durável e provavelmente de menor custo?

- O problema está na constante dielétrica do material. Um plástico provavelmente irá aquecer tanto, que certamente irá fundir-se com o ouro cabo, caso fiquem encostados.

- Está bem... Mas como saber se o aparelho de Diatermia está gerando RF com potência suficiente?

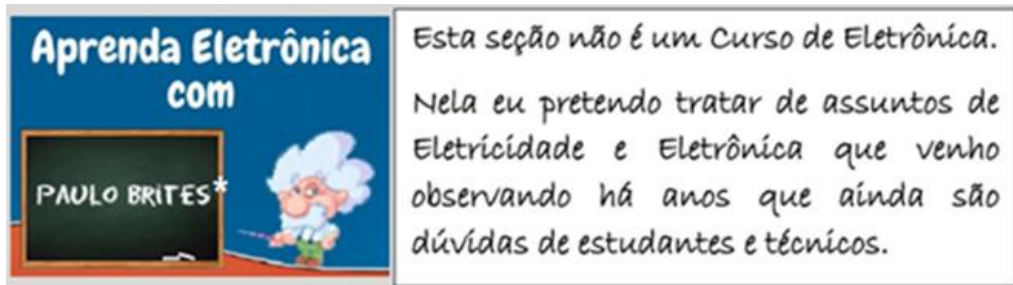
- É um teste que também deve ser feito antes de dar por concluído qualquer tipo de manutenção. Um medidor de potência de RF resolve a situação, Toninho.
- Como não temos tal instrumento na oficina...
- Vamos utilizar uma lâmpada incandescente de 127 V e 150 W, ligada na saída do gerador de RF e, após efetuarmos a sintonia, deverá ficar acesa com o brilho normal.
- Agora só falta você nos dizer qual defeito que este equipamento está apresentando?
- Potência muito reduzida, ou como nos informou o funcionário da Clínica: "Não está esquentando". Vamos ter de substituir as duas válvulas 811A.
- O que??? Só aí vai mais de mil Reais, só de material...
- Temos de verificar com cuidado o estado dos cabos, limpar com atenção o interior do gabinete, deixando-o sem o menor vestígio de poeira e depois fazer os testes de isolamento da rede elétrica, para depois partirmos para um teste final.



- Até a poeira entra na brincadeira?
- Com a umidade do ar elevada, a poeira irá provocar centelhamentos no interior do gabinete. Por isso uma limpeza criteriosa, inclusive entre as lâminas do capacitor variável.
- Vejam só... as válvulas são fixadas nos soquetes por meio de uma abraçadeira...
- Observe aqui, Zé Maria! O aparelho tem rodízios e provavelmente é movimentado a cada aplicação. Para evitar que as válvulas sofram deslocamentos, utilizam-se estas abraçadeiras.
- Para terminar, Carlito! Vamos gastar mil Reais de válvulas e mais uma ou duas horas de testes e limpeza. Em quanto ficará o conserto?

FIGURA 5

- Algo próximo a 1500 Reais.
- É... e tem gente que reclama de pagar quinhentas pratas pela troca de uma placa-mãe...



Retificação sem diodo, isso é possível?

Desde criancinha você aprendeu que para retificar (não gosto deste termo) uma tensão alternada e “transformá-la” numa tensão pulsante é preciso utilizar diodos, correto?

E se eu lhe disser que é possível fazer a retificação em fontes chaveadas sem utilizar diodos, você acreditaria?

Pois bem, desde os anos 90 (do século passado) que os projetistas das SMPS (*Switch Mode Power Supply*) vêm substituindo os diodos na retificação por MOSFETs, em algumas fontes, e adotando uma tecnologia denominada RETIFICAÇÃO SÍNCRONA, que será o tema do artigo deste mês.

Antes de apresentar os circuitos de retificação síncrona e analisar o funcionamento deles, vejamos qual a vantagem em substituir diodos por MOSFETs na retificação.

Um diodo Schottky usado em uma fonte chaveada, e só se pode usar eles nestas fontes, apresenta uma queda de tensão direta da ordem de 0,45 V. Suponhamos que a carga de um determinada fonte consuma 10 A, logo a potência dissipada pelo diodo será 4,5 W ($P = V \times I$). Se a corrente fosse 20 A teríamos 9 W.

Mas, se utilizássemos um MOSFET com uma resistência dreno-supridouro ($R_{DS(on)}$) de 2 m Ω , por exemplo, teríamos uma potência dissipada de 0,2 W para a mesma carga de 10 A ou 0,8 W se a carga fosse de 20 A.

Não entendeu como chegamos a estes valores da potência dissipada no MOSFET?

Simples assim – lembre-se que potência pode ser calculada também por $I^2 \times R$ então para 10 A e $R_{DS(on)} = 2 \text{ m}\Omega$ teremos $P_{MOSFET} = 10^2 \times 0,002 = 100 \times 0,002 = 0,2 \text{ W}$. Agora é a sua vez de fazer continha para 20 A e encontrar 0,8 W.

Em tempos de equipamentos cada vez mais compactos, a dissipação de potência torna-se de suma importância.

Por outro lado, em fontes de baixa de tensão e alta corrente, quanto menos tensão “perdemos” nos componentes da retificação, melhor.

Suponhamos uma fonte de 5 V, por exemplo, para uma carga de 10 A, utilizando um diodo Schottky, que apresenta uma queda de tensão direta da ordem de 0,45 V. A fonte terá que ser projetada para uma tensão maior que 5 V considerando que 0,45 V serão perdidos no diodo.

***Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica**

Entretanto, se utilizarmos um MOSFET com $R_{DS(on)} = 2 \text{ m}\Omega$ teremos uma perda igual $10 \text{ A} \times 0,002\Omega = 0,02 \text{ V}$ que pode ser considerada desprezível.

Exemplo de uma fonte com retificação síncrona

A intenção deste artigo não é explorar todas as possibilidades de fontes com Retificação Síncrona, designadas como SR, e sim chamar a atenção para um assunto ainda pouco conhecido da maioria dos técnicos.

Vale ressaltar que as fontes SMPS alimentadas diretamente da rede elétrica continuam utilizando uma ponte de retificadores na entrada.

As fontes com SR (*Synchronous Rectification*) entram nas etapas de tensões mais baixas e para correntes de carga elevada onde, como já foi explicado acima, temos maior perda nos diodos e elevada dissipação de potência.

Para se construir uma fonte com SR iremos precisar de um circuito integrado que fará a sincronização dos MOSFETs que irão substituir os diodos na retificação.

Tomarei como exemplo, para ilustrar este artigo, o MP6902 da MPS (data sheet anexo) que é um controlador de retificação síncrona projetado para conversores DC-DC de topologia flyback.

Na **fig. 1** temos a aplicação típica do MP6922 onde os MOSFETs S1 e S2 substituem os diodos na retificação e têm seus gate controlados pelos pinos 1 e 5 do CI. A explicação detalhada do funcionamento do circuito é mostrada no *data sheet*.

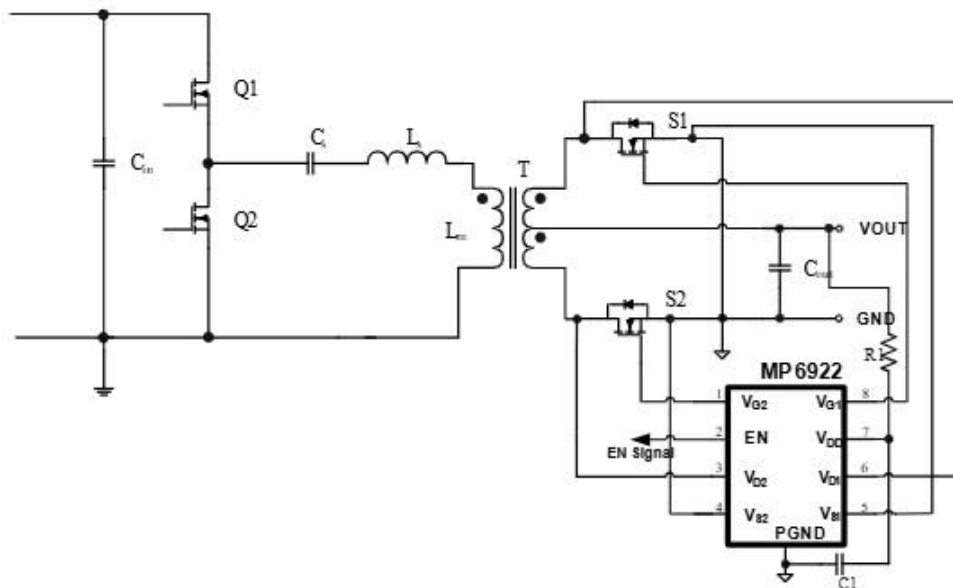


Fig. 1 – Aplicação do controlador MP6922

Algumas dicas de manutenção

Ao se deparar com os MOSFETs em curto numa fonte com SR não basta trocá-los; é preciso, ou melhor, mandatório, verificar todos os componentes associados ao funcionamento do CI, bem como trocá-lo, uma vez que não há como testá-lo e, provavelmente, também estará danificado.

Outra questão importante é a substituição dos MOSFETs, pois nem sempre é possível encontrar o mesmo tipo utilizado no projeto.

Geralmente, numa substituição de um transistor, o técnico se preocupa com a tensão e a corrente que ele suporta. Isto é parcialmente válido para BJTs, mas não é o caso quando se trata de MOSFETs.

No caso de uma fonte com SR temos que nos preocupar também com o R_{DSon} e a capacitância de carga do *gate*.

Considerações finais

Embora a tecnologia de retificação síncrona não seja nova, como foi dito lá no início, e que começou nos anos 90, a sua aplicação em aparelhos domésticos ainda é pouco utilizada, mas brevemente o técnico irá se deparar com ela no seu dia a dia.

Se você não quer ser um mero trocador de placas, como os “técnicos” das redes de autorizadas, precisa se atualizar porque o futuro começou ontem ou ... anteontem!

P.S.: Este artigo NÃO foi escrito por IA.