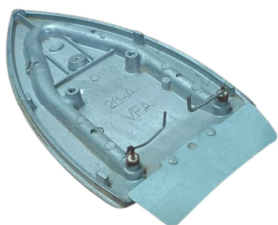


TVKX

ANTENA

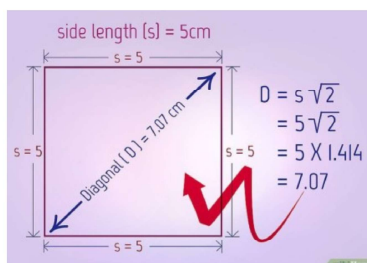
ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 09/26 (1281) setembro de 2026



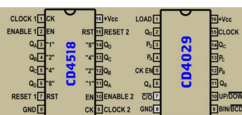
**Lâmpada Série...
Sem Lâmpada!**

**Monte Uma Antena
Loop de Quadro
Para 10 m e 11 m**



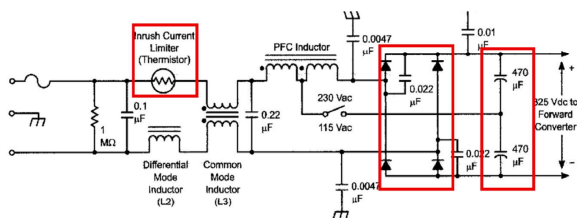
CONHECENDO E UTILIZANDO OS CI's CONTADORES DIGITAIS

PARTE 01



**Dante Efrom... e o Aprendizado
da Retrônica**

**Paulo Brites... o PFC e
a Lâmpada Série**



GABC do RADIC

O "Pivete" da Gradiente

ANTENNA

Número 09/26 – Setembro/2026 – Ref. 1281

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

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



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

NOTAS DA EDIÇÃO

Neste mês temos uma homenagem a um colaborador que, infelizmente, não conseguimos contactar para a edição do centenário, e cujos divertidos e instrutivos artigos eram referências em Antenna na sua fase impressa; trata-se de Nilson Dias Martello. O artigo reproduzido ajudou a construir a fama de um ícone da indústria de som nacional da década de 1980.

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 ilhajaim@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 – A lâmpada série.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
3 - CQ-RADIOAMADORES – Monte uma antena loop de quadro para 10/11 metros.....	<i>Ademir - PT9HP</i>
5 - DICAS E DIAGRAMAS - LI – O aprendizado de retrônica.....	<i>Dante Efrom - PY3ET</i>
17 – Conhecendo e utilizando os CI's contadores digitais – Parte I.....	<i>Max Durend</i>
33 – SUPER A STEREO AMPLIFIER 246 - O PIVETE DA GRADIENTE.....	<i>Nilson D. Martello</i>
40 – ABC do Rádio - Parte V	<i>Antenna</i>
50 - APRENDA ELETRÔNICA - O PFC e a lâmpada série.....	<i>Paulo Brites</i>
54 - TVKX – O Polyang.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>



Por mais sofisticada que seja a oficina de eletrônica, contando hoje em dia com osciloscópio digital, programadores e microscópios, em um cantinho da bancada, certamente, você irá encontrar um instrumento que aparece em todas as oficinas desde o início do século passado. Estamos nos referindo à lâmpada série, que, apesar de sua simplicidade, é um instrumento indispensável, principalmente se a oficina for especializada em equipamentos de áudio.

Já vimos alguns modelos, que apesar de “caseiros”, eram bem sofisticados, contando com três ou mais lâmpadas, selecionáveis por meio de interruptores; porém em sua forma mais simples, ela é simplesmente um gabinete reaproveitado, com um soquete E-27, uma lâmpada incandescente de 100 W e uma tomada.

Aqueles que lidam com equipamentos de áudio, antes de ligar qualquer aparelho diretamente na tomada, certamente antes disto irão liga-lo na lâmpada em série. Se a lâmpada der uma piscada e acender bem fraquinha, é sinal de que não existem componentes em curto, pelo menos na fonte de alimentação ou nos circuitos de potência. Dependendo do tipo de equipamento, ele poderá até funcionar, mesmo ligado à lâmpada em série.

Porém, a simplicidade quase sempre acarreta limitações. Imagine algo que exija pouca potência, como, por exemplo, um carregador para telefones, com um consumo de 10 W. Quando ligado a uma lâmpada em série de 100 W, a corrente circulante será de aproximadamente 80 mA e a queda de tensão na lâmpada praticamente desprezível, fazendo com que a mesma permaneça apagada e que o carregador opere normalmente.

Mas... Se o equipamento em teste for, por exemplo, um motor elétrico, um amplificador com potência de 500 W, ou um televisor com tubo de 29 polegadas para ser restaurado? A lâmpada de 100 W provavelmente ficará acesa, quase que normal, e o equipamento poderá até não partir. Acho que sei o que você pensou... Uma lâmpada de maior potência ou acrescentar várias lâmpadas em paralelo com aquela de 100 W. Porém as coisas podem se complicar, como no dia em que recebi um aparelho de diatermia por Ondas Curtas, que consta essencialmente de um gerador de RF com potência máxima de 500 W, operando em 27 MHz, e que teimava em queimar o fusível de proteção da fonte de alimentação.

Mesmo com três lâmpadas de 100 W em paralelo “nosso amigo” não conseguia que seu relé armasse, pois a queda de tensão nas lâmpadas era de quase 60 V, restando pouco mais do que isto para que o gerador de RF funcionasse, mesmo com potência reduzida. Ligar aquele “monstro” de mais de 50 kg diretamente na tomada era quase certeza de que o fusível iria abrir novamente.

O que eu precisava mesmo era de alguma coisa para limitar a corrente em uns 6 ou 8 A, e, dessa forma, observar com ele energizado a causa do problema.

Não tinha mais na oficina lâmpadas incandescentes de 100 W, além daquelas três, e de nada adiantaria ir ao mercado, porque a fabricação dessas lâmpadas está proibida. Onde, então, conseguir um resistor de alta dissipação, e de baixo valor, como, por exemplo, 20 Ω - 750 W?

Procurar na sucata seria pura perda de tempo, pois sei muito bem que não acharia tal resistor. Mas, em todo o caso... E foi justamente olhando para a estante da sucata que me deparei com aquilo que precisava! Lá estava ela. A etiqueta informava: 110 V – 750 W. Aliás, ELE! Um ferro de passar roupas que foi abandonado porque o proprietário havia adquirido um modelo novo, ao verificar quanto iria gastar na troca do termostato e do cabo de baquelite.

Levado para a bancada e desmontado, verificamos que a resistência estava em boas condições. Problema resolvido!



FIGURA 1

Graças ao nosso “limitador de corrente”, podíamos agora verificar o funcionamento de equipamentos de alta potência. Ah! Você quer saber o que provocava a queima do fusível de proteção de 10 A do aparelho de diatermia? Uma das válvulas 805 com curto intermitente entre a placa e a grade.

Não se esqueça de que, ao ser percorridas por uma corrente próxima a 5,0 A, as partes metálicas do antigo ferro de passar roupa irão se aquecer, pelo que recomendamos alojar o conjunto em algum tipo de gabinete metálico.

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



MONTE UMA ANTENA LOOP DE QUADRO PARA 10/11 METROS

Depois que você conhece e passa a entender bem a matemática envolvida nos cálculos de antenas, você será capaz de produzir qualquer modelo, “de cabeça”. No caso das quadra cúbicas ou loop, eu tinha uma dificuldade imensa em calcular as varetas que formam o “+” que suporta os fios. Claro, eu detesto matemática e, enquanto eu não me rendi à ela, não construía nada!

Abaixo o cálculo da nossa loop, com impedância em torno de 120 ohms e o respectivo balun, construído com um pedaço de cabo coaxial de boa qualidade, de 75 ohms de impedância. O comprimento desse balun é de 1,8 metro.

Frequência de operação da loop: 27,5 MHz. Comprimento total do fio (perímetro) 11,139 metros. Neste ponto, dividido por 4, teremos um quadro com 2,784 metros de cada lado. A vareta – de bambu ou de fibra de vidro, terá o comprimento de 3,93 metros. Claro, deve ser MAIS COMPRIDO, pois deve sobrar uma ponta para dar espaço para a passagem do fio!

Você pode baixar e utilizar programas para cálculo de antenas, como o divulgado em www.linuxwolfpack.com, mas, para conhecer a matemática envolvida, a fórmula é a que sempre divulgamos:

$L = 306 / F \text{ (MHz)}$ – Significa o seguinte: onda completa (no caso da loop e quadra) é igual 306 (uma constante, não muda) dividido pela frequência em megahertz. O resultado é o comprimento de onda ou... o comprimento do fio a ser utilizado. Chamamos esse comprimento de fio de “perímetro”.

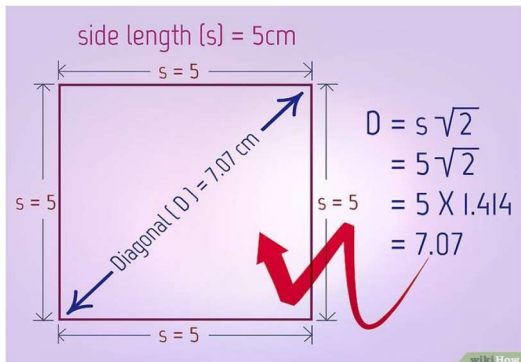
O resultado final você divide por quatro e terá, então, o comprimento de cada lado de sua loop ou quadra.

Na prática: $306 / 27,5 = 11,127$ metros.

CALCULANDO A DIAGONAL DO QUADRO

Dava uma mão de obra.... A matemática simplificada consiste em multiplicar cada lado pela raiz quadrada de dois. O desenho abaixo explica tudinho e facinho...

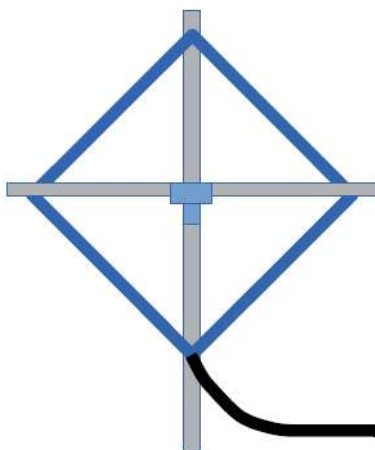
***A cargo de Ademir, PT9HP**



Na prática: cada lado da nossa antena tem 2,78 metros. No final, SEMPRE a vareta diagonal terá um comprimento um pouco maior do que cada lado da antena! Ficou assim: 2,78 vezes a raiz quadrada de dois, que é igual a 3,93 metros ($2,78 \times \sqrt{2} = 3,93$).



Balun de 1,8 metros, cabo coaxial de 75 ohms. O resto até o rádio é cabo de 50 ohms.



Se você construir sua loop no formato ao lado, será mais fácil conseguir uma cruzeta de PVC ou metal no centro e instalar num mastro.

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*



Os livros e revistas técnicas antigos permanecem como um valioso meio de enfrentar o “caminho das pedras”, para um domínio teórico profundo e como auxiliares para a construção de uma boa formação do profissional de retrônica.



O aprendizado de retrônica

Até onde se pode chegar em áreas como a da eletrônica antiga sem um diploma ou sem um curso formal? É possível chegar bem longe, mesmo que não se tenha um diploma técnico. Na atualidade a eletrônica das válvulas não é ensinada nas escolas. Assim, é preciso estudar, aplicar-se por esforço próprio. O teto para um profissional autodidata não é exatamente um “canudo”, mas sim, o domínio do conhecimento técnico e prático. O mercado dos equipamentos eletrônicos antigos procura gente competente, procura quem saiba fazer, quem entregue serviços corretos, com eficiência e qualidade. Neste artigo sugerimos algumas alternativas para que o profissional chegue ao topo, em vez de bater na parede.

Na área da eletrônica clássica, de restaurações e reparações de aparelhos valvulados, a ausência de formação acadêmica específica era e é frequente. Há engenheiros de eletrônica, atuando como restauradores e reparadores, mas há também hobistas, advogados, marceneiros, músicos e outros profissionais na atividade, realizando trabalhos de altíssima qualidade em aparelhos antigos.

O mercado de rádios antigos opera sob condições diferentes das áreas de alta tecnologia. Nas restaurações e reparações retrônicas, muito valem as habilidades artesanais, o conhecimento histórico, o domínio teórico e prático sobre a tecnologia das válvulas.

***Dante Efrom (PY3ET). Antennófilo, radioamador, reparador, montador. Experimentador de circuitos dos velhos tempos. Aprendiz permanente de eletrônica termiônica.**

O mandatório nas **restaurações** de aparelhos históricos é o respeito pela originalidade do aparelho. Como já enfatizamos diversas vezes, não cabem intervenções desastradas, que modifiquem as características originais da peça — frequentemente verdadeiras obras-primas da engenharia e da técnica.

Na atualidade não existem cursos formais sobre eletrônica valvulada. A maioria dos que atuam na atividade é de autodidatas. Para restaurações, assim, será importante que o profissional seja habilidoso, mas que também tenha conhecimento teórico e domínio da técnica. Em muitos casos de restaurações de clássicos o serviço exigirá talentos de um artista, antes que a ação de um “McGyver” de canivete e arame. Antes de prosseguirmos, cabe repetirmos uma advertência importante:

Aviso — as tensões de operação dos aparelhos valvulados podem ser letais. Rádios antigos, principalmente os tipo CA/CC, sem transformador, são inerentemente perigosos e somente devem ser manuseados por quem tenha conhecimento, seguindo as normas de segurança. Rádios antigos não são como os aparelhos alimentados por pilhas. O uso de transformador de isolamento é obrigatório quando se trabalha com equipamentos que têm chassi ligado diretamente ao “vivo” da rede elétrica.

Novos rumos. O professor de Física e engenheiro de Eletrônica, Jaime Gonçalves de Moraes Filho, brilhante colaborador de ANTENNA, recentemente abordou, aqui mesmo na revista, em “TVKX”, as mudanças que vêm ocorrendo na profissão. Os tempos estão mudando para os reparadores de aparelhos eletrônicos.

O interessante é que muitas coisas antigas, que eram consideradas ultrapassadas, voltaram à moda. A eletrônica das válvulas — quem imaginaria isso? — retornou com grande força e virou objeto de culto, com um número crescente de entusiastas, no mundo todo. O colecionismo de receptores clássicos, perfeitamente restaurados, tem peças que alcançam preços elevadíssimos no mercado.

Se a retrônica virou modismo, isso não significa que qualquer objeto “vintage”, em qualquer estado de conservação, readquiriu valor. “O cliente quer o seu rádio antigo não só funcionando, mas também com toda aparência de um aparelho novo”, observa o engenheiro Jaime de Moraes em ANTENNA. Em resumo: não basta que o aparelho volte a funcionar, mas também que exiba todo o seu antigo esplendor estético e operacional.

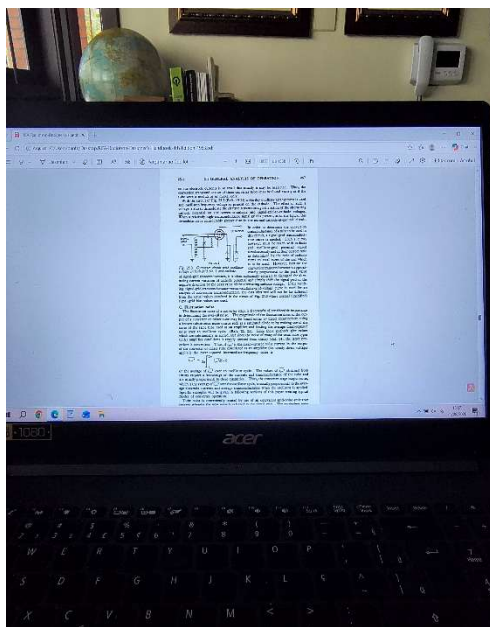
Uma restauração de qualidade pouquíssimas vezes estará limitada à parte funcional. Trazer novamente ao seu brilho original um receptor clássico certamente exigirá um profissional capacitado, com bons conhecimentos históricos, que conheça os componentes profundamente, que entenda do funcionamento dos circuitos, que siga rigorosamente as normas de segurança, com domínio das técnicas corretas de reparações e restaurações, enfim, que seja caprichoso e exímio até em áreas conexas à eletrônica antiga.

Por onde começar? Primordialmente, pela segurança: precisamos estar sempre conscientes de que as tensões existentes nos aparelhos valvulados podem ser fatais. Reparações, manutenções ou restaurações nesses equipamentos devem ser realizadas por quem saiba o que está fazendo, isto é, por quem tenha conhecimento dos riscos de choques elétricos e adote as indispensáveis medidas de segurança. Entre as medidas de segurança estão o uso de transformador isolador. Do transformador isolador, bem como de dispositivos IDRs, Interruptores Diferenciais Residuais, já comentamos diversas vezes aqui na revista (vide as edições de ANTENNA de dezembro de 2024, p. 9, e janeiro de 2025, p. 10. Links diretos:

<https://revistaantenna.com.br/dezembro-2024/>

<https://revistaantenna.com.br/janeiro-2025/>

Lembre-se: no caso de uso associado com transformador de isolamento na bancada, para a proteção adequada o IDR deve estar conectado **depois** do transformador. Se o IDR é instalado antes do transformador (a montante) ele perde completamente a capacidade de proteger contra choques elétricos no lado onde as pessoas interagem com os equipamentos.



Figuras 1 e 2. Melhor é seguir um aprendizado de eletrônica valvulada pelos livros e revistas técnicas ou pela internet/IA? Todos os meios são válidos. Na internet há uma maior quantidade de informações, mas livros e revistas clássicas são superiores para aprender eletrônica, pela precisão técnica e pela profundidade das abordagens.

O roteiro para o aprendizado. A eletrônica termiônica é um campo em que o método de estudo costuma ser mais importante do que a quantidade de informação disponível. Paradoxalmente hoje há mais informação do que há cinquenta anos, mas ela se encontra dispersa, com qualidade muito variável. No período áureo das válvulas, o estudante seguia um roteiro relativamente bem definido: livros didáticos, revistas técnicas, manuais de fabricantes e prática de bancada. Atualmente, esse caminho precisa ser reconstruído pelo próprio interessado.

Nesse percurso, os livros e revistas técnicas ainda são insubstituíveis. Em eletrônica clássica os livros continuam sendo a principal fonte de aprendizado estruturado, ainda mais se forem adotados, metodicamente, ao lado de prática de bancada.

Nos bons livros antigos sobre eletrônica valvulada os assuntos estão organizados em sequência pedagógica. Cada capítulo prepara o seguinte, agregando informações ao já aprendido. Com isso se evitam lacunas de conhecimento. Isso raramente ocorre na internet. Nas pesquisas pela internet, normalmente aparecem respostas isoladas para problemas específicos. Na internet quase sempre aparece o **micro**; nos meios impressos está o **macro**.

Uma obra clássica como a quarta edição (1953) do **Radiotron Designer's Handbook**, da RCA, uma verdadeira “bíblia” sobre praticamente tudo o que se refira a válvulas e circuitos operando com válvulas é o que se poderia chamar de **macro**: foi escrita por engenheiros que desenvolveram essa tecnologia quando ela ainda era dominante. Tem tudo sobre o tema. É uma obra impressa de referência, com mais de 1.500 páginas e 38 capítulos (com a vantagem de estar disponível na internet: pode ser baixada no seu computador).



Figura 3. Para os principiantes que procuram aperfeiçoamento técnico em eletrônica, em especial para os que pretendem lidar com equipamentos valvulados, recomendamos: “Eletrônica Básica”, por Van Valkenburgh, Nooger & Neville, em seis volumes, da editora Ao Livro Técnico (atualmente integrada ao Grupo Editorial Zit). A coleção pode ser encontrada nas livrarias técnicas ou em sites de livros usados como a Estante Virtual. É uma das mais importantes publicações didáticas abrangendo componentes como as válvulas. Descreve também o funcionamento de circuitos valvulados.

“Eletrônica Básica” foi uma coleção muito usada em cursos e escolas técnicas do Brasil e do exterior. Foi obra de referência nos cursos do SENAI. Fartamente ilustrados, os seis volumes da coleção possuem um dispositivo de ensino programado para autoavaliações por parte do aluno. Não confunda: existe uma outra coleção, com os mesmos autores — e com capas semelhantes — intitulada “Eletrônica Básica do Estado Sólido”. Não é a esta que nos referimos aqui.

Nas escolas atuais e nos cursos por correspondência, a ênfase é para a eletrônica digital. Na internet os conteúdos sobre válvulas e circuitos analógicos são fragmentados, esparsos.

Através de cursos em livros como "Eletrônica Básica", de Van Valkenburg e outros, tem o aluno a opção de realizar um aprendizado não presencial, em casa ou até em lugares onde não haja sinal de internet, de acordo com as suas disponibilidades de tempo.

O valor extraordinário das revistas técnicas. Enquanto os livros ensinam os princípios permanentes, revistas como ANTENNA mostram como esses princípios podiam ser aplicados na prática. Na coleção histórica da revista, que ajudou a formar

gerações de profissionais de eletrônica, encontram-se não apenas a teoria eletrônica, mas principalmente montagens práticas, soluções para os defeitos recorrentes, análises sobre os circuitos, inovações adotadas pelos fabricantes, projetos de construção de equipamentos, melhorias nos circuitos após publicados, comparações sobre os componentes, rotinas e casos de oficina etc.

ANTENNA era o "laboratório vivo" da época de ouro da eletrônica brasileira. A revista provavelmente foi o melhor "curso de eletrônica" que já existiu no Brasil. Para quem restaura receptores históricos, publicações como ANTENNA respondem perguntas que não aparecem nos manuais de serviço.

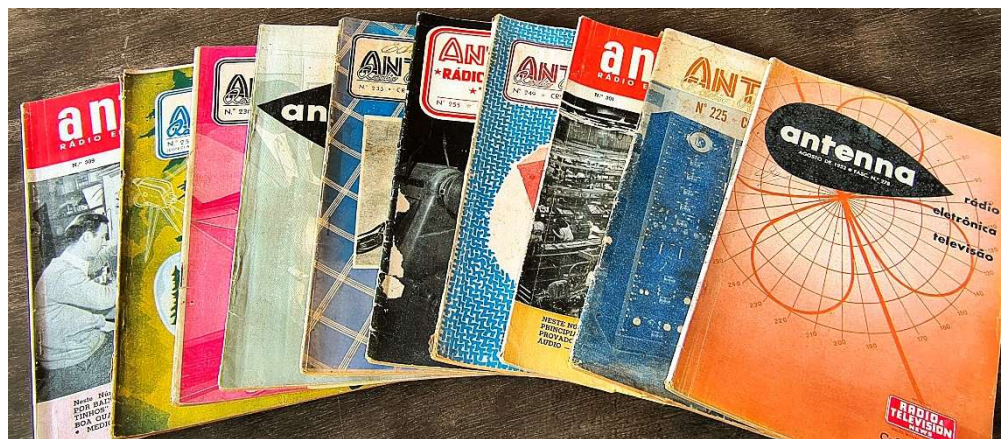


Figura 4. Muito mais do que um extraordinário repositório de informações: desde 1926 a revista ANTENNA vem ajudando a capacitar profissionais para o mercado de eletrônica.

São muitos os colegas iniciantes que nos perguntam: "onde posso encontrar um curso sobre eletrônica que abranja válvulas"?

A resposta é: **em ANTENNA**. Cópias da coleção histórica da revista, em arquivo digital, podem ser encomendadas através de Beatriz Affonso Penna, pelo [email beatriz@anep.com.br](mailto:beatriz@anep.com.br), ao custo de R\$ 540,00 para o DVD de Antenna e R\$ 170,00 para o DVD de Eletrônica Popular. A coleção histórica abrange os anos de 1926 a 2007 — totalizando 776 revistas — digitalizadas em formato PDF. A evolução da eletrônica no Brasil está incorporada nas páginas da revista ANTENNA. Foi a maior publicação técnica sobre eletrônica da América Latina — desde 1926 vem ajudando a forjar gerações de profissionais.

sites. Há material bom sendo produzido por gente competente na internet, mas alguns conteúdos atuais são produzidos por diletantes, “admiradores de rádios antigos e das válvulas”, muitas vezes com conhecimento apenas superficial de eletrônica.

INSTITUTO DE RADIO "REY"
O MAIS IMPORTANTE DA AMERICA DO SUL
705 - CHACABUICO - 707 — BUENOS AIRES
CURSOS PRÁTICOS E POR CORRESPONDENCIA



Não está V. S. interessada aprender Radio?
Estudando sob a direção do Eng. Secundino Rey, em poucos
mezes, será um perfeito Técnico na matéria e
obterá ótimo emprego.

Precisam-se de Técnicos em Radio
(para ocupar lugares, bem remunerados)

GRATIS
Solicite o interessante folheto (ESTUDE RADIOTELEFONIA)

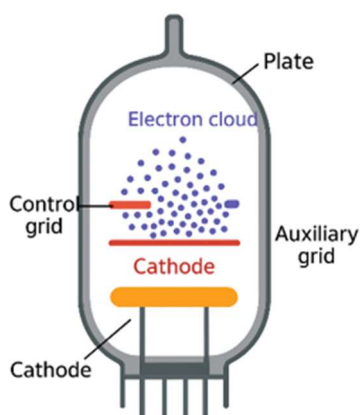
Não perca tempo, peça informes ao representante

DANIEL M. RIBEIRO
RUA 7 DE SETEMBRO 97-9
RIO DE JANEIRO

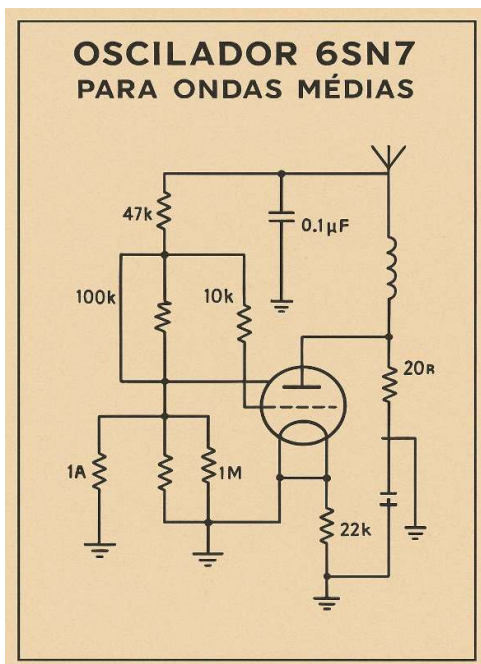
10

O anúncio da revista **Radio News** em abril de 1926 aproveitava exatamente a explosão da eletrônica e do rádio para vender cursos. Hoje vivemos o boom da eletrônica clássica na internet. A internet — a par da **IA, Inteligência Artificial**, sua

parceira — pode ser um excelente **complemento** no aprendizado: oferece vantagens que os antigos técnicos jamais tiveram, como catálogos de válvulas a apenas um toque no teclado, diagramas esquemáticos em profusão, projetos de montagens aos zilhões, fotografias em alta resolução, vídeos demonstrativos etc. Mas pode haver também muito joio no meio do trigo. São frequentes as “soluções” propostas na internet que escondem empirismos grosseiros e ineficazes — quando não francamente prejudiciais a equipamentos históricos.



Figuras 7 e 8. Exemplos de “alucinações” (informações falsas), fornecidas por IA: anodo no bulbo de uma válvula tipo 49 (acima); curtos-circuitos e erros absurdos cometidos num diagrama de um oscilador com uma 6SN7 etc. (à direita), recebidos em resposta a uma consulta encaminhada à inteligência artificial. A 6SN7 é um duplo triodo. No atual estágio dos sistemas, nunca utilize diagramas gerados puramente por IA. Sempre cruze as informações com um bom manual de válvulas, fóruns especializados ou com esquemas consagrados de fabricantes históricos como a RCA, Philips, Mullard, Sylvania etc.



Nos livros o conteúdo é selecionado e revisado. A linguagem técnica é precisa. Muitos livros são referência técnica para toda a vida. Tradição e profundidade inspiram maior confiança nas informações apresentadas. O livro ensina com método: forma bases sólidas para a prática e a compreensão dos temas tratados.

Já a internet fornece acesso rápido e agilidade. A quantidade de informações é maior, as atualizações são constantes, há grande diversidade de fontes e opiniões. Há mecanismos de busca e ocorre uma maior interação com a comunidade de seguidores: a internet compara, discute e conecta entusiastas do mundo todo.

Na internet há um enorme volume de informação disponível, mas o desafio é selecionar fontes confiáveis e estudá-las de forma organizada. Acostume-se a consultar as obras clássicas convertidas em PDFs, e a não se basear apenas em informações tipo “sempre faço assim” de marinheiros de primeira viagem.

Livros, revistas técnicas antigas e internet são caminhos para acumular uma boa bagagem de conhecimento. A eletrônica antiga é um conhecimento que resiste ao tempo. Use revistas clássicas e livros como os principais aliados nas práticas de bancada, como roteiro principal teórico. Ainda continuam superiores para aprender eletrônica de válvulas, em razão da precisão histórica e da profundidade teórica, como já comentamos.

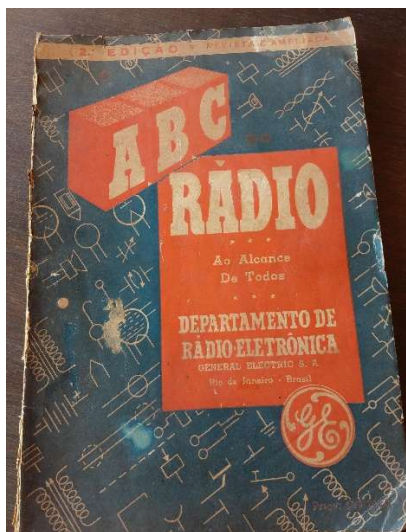


Figura 9. Um autêntico patrimônio técnico: não apenas a coleção histórica da revista *ANTENNA*, fundada em 1926, representa uma grande herança à disposição para estudos e aperfeiçoamentos na área da eletrônica. Livros como “ABC, Rádio ao Alcance de Todos”, foram traduzidos do original de 1943 e editados por *ANTENNA*, por cortesia da GE. A obra serviu para o aprendizado de legiões de técnicos. Agora um original da publicação, recuperado por Maria Beatriz Affonso Penna, diretora responsável de Antenna Edições Técnicas, está sendo restaurado pelo editor Marcelo Yared, e publicado novamente em capítulos mensais na revista. É outra obra que não pode faltar na biblioteca da oficina de reparações e restaurações. Link para acesso ao primeiro capítulo do livro “ABC Rádio” na versão brasileira restaurada: <https://revistaantenna.com.br/maio-2026/>.

As **IAs** muitas vezes fragmentam, omitem ou distorcem, quando não produzem verdadeiras “**alucinações**”, (como é denominado o fenômeno das informações falsas).

Como a IA não opera com sistemas exatos (baseia-se principalmente em probabilidades e padrões estatísticos, não em regras lógicas de causa e efeito), pode representar os elementos de uma válvula de forma trocada, apenas para citar um exemplo.

Nos diagramas esquemáticos frequentemente “inventa” ligações de massa que funcionam como verdadeiros curtos nos circuitos. Conecta grades auxiliares (G2) de pentodos diretamente à massa ou a uma tensão negativa; “esquece” de alimentar filamentos ou os alimenta diretamente do +B através de um resistor de 100K etc.

Os próprios sistemas de IA advertem que a “**IA pode cometer erros. Por isso, lembre-se de conferir as informações**”. As informações de IA são particularmente perigosas na eletrônica valvulada. Ao contrário dos circuitos de eletrônica digital, que operam em baixa tensão, circuitos de eletrônica das válvulas funcionam com tensões elevadas (geralmente entre 250 e 500 V na linha do +B, por exemplo).

O MAPA DA MINA

Além do curso “**Eletrônica Básica**”, de Van Valkenburgh, Nooger e Neville, da Editora Ao Livro Técnico (v. fig. 3 deste artigo), da **coleção histórica da revista ANTENNA** e da obra já mencionada “**ABC, Rádio ao Alcance de Todos**” da GE, eis aqui mais algumas publicações e sites que ajudarão no treinamento de quem procura se habilitar na retrônica:

- Edições antigas do **Radio Amateur's Handbook da ARRL** e o **Radio Handbook**, de William I. Orr. São obras-primas para compreender circuitos de RF, antenas, fontes de alimentação, receptores, para montar instrumental de bancada etc.
- **Elements of Radio Servicing**, de William Marcus e Alex Levy, disponível gratuitamente no portal **World Radio History** e também em: <https://antiqueradios.com/elements-of-radio-servicing/>. É o melhor tratado já feito sobre reparações com lógica, ensinando o iniciante a entender o funcionamento, acompanhar o sinal e a reparar, estágio por estágio, um receptor.
- **Valve Amplifiers**, de Morgan Jones, facilmente localizável em formato digital. É a bíblia do áudio valvulado. Indispensável principalmente para quem pretende se especializar no campo dos valvulados High-End. A obra faz a ponte perfeita entre a eletrônica antiga e as tecnologias contemporâneas de construção.
- **Frank's Electron Tube Data Sheets (tubedata.org)**: reúne os PDFs originais de folhas de dados de quase toda válvula já fabricada.
- Manuais de válvulas de marcas consagradas como **RCA** (especialmente as edições RC-19 a RC-30, **Sylvania** e **Philips Miniwatt**).
- **Radiotron Designer's Handbook** (4ª edição), de F. Langford-Smith, uma obra que é um verdadeiro monumento sobre teoria e técnica da eletrônica. Publicação de referência usada por projetistas: continua sendo a maior obra já publicada sobre eletrônica clássica.
- Portais **World Radio History** (<https://www.worldradiohistory.com/index.htm>) a maior biblioteca pública digital do mundo sobre revistas técnicas antigas, e **Radiomuseum** (<https://www.radiomuseum.org/>), de Lucerna, na Suíça, com dados sobre 364.071 rádios antigos, 1.142.629 diagramas esquemáticos (média de 50 mil consultas diárias), além de 2.972.940 imagens de rádios e válvulas históricas.
- Grupos como “**Restaurando Rádios Antigos**”, no Facebook, (<https://www.facebook.com/groups/www.manorc.com.br>), dedicado a mostrar o trabalho de restaurações de clássicos valvulados, à troca de ideias e experiências entre aficionados de restaurações e reparações, bem como ao resgate da história de rádios que marcaram época.
- **Cópias de manuais de serviço e esquemas** da antiga Esbrel, Esquematoteca Brasileira de Eletrônica, que pertenceu ao grupo ANTENNA/Eletrônica Popular, foram cuidadosamente restaurados e podem ser adquiridos através do seguinte link: http://www.manorc.com.br/inicial_r_antigos.html.

Erros nas informações de sistemas de IA implicam risco de curtos-circuitos, choques elétricos, explosão de capacitores, queima de transformadores, danos em válvulas. As IAs não devem ser consideradas como ponto final para decisões críticas. Para garantir a confiabilidade de um dado fornecido por IA, adote o procedimento de **verificar as fontes primárias**.

Quais as melhores fontes primárias? Os livros, os sites oficiais dos fabricantes, artigos acadêmicos revisados por pares. A própria IA às vezes adiciona links de fontes que podem ser consultadas sobre o assunto. Quando esta não as fornece, solicite à própria IA: “**Quais fontes ou estudos comprovam essa informação?**” ou “**Adicione os links de referência para este dado**”. Use as IAs como ferramentas auxiliares para identificar e/ou garimpar componentes, por exemplo.

A propósito ainda dos dispositivos eletrônicos como fonte de aprendizado: países europeus pioneiros na digitalização em salas de aula, como Suécia, Holanda e França, estão revertendo o uso massivo de telas como recursos pedagógicos.

Pesquisas em psicologia cognitiva indicam que a **leitura em papel** tende a favorecer a compreensão profunda e a retenção das informações, especialmente em textos longos e complexos. Em ferramentas impressas o estudante pode avançar de forma mais linear no aprendizado, faz anotações nas margens, fixa trechos e cria um mapa mental do conteúdo.

Escrever resumos à mão, desenhar partes de esquemas, resolver exercícios no papel envolve processos cognitivos que ajudam a consolidar o conhecimento. Ao que já se constatou, a simples substituição de livros por dispositivos eletrônicos não produziu automaticamente melhores resultados acadêmicos, em termos de aprendizado.

Seja com livros ou revistas técnicas, seja com internet, o importante é o interesse, a paixão pelo aprendizado da eletrônica clássica. O ideal talvez seja combinar as ferramentas, estudar, compreender e praticar. Em vez de opor livros e computadores muitos especialistas em educação e treinamentos profissionais defendem uma combinação de diversas abordagens:

- livros e revistas para o estudo sistemático e aprofundado;
- aulas presenciais para orientação, discussão, práticas de bancada;
- internet para acesso rápido a esquemas, componentes de reposição, artigos, catálogos, vídeos e documentação complementar.

Esse modelo procurar aproveitar o melhor de cada meio. Os livros e as revistas especializadas antigas favorecem a formação do raciocínio. Aulas práticas, experimentação e trabalhos de bancada aperfeiçoam a compreensão e as habilidades. Os recursos digitais ampliam o acesso à informação e facilitam a pesquisa.

Em disciplinas técnicas e históricas, como a eletrônica do tempo das válvulas, essa combinação costuma oferecer resultados superiores ao uso exclusivo de qualquer um desses recursos.

A diferença entre “consertar” e “restaurar. Para compensar a falta de um diploma e construir autoridade na área da eletrônica valvulada não basta a intenção. É preciso, além de habilidades artesanais, como já comentamos, possuir capacitação mínima na área.

As universidades e os cursos técnicos de nível médio abandonaram o tema. Os cursos atuais focam em microcontroladores, eletrônica de potência e controle etc. Cursos sobre funcionamento de válvulas e circuitos valvulados viraram “conhecimento perdido”, mantido por experimentadores e entusiastas.

Saber diferenciar entre o “conserto meia-boca” e “**restaurar**” é um dos pontos cruciais para quem quer entrar no mercado e construir sua autoridade no nicho. Empenho no aprendizado contínuo, domínio teórico profundo, habilidades elevadas, competência, respeito à clientela são importantes para formar uma boa reputação como profissional.

Nesses ramos, o público não quer apenas um produto industrializado que volte a ser operacional: as pessoas pagam também pela assinatura do artesão. Se bem executado, um **“Restaurado por Fulano de Tal”** funcionará como uma assinatura distintiva que valorizará o produto.



Figura 10: Trabalho impecável, componentes de época, funcionamento normalizado, belas pátinas históricas e respeito aos detalhes da peça original — funcionam como “marca” autoral de alto padrão no mercado de restaurações históricas. Nas fotos, os toques finais em restauração executada pelo restaurador Marcelo Cipulo Almeida, em um receptor Atwater-Kent de 1925.

“Meter o alicate”, “fuçar” às tontas pelos circuitos, trocar tudo por componentes modernos pode resolver como “recuperação” ou “conserto” —, mas pode terminar por desvalorizar completamente um clássico dos velhos tempos.

Já o verdadeiro restaurador respeita o valor da originalidade do aparelho. Até velhos transformadores de saída enrolados à mão tenta providenciar, por exemplo, para manter as características de aparelhos históricos, se os originais assim o eram.

No campo de **restaurações** de receptores valvulados, o mercado costuma punir severamente quem se meter a oidartécnico, ou seja, radiotécnico às avessas, mas recompensa quem entrega resultados práticos esmerados, independentemente de diploma ou de onde o conhecimento foi adquirido.

Para construir uma boa reputação, mostre o “antes” e o “depois” de um rádio caprichosamente limpo e restaurado, anexando vídeos demonstrando o funcionamento perfeito do aparelho.

Na era da termiônica, a informação técnica era tratada com um respeito sagrado, porque era difícil de conseguir. Na atualidade o desafio é o oposto: há excesso de informação, mas falta de foco.

O segredo do autodidata moderno não é o domínio dos adjetivos e dos jargões de marketing a respeito de circuitos e componentes: é a disciplina de sentar-se, ler o capítulo de um livro clássico e praticar os conceitos teóricos por trás do assunto.

Até onde você pode chegar na área da eletrônica antiga sem um diploma?

A resposta, curta e categórica, é: ao topo. Enquanto os outros ramos da eletrônica moderna exigem títulos acadêmicos e proficiências corporativas, o universo da eletrônica termiônica, principalmente os ramos das reparações e restaurações de aparelhos históricos opera sob as leis da pura competência prática.

Infelizmente as universidades e as escolas de hoje há muito abandonaram as válvulas de vácuo. A reparação e a restauração de receptores antigos foram transformadas em uma arte quase perdida.

Para o novo autodidata, o verdadeiro diploma não é feito de pergaminho, mas sim de serviços impecáveis, resultantes do domínio das técnicas clássicas.

Os grandes técnicos do passado não frequentaram bancos universitários de engenharia: eles se formaram devorando manuais, livros e revistas técnicas na bancada.

Hoje, com bibliotecas históricas inteiras digitalizadas na internet, o caminho para se tornar **expert** nesse mercado de nicho exige empenho, paixão — e leitura, muita leitura, além de um roteiro certo de boas fontes para estudar.

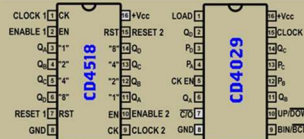
Como se constatou até aqui, as fontes de estudo são muitas, na atualidade. Com estudo, dedicação e competência pode-se chegar bem longe. Nunca se teve tanta informação técnica disponível. Para transformar essa informação em competência, porém, são indispensáveis **estudo sistemático, método, prática, experiência e senso crítico**, aliados ao conhecimento dos princípios de funcionamento e das técnicas construtivas da época.

É essa combinação que permite ir além do simples reparo e alcançar restaurações tecnicamente corretas, seguras e fiéis ao equipamento original.



CONHECENDO E UTILIZANDO OS CI's CONTADORES DIGITAIS

PARTE 01



Max Durend*

Os circuitos contadores digitais são construídos à partir da associação (ligação) de flip-flops de uma forma adequada. Estes circuitos possuem grande importância dentro da eletrônica digital e alguns equipamentos são aplicações quase que diretas dos contadores digitais. Por exemplo: relógio digital, frequencímetro, cronômetros, alguns temporizadores etc. Outras vezes, um circuito contador pode fazer parte de um circuito mais complexo. Por exemplo, dentro de um microprocessador ou de um microcontrolador existe um ou mais blocos contadores. Podemos citar para exemplificar, também, o Program Counter (PC) que é um dos blocos internos de um microprocessador. Devido à importância que estes circuitos possuem, resolvi escrever algumas poucas linhas sobre eles.

MAIS O QUE É PROPRIAMENTE UM CONTADOR DIGITAL? O QUE ELE CONTA?

Observe o contador representado por um bloco na figura 01. Podemos notar que este bloco possui uma entrada denominada de **PULSOS DE CLOCK** e três saídas denominadas respectivamente de Q_A , Q_B e Q_C . Vamos supor que este contador seja sensível às transições dos pulsos de clock, por exemplo, às transições de descida desses pulsos, e que inicialmente, as três saídas estejam todas em nível lógico 0, ou seja, $Q_A = 0$, $Q_B = 0$ e $Q_C = 0$. Procure acompanhar a descrição de funcionamento a seguir, utilizando o gráfico apresentado. Na primeira transição de descida do pulso de clock a saída Q_C que estava em 0 passa para nível lógico 1 e as demais permanecem em nível lógico 0 (001). No segundo pulso temos Q_C novamente em 0, Q_B em 1 e Q_A em 0 (010). No terceiro pulso Q_C e Q_B estarão em 1 e Q_A em 0 (011). No quarto pulso Q_C e Q_B estarão em 0 e Q_A em 1 (100). No quinto pulso Q_A e Q_C estarão em 1 e Q_B em 0 (101). No sexto pulso, Q_A e Q_B estarão em 1 e Q_C em 0 (110). No sétimo pulso Q_A , Q_B e Q_C assumirão nível lógico 1. No próximo pulso, todas as saídas retornam ao nível lógico 0 e, a partir da próxima transição de descida do pulso de clock seguinte, o ciclo de contagem recomeça. Podemos resumir toda a sequência da contagem fazendo uma tabela verdade. Pelo exposto acima, podemos tirar várias conclusões. Primeiro: este contador digital está contando em binário (é óbvio, se estamos falando em eletrônica digital, né?), porém, em uma sequência natural e crescente, ou seja, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...0, 1, ... Segundo: temos 8 combinações binárias possíveis presentes nas saídas do contador.

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

Cada combinação presente na saída do contador é denominada de **ESTADO**. Observe também, que número máximo de combinações possíveis que as saídas podem assumir são 8 (de 000 à 111). Este número máximo de combinações é denominado de **MÓDULO**. Bem, então a resposta à nossa pergunta acima - o que é que um contador digital conta? - é muito simples: um contador digital conta transições ou variações dos pulsos de clock.

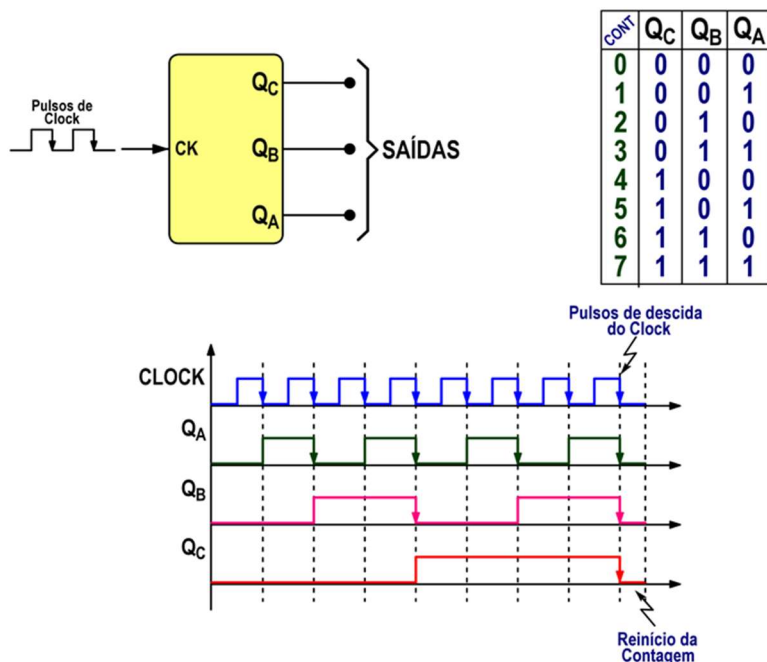


Figura 01 – Bloco contador, sua Tabela Verdade e seu diagrama de tempo

A sequência e o sentido da contagem é muito importante na hora de realizarmos um projeto que se utilize de um contador digital. Normalmente, os contadores digitais são implementados (construídos) para contar de forma crescente em uma sequência de contagem natural (em binário puro) ou em um determinado código específico, como por exemplo, o código **BCD8421** (mais a frente daremos mais informações do que é exatamente o código **BCD**; por hora, basta você saber que **BCD** significa Decimal Codificado em Binário, em inglês). Em outros casos, precisamos de um contador que realize as mesmas sequências de contagens, porém de forma decrescente, por exemplo, um contador de 7 à 0. Muitos contadores, possuem uma lógica de controle que permite fazê-lo contar de forma crescente ou decrescente, bastando alterar o nível lógico na sua linha de controle.

Na prática, raramente associamos discretamente flip-flops para formar contadores digitais. O que fazemos normalmente é nos utilizarmos de CI's que já possuem internamente contadores prontos para serem utilizados em nossos projetos. Moleza, não é?

Bem, o mais importante é que saibamos exatamente o que precisamos em nosso projeto para que possamos escolher o CI que irá realizar o que necessitamos corretamente.

Mais à frente, iremos analisar alguns CI's comerciais da família CMOS que contêm contadores digitais de diversos tipos.

CONFORME PROMETIDO: O QUE É O CÓDIGO BCD?

Linhas atrás foi citado o chamado Código BCD e dito que existem contadores digitais que contam neste código. Pois bem, o que vem a ser este tal código BCD? Conforme já citei, a sigla BCD significa Decimal Codificado em Binário (em inglês **Binary Coded Decimal**). Este código é formado por um grupo de 4 bits e nos permite representar, em binário, todos os números decimais, ou seja, todos os algarismos de 0 a 9. Observe a tabela do código BCD na figura 02. Veja que, com 4 bits, poderíamos formar 16 combinações (2^4 , ou seja, de 0 a 15), porém, só utilizamos as 10 primeiras combinações que representam, em binário, os valores decimais de 0 a 9. Qualquer combinação que representasse valores acima de 9 (1001) seria considerado inválida no código BCD. Outra consideração importante é que, normalmente, chamamos este código de BCD8421. Estes números representam os pesos de cada bit na formação do número binário.

Os contadores que operam no **código BCD** possuem uma sequência de contagem que vai de 0000 a 1001 (0 a 9). Estes contadores são denominados de **DÉCADA CONTADORA**, **CONTADOR DÉCADA** ou **CONTADOR BCD**. São muito utilizados na prática, existindo uma grande quantidade de CI's com este tipo de contador.

Outra coisa interessante é que este código pode ser utilizado para, após um processo de decodificação, excitar um display ou mostrador do tipo sete segmentos. Observe o seguinte: na vida prática, é muito comum que necessitemos mostrar valores numéricos para uma leitura direta. É claro que, por sermos humanos modernos (pelo menos a maioria, hehehe), só conseguimos entender valores numéricos se estes estiverem na forma decimal. Para isso, utilizamos mostradores que permitem exibir caracteres numéricos e, até, alguns caracteres alfabéticos (letras) que, obviamente, não serão utilizados no caso da decodificação do código BCD. Esses mostradores ou displays podem ser de diversas tecnologias, sendo que as mais utilizadas são as de **Display a LEDs** e de **Display de Cristal Líquido (LCD – Liquid Crystal Display)**. A primeira corresponde àqueles mostradores que “acendem” em vermelho, verde, amarelo, azul, etc., ou seja, emitem luz (exemplo: balanças digitais utilizadas em supermercados); a segunda é a utilizada em seu relógio de pulso digital. Neste primeiro momento, só abordaremos os displays a LED, deixando para um artigo futuro a tecnologia do cristal líquido. Bem, observem a figura 03. Nela temos a representação de um display de sete segmentos. Cada segmento é formado por um LED (diodo emissor de luz).

Estes 8 LEDs – sim, 8 LEDs - porque temos um ponto decimal que também é um LED (veja a figura de novo), e eles estão ligados internamente por um terminal comum. Ou seja, todos os LEDs estão ligados pelos terminais de anodo ou pelos terminais de catodo. Assim, existem dois tipos de displays em uso e é muito importante saber com qual iremos trabalhar, ou estamos trabalhando, em um circuito, pois cada segmento irá acender com um determinado nível lógico específico. Esses displays são então denominados de DISPLAY ANODO COMUM e **DISPLAY CATODO COMUM**. Observe a figura 04 que mostra essas disposições elétricas.

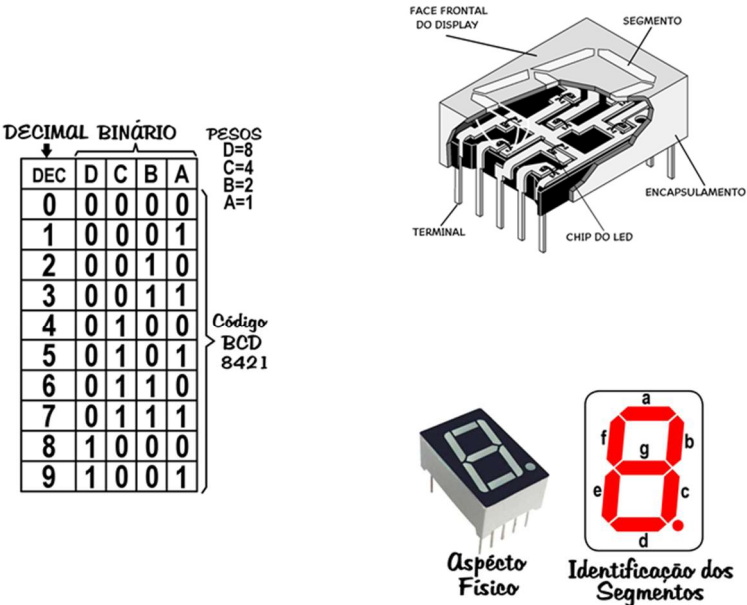


Figura 02 – Tabela do Código BCD 8421

Figura 03 – Estrutura (construção) do display de 7 segmentos. Cada segmento recebe uma letra de identificação.

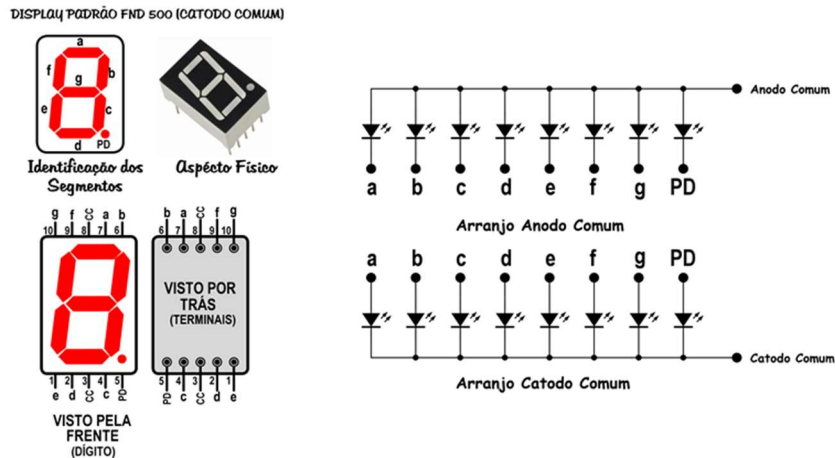
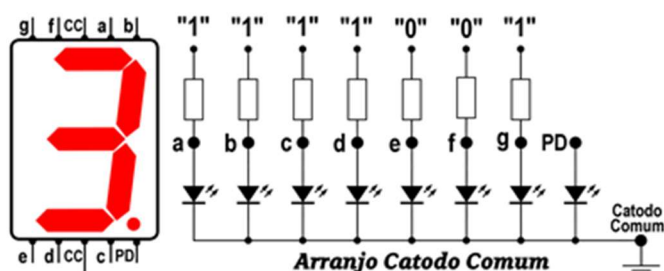
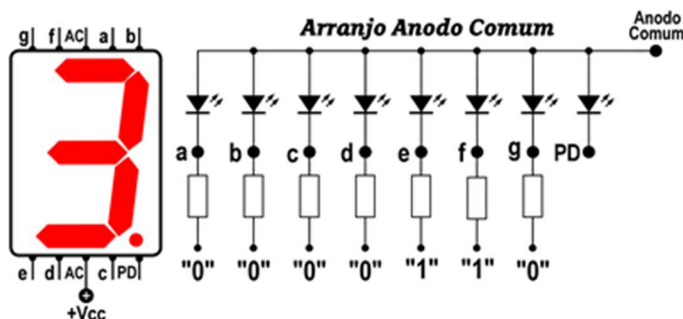


Figura 04 – Pinagem de um display catodo comum padrão FND500 e arranjos das ligações internas dos LEDs que compõem os dois tipos de displays de LEDs existentes – o arranjo anodo comum e o arranjo catodo comum.

Nos displays do tipo catodo comum cada segmento só acende se receber uma tensão positiva em relação ao terminal comum (catodos). Essa tensão é, normalmente, o valor de +Vcc aplicado através de um resistor limitador ao pino do anodo que corresponde ao segmento que se deseja acender. Em Eletrônica Digital, a tensão de +Vcc está associada ao nível lógico 1. Assim, dizemos que o display (catodo comum) é do tipo **ATIVO ALTO** (acende os segmentos quando os mesmos recebem nível lógico 1). Já para um display do tipo anodo comum, o segmento que desejamos acender deve ter seu pino correspondente ligado ao potencial de terra (GND) também através de um resistor limitador. Em Eletrônica Digital, terra ou GND corresponde ao nível lógico 0. Assim, displays do tipo Anodo Comum também são denominados de **ATIVO BAIXO** (acendem os segmentos quando os mesmos recebem nível lógico 0). Observe a figura 05, que resume o que escrevi acima, e as tabelas presentes na figura 06, que mostram cada nível lógico necessário para acender cada segmento para cada tipo de display.



Para acender o algarismo 3 devemos ativar os "a", "b", "c", "d" e "g". Portanto estes segmentos devem ser levados a nível lógico 1 (+Vcc) e os demais que permanecerão apagados devem ser levados a nível lógico 0 (GND).



Para acender o algarismo 3 devemos ativar os "a", "b", "c", "d" e "g". Portanto estes segmentos devem ser levados a nível lógico 0 (GND) e os demais que permanecerão apagados devem ser levados a nível lógico 1 (+Vcc).

FIGURA 05 – Níveis lógicos necessários para acendimento dos segmentos de cada tipo de display

Decimal	Código BCD				Segmentos do Display							
DEC	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
4	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

Os Segmentos do display são ativos em nível 1 (acendem em 1)

Decimal	Código BCD				Segmentos do Display							
DEC	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3
4	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4
5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5
6	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
7	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9

Os Segmentos do display são ativos em nível 0 (acendem em 0)

Figura 06 – Níveis lógicos para acender cada segmento do display, tanto catodo comum como anodo comum

É muito importante saber qual o tipo de display que se irá utilizar, pois, conforme vimos, cada segmento acende com um nível lógico diferente. Aliás, o que é utilizado para acender cada segmento? Temos um código formado por 4 bits que corresponde aos números decimais codificados em binário e temos, por outro lado, um display com sete LEDs, que devem ser acionados com um nível lógico adequado para acender com o número correto. O que fazer então? Bem, utilizamos um circuito ou bloco que “pega” o código BCD de 4 bits e transforma ou traduz este código para um código de 7 bits, sendo que cada um desses bits aciona um LED (segmento). Este circuito recebe o nome de decodificador BCD para Display de 7 Segmentos, e é formado por várias portas lógicas, em um circuito combinacional digital. Na prática, esse decodificador já existe sob a forma de Circuito Integrado específico para esta função. Então, só precisamos nos preocupar em entrar com o código BCD de um lado e ligar corretamente os segmentos do display no outro lado. Veja as figuras 07a e 07b, onde temos ilustrado o que narramos e ainda a ligação real de um CI decodificador da família CMOS para display de 7 segmentos do tipo catodo comum. Este CI é o CD4511, muito utilizado em circuitos com displays.

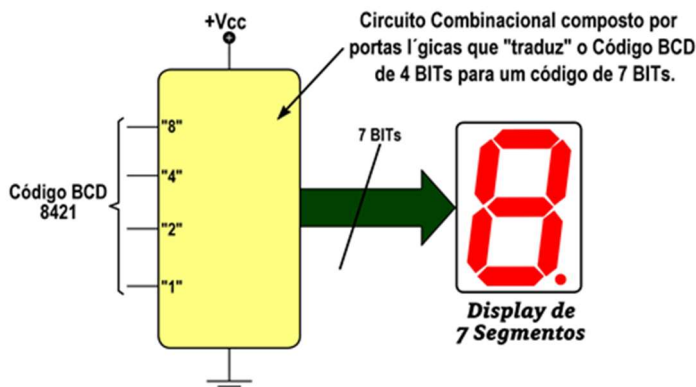


Figura 7-A – Circuito decodificador BCD para display de 7 segmentos catodo comum

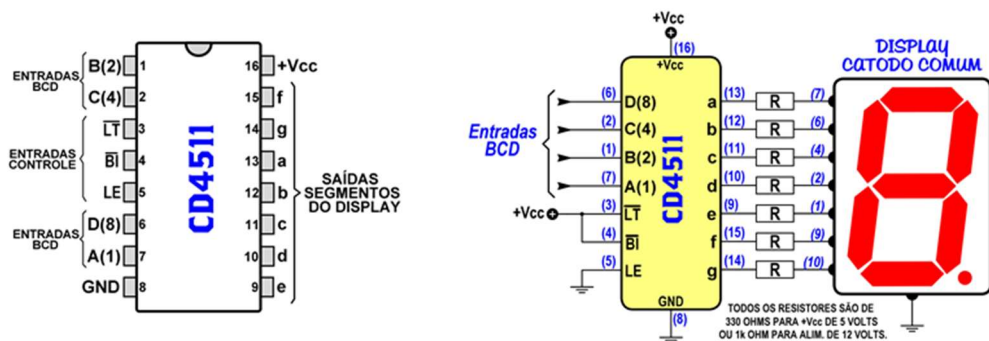


Figura 7-B – Pinagem do CI CD4511 e um circuito aplicativo para o mesmo como decodificador de código BCD8421 para display de sete segmentos do tipo catodo comum.

MAS, VOCÊS LEMBRAM? ESTÁVAMOS FALANDO SOBRE CONTADORES, NÃO É? ENTÃO, CHEGA DE DECODIFICADORES (POR ENQUANTO)!

Bem, acho que as linhas acima já foram pra lá de suficientes para que entendêssemos o que vem a ser código BCD e suas aplicações. Então, vamos retomar nosso assunto principal que é contador digital. Conforme eu já citei linhas atrás, normalmente os contadores digitais estão na forma de circuitos integrados (CIs) o que, de certa forma, facilita bastante a aplicação dos mesmos. Assim, nosso estudo, daqui para frente, irá abordar somente a aplicação destes CIs.

Existe uma infinidade de CIs contadores digitais, cada um apresentando uma determinada característica que o torna atraente para uma ou outra aplicação. Porém, se fôssemos abordar cada um deles, este artigo (que acho que já *tá* mais para um livro), nunca terminaria. Sendo assim, eu escolhi alguns CIs mais usuais e que, na prática, possuem uma grande gama de aplicações. Todos estes CIs são de tecnologia CMOS, visto que esta é a tecnologia mais usual, ao contrário da vovó TTL que, pouco a pouco, está desaparecendo.

Os CIs que escolhi são:

- **CI 4518** – Duplo contador BCD ou década.
- **CI 4029** – Contador Binário (0 à 15) ou BCD do tipo **UP/DOWN** presetável.
- **CI 4026** – Contador BCD ou década com Decodificador BCD para display de 7 segmentos incorporado. (beleza! Conta e excita diretamente um display de 7 segmentos).
- **CI 4017** – Contador BCD com um decodificador interno do tipo 1 de 10. Ou seja, a cada avanço na contagem uma de dez saídas fica ativa em nível lógico 1. (oba! Dá para fazer um sequencial!).

Para qualquer outro CI contador não citado na lista acima, pode-se fazer uma análise de funcionamento consultando-se sua **folha de dados** ou **Datasheet** através de um **DATABOOK** ou procurando na **Internet**.

Bem, para não nos alongarmos muito, vamos começar a analisar e dar algumas aplicações práticas para nossos “escolhidos”.

ANALISANDO O CI 4518

Este CI é um “verdadeiro achado”, pois possui internamente dois contadores independentes do tipo BCD (contam de 0 a 9) no sentido crescente. Podemos utilizar cada contador independentemente, ou associá-los de forma a compor um contador para uma contagem maior.

Observe a figura 08. Nela temos a pinagem e a representação em blocos de cada um dos contadores internos do CI 4518.

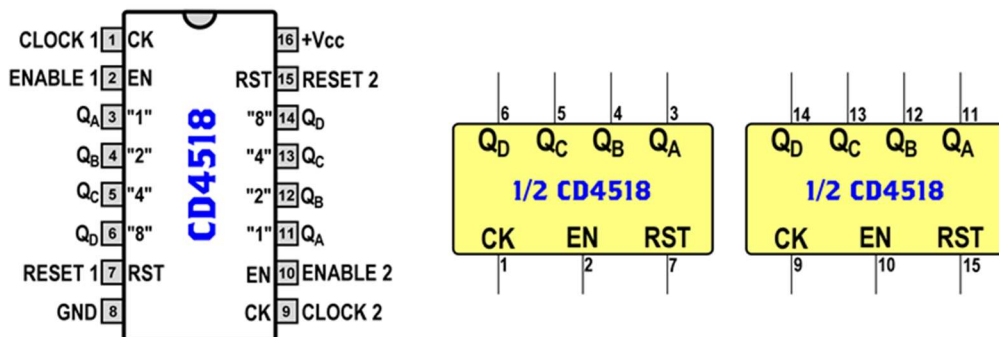
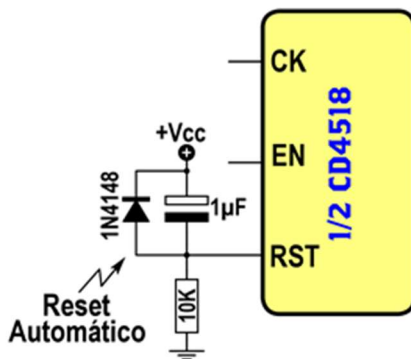
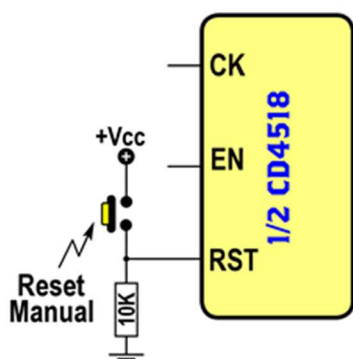


FIGURA 08 – PINAGEM E REPRESENTAÇÃO EM BLOCOS DO CI 4518

Os pinos marcados com “8”, “4”, “2” e “1” correspondem às saídas BCD e, obviamente, são os pesos dos bits. A entrada de clock é onde aplicamos os pulsos que serão contados pelo contador. Esta entrada de clock é sensível às transições de subida do pulso de clock (**Positive Edge**), ou seja, a cada transição de 0 para 1 o contador avança um estado. Os outros pinos do bloco contador são: **RST**, que significa **RESET** (zerar ou reiniciar) e **EM**, que significa **ENABLE** (Habilitação). O pino de reset, quando não utilizado, deve ser mantido em nível lógico 0. Ao levarmos este pino, mesmo que momentaneamente, ao nível lógico 1, fazemos o contador retornar ao estado 0000 em suas saídas, ou seja, reiniciamos o ciclo de contagem. Note que, enquanto esta entrada forma mantida em nível lógico 1, as saídas ficam “presas” no estado 0000.

Portanto, o processo de reset deverá ser do tipo momentâneo, ou seja, leva-se o pino de RST ao nível lógico 1 e retorna-se o mesmo ao nível lógico 0 logo em seguida. Isso pode ser feito manualmente, através da utilização de um interruptor de contato momentâneo (em inglês, *push-button*) ou de forma automática, utilizando-se uma malha RC (resistor-capacitor), onde o processo de carga de um capacitor através de um resistor (constante de tempo), produz um nível lógico 0 ou 1 de acordo como os mesmos estiverem ligados.

Este processo eu costumo denominar de **CLEAR AUTOMÁTICO**. Nas figuras 9A e 9B temos estes dois processos de reset do contador ilustrados.



Figuras 9-A e 9-B – Formas de reset do CI contador 4518. No primeiro caso, temos um reset manual e, no segundo, o reset automático feito por uma malha RC, que ocorre sempre ao estabelecermos a alimentação no circuito.

O **RESET** ou **CLEAR AUTOMÁTICO** ilustrado na figura 9-B ocorre da seguinte forma: inicialmente o capacitor C (1 μF) encontra-se descarregado. Ao estabelecermos a alimentação no circuito, o capacitor inicia seu processo de carga através do resistor R de 10 k Ω . A corrente de carga que flui através do resistor é, inicialmente, intensa fazendo aparecer sobre este resistor uma tensão de valor idêntico ao valor de +Vcc no instante inicial. Isso significa que, sobre o resistor, pelo menos, no instante inicial, temos um nível lógico UM. Este nível lógico é aplicado ao pino de reset do contador, zerando a contagem, ou melhor, dizendo, fazendo o contador partir do estado inicial 0000. À medida que o capacitor vai se carregando, a corrente de carga que atravessa o resistor vai diminuindo até atingir 0 (capacitor plenamente carregado). Antes mesmo de isso ocorrer, a tensão presente sobre o resistor, que vai gradativamente diminuindo, já será interpretada pelo pino de reset do contador como nível lógico ZERO, inibindo o estado de RESET e liberando o contador para realizar a contagem. Note que, dependendo dos valores de R e C, todo esse processo pode ser muito rápido, por exemplo, durar 0,05 segundo.

O pino **EN** ou **ENABLE**, quando não utilizado, deverá ser mantido em nível lógico 1. Quando o mesmo é levado ao nível lógico 0, simplesmente os pulsos de clock aplicados à entrada de CLOCK do contador serão ignorados e a contagem ficará paralisada, ou seja, o estado lógico presente nas saídas, no momento em que ativamos a entrada EM, permanecerá sem mudança. Ao restabelecemos nível lógico 1 na entrada **EN**, a contagem se reinicia do ponto onde parou. Outra aplicação para este pino é atuar como entrada de clock. Isso mesmo, podemos utilizá-lo como um pino de entrada para os pulsos de clock. Para isso, aterramos o pino correspondente à entrada de CLOCK do contador e passamos a aplicar os pulsos na entrada **ENABLE**. A vantagem disso consiste no fato de que o contador passa a funcionar contando as transições de descida do pulso de Clock. Mais a frente, veremos que isso é particularmente interessante quando formos associar contadores para contagens de maior módulo. Na figura 10 temos esta ligação exemplificada.

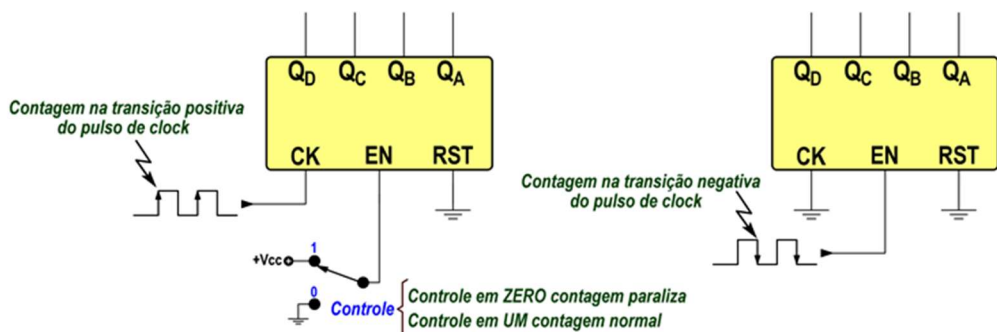


Figura 10 – Utilizações da entrada ENABLE.

MONTANDO UM CONTADOR DE 0 A 9 OU USANDO O CI CD4518

Na figura 11, temos um circuito que é uma aplicação direta de um dos contadores do CI 4518. Este circuito irá contar em BCD e o valor será decodificado para exibição dos caracteres em um display de 7 segmentos, utilizando um CI decodificador (o CI 4511).

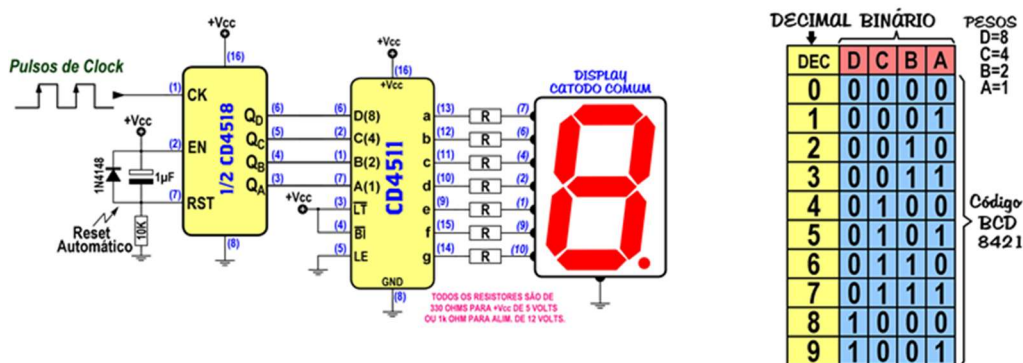


Figura 11 – Circuito aplicativo para um dos contadores internos do CI CD4518. Foi utilizado também um decodificador para exibir a contagem em um display de 7 segmentos (CI CD4511). Em anexo, a tabela da contagem em BCD 8421.

ASSOCIANDO MAIS BLOCOS CONTADORES

Com apenas um bloco ou um único contador do CI4518, só poderemos contar de 0 a 9. Se desejarmos contar acima deste valor, poderemos associar contadores. Por exemplo, imagine que você queira um contador para contar até 99. Bem, neste caso, bastaria que associássemos dois contadores de forma que o primeiro contador receberia os pulsos de clock e contaria normalmente de 0 a 9. Porém, este contador (que chamarei de contador de unidades), seria quem forneceria os pulsos de clock para o próximo contador (que chamarei de contador de dezenas). Uma transição do pulso de clock seria fornecida ao contador de dezenas toda vez que o contador de unidades passasse do estado 9 (1001) para o estado 0 (0000).

Assim, a cada ciclo de contagem das unidades de 0 a 9, teríamos um incremento na contagem das dezenas. Este processo nos permitiria contar de 00 a 99. Observe um detalhe interessante: imagine que o contador de dezenas esteja no estado 1001 (9) e o contador de unidades comece um novo ciclo de contagem; quando este último atingir também o estado 1001 (9) o próximo pulso de clock irá zerar os dois contadores. Um ciclo de contagem de 00 a 99 foi realizado.

LIGANDO CONTADORES

Podemos ligar os contadores do CI CD4518 para formar um contador de 00 a 99 ou de 000 a 999 etc, de duas maneiras possíveis: a primeira maneira se vale daquela característica explicada linhas acima, em que podemos utilizar a entrada **ENABLE** como entrada de clock (lembra-se?). Esta característica nos permite fazer o contador ser sensível somente às transições de descida do pulso de clock, ou seja, de 1 para 0. Observe a figura 12; nela temos ilustrado um contador de 00 a 99 formado por dois estágios do CI 4518, utilizando este método de ligação. Na verdade, este método poderia ser considerado como uma ligação em cascata, ou seja, o clock para o próximo contador é resultado da saída do contador anterior. Podemos também chamar este arranjo de **CONTADOR ASSÍNCRONO** ou **RIPPLE COUNTER** (*Contador de Ondulação*).

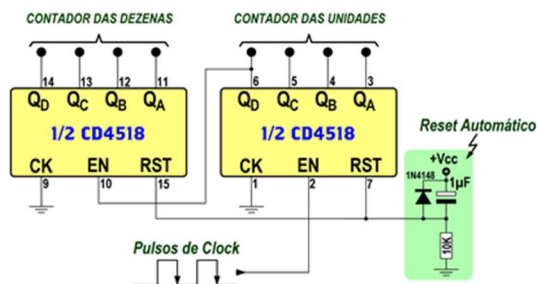


Figura 11-A – Circuito de um contador de 00 à 99 com ligação no modo assíncrono (*Ripple Counter*).

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

99 → 00

Figura 11-B – Tabela verdade de cada contador, observando que, quando os dois contadores assumem estado 1001 (9) o próximo pulso de clock zera ambos.

Uma segunda opção de associação de contadores seria a ligação denominada de **SÍNCRONA**, onde ambos os contadores recebem pulsos simultaneamente de uma linha comum de clock. Porém, o contador de dezenas permanece inibido (contagem paralisada) até que o contador de unidades atinja o estado 9, quando então o contador de dezenas é habilitado a “perceber” o próximo pulso de clock. Neste próximo pulso de clock, o contador de dezena incrementa um estado e o de unidade passa do estado 9 (1001) para o estado 0 (0000). Observe a figura 12, onde este arranjo síncrono com os contadores do CI 4518 está representado. A partir deste diagrama, vamos reforçar a explicação anterior.

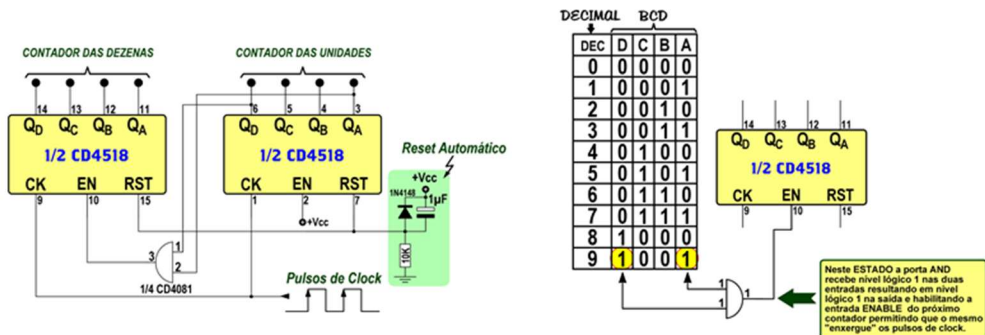


Figura 12 – Circuito de um contador de 00 a 99 com ligação no modo síncrono, ou seja, linha comum de clock.

Seu funcionamento é o seguinte: Na entrada **ENABLE** do contador das dezenas temos uma porta AND, cujas entradas correspondem aos bits de peso 8 e 1 do código BCD gerado pelo contador de unidades. Conforme já sabemos, a saída de uma porta AND só assume nível lógico 1 quando **TODAS AS SUAS ENTRADAS** assumirem nível lógico 1. Partindo desta premissa, a saída desta porta só assumirá nível lógico 1 quando as duas saídas ("8" e "1") do contador de unidades assumirem nível lógico 1. Conforme já sabemos, a entrada **ENABLE**, estando em nível lógico 0, bloqueia a atuação dos pulsos de clock no contador de dezenas e, portanto, a contagem permanece paralisada. Quando a saída da porta assume nível lógico 1 (e isso só ocorre quando as saídas "8" e "1" estiverem em nível lógico 1, ou seja, estado 9), a entrada **ENABLE** do contador de dezenas habilita o mesmo a "enxergar" a próxima transição do próximo pulso de clock.

Assim, imagine a seguinte situação: inicialmente considere os dois contadores zerados (estado 0000). A primeira transição de subida do pulso de clock faz o contador de unidades incrementar um estado na sua contagem, ou seja, de 0000 para 0001. Observe que, enquanto a entrada **ENABLE** do contador de dezenas for mantido em nível lógico 0, os pulsos de clock neste contador serão ignorados. Assim, a cada transição do clock somente o contador das unidades será incrementado. Porém, quando atingirmos o estado 1001 (9) neste contador, esta situação fará com que a saída da porta AND assumira nível lógico 1, habilitando o contador de dezenas. Assim, na próxima transição do clock, tanto o contador de unidades como o contador de dezenas incrementarão um estado na contagem. No caso do contador de unidades, este irá assumir o estado 0000 e o contador de dezenas assumirá o estado 0001. Veja que, quando o estado do contador de unidades muda de 1001 para 0000, a porta AND volta a assumir nível lógico 0 em sua saída, fazendo o contador de dezenas não "enxergar" mais os pulsos de clock. Este só voltará a "enxergar" os pulsos de clock quando o contador das unidades voltar a assumir o estado 1001 (9).

Para compormos um contador com maior módulo, basta irmos associando mais contadores, tanto no processo assíncrono como síncrono. Veja as figuras 13-A e 13-B.

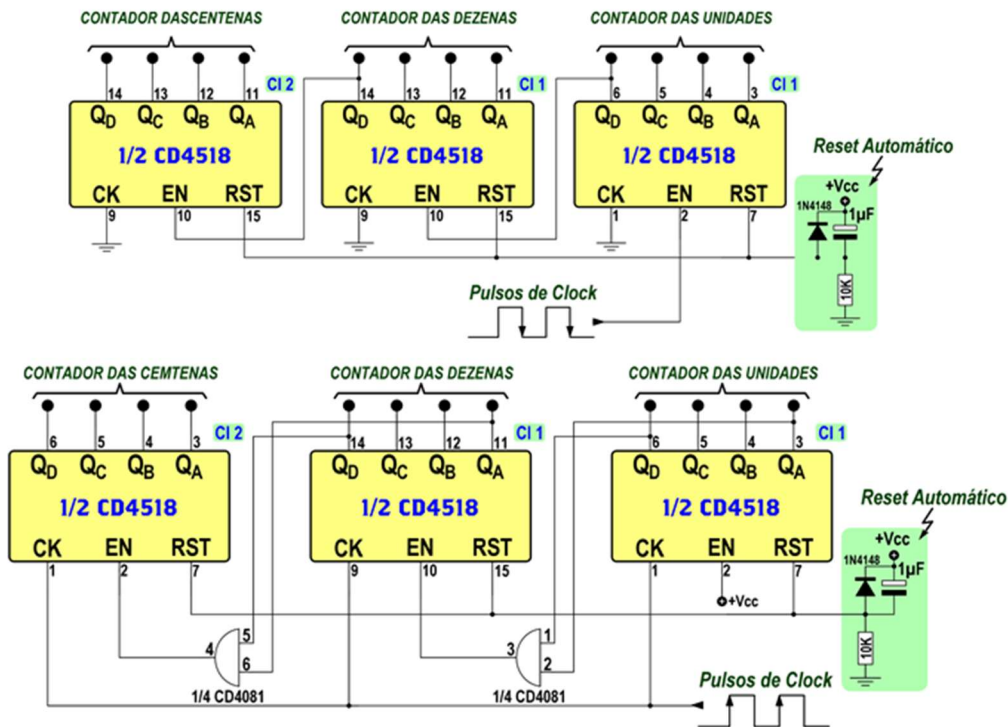


Figura – 13-A – Contador de 000 a 999 de modo assíncrono e Figura 13-B - Contador de 000 a 999 de modo síncrono (Figura Inferior).

ANALISANDO O CI 4029

Este CI é mais “poderoso” do que o CI CD4518. Embora seja um único contador dentro do CI, este apresenta uma série de vantagens em relação ao CI CD4518, tais como:

- Conta em binário de 0 a 15 ou em BCD (0 a 9), através de uma seleção lógica;
- Pode contar nos modos acima, tanto de forma crescente (**UP-COUNTER**), como de forma decrescente (**DOWN-COUNTER**) através de uma seleção lógica.
- Permite **presetar** o valor de início da contagem, ou seja, podemos “carregar” um valor binário inicial nas saídas do contador e, a partir deste valor, a contagem se inicia. Esta característica, para mim, torna esse CI extremamente interessante.

Na figura 14, temos a pinagem do CI CD4029, a legenda de cada pino, os pesos binários das entradas de *preset* e as saídas do contador.

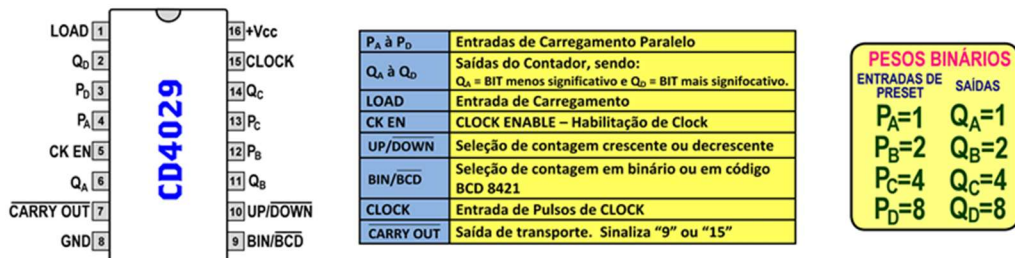


Figura 14 – Pinagem do CI CD4029, legenda dos pinos e tabela de pesos binários das entradas PRESET e das saídas do contador.

A figura 15 mostra a representação em blocos do contador CD4029 e o resumo da lógica de cada pino.

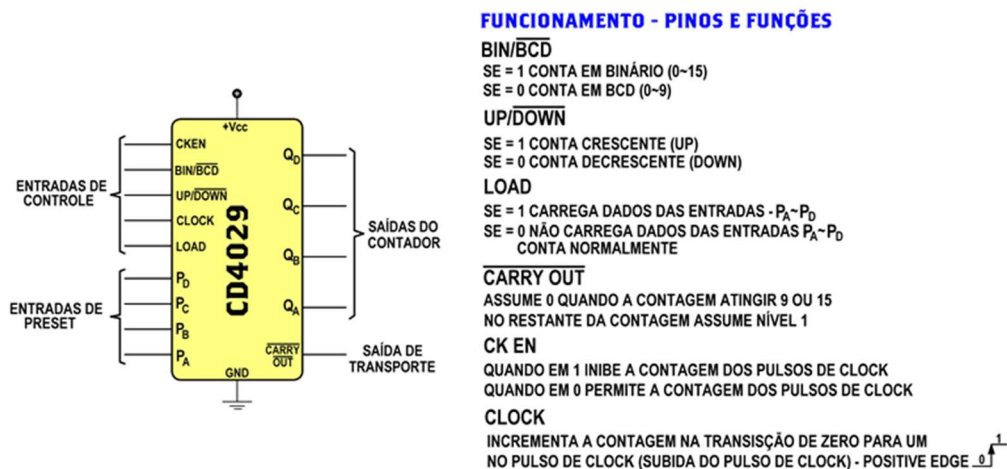


Figura 15 – Representação em bloco do CI CD4029 e funções e lógica de cada pino.

DESCRIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO CI CD4029

Conforme já citado acima, este CI pode funcionar como contador binário, contando de 0 a 15, ou como contador BCD (de 0 a 9). Esta seleção é realizada por um nível lógico aplicado no pino **BIN/BCD**. Quando este pino é levado ao nível lógico 0, o modo de contagem será o BCD e, ao ser levado ao nível lógico 1, o modo de contagem será binário. Outra característica é o sentido da contagem. Através de um pino de seleção **UP/DOWN** é possível selecionar se o contador funcionará de modo crescente ou decrescente. A lógica é a seguinte: em nível lógico 0 a contagem é decrescente e em nível lógico 1 a contagem é crescente.

Carregamento ou **preset** do contador. Imagine que você necessite realizar uma contagem qualquer que se caracterize por ter que se iniciar em um valor diferente de zero, ou seja, suponha que desejemos realizar uma contagem cujo valor inicial seja 5 (0101).

Ao ligarmos o contador, este já deverá possuir em suas saídas o estado binário 0101, portanto é necessário “**PRESETAR**” o contador. O CI CD4029 possui esta característica. Através de pinos de entrada ou carregamento (**P_A** a **P_D**), podemos transferir um valor binário diretamente para as saídas do contador. Isso funciona da seguinte forma: os pinos **P_A** a **P_D** correspondem as entradas de carregamento, o pino **LOAD** é o pino que controla a transferência dos bits destas entradas de carregamento para as saídas **Q_A** a **Q_D**, respectivamente. O pino **LOAD** transfere o conteúdo das entradas de carregamento sempre que for levado ao nível lógico 1. Enquanto ele permanecer em nível lógico 1, qualquer valor binário presente nas entradas **P_A** a **P_D** será refletido nas saídas **Q_A** a **Q_D** do contador, e a própria contagem não se realiza enquanto este pino não retornar para o nível lógico 0.

Na figura 16 temos um circuito aplicativo para testar todas as funções e pinagens do CI 4029.

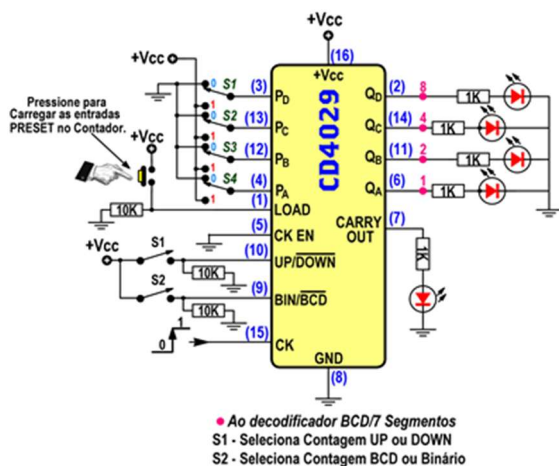


Figura 16 – Circuito de teste para o CI CD4029

Vamos estabelecer que, inicialmente, as entradas de carregamento **P_A** a **P_D** sejam posicionadas em nível lógico 0, através das chaves (**S1**, **S2**, **S3** e **S4**). No momento em que aplicarmos um nível lógico 1, mesmo que momentâneo, na entrada **LOAD**, esta condição 0000 nas entradas **P** será transferida para as saídas **Q_A**, **Q_B**, **Q_C** e **Q_D**. Isso é realizado através do interruptor contato momentâneo (**push-button**)

colocado no pino **LOAD** do CI CD4029 que, ao ser pressionado, leva este pino ao nível lógico 1, transferindo o conteúdo das entradas de PRESET (**P_A** a **P_D**) para as saídas **Q** (condição de carregamento). Quando soltamos o interruptor, este pino retorna ao nível lógico 0 inibindo qualquer transferência das entradas de PRESET para as saídas **Q** (condição de contagem). Portanto, a contagem inicial do contador da figura 16 partirá de 0000.

Se desejássemos que a contagem inicia-se no estado **0101** (cinco em decimal) bastaríamos colocar as entradas **P_D** = 0, **P_C** = 1, **P_B** = 0 e **P_A** = 1. Acionar a entrada **LOAD** momentaneamente através do **push-button** e iniciar a aplicação dos pulsos e clock. Então, a contagem partiria de 5 (0101) até 9 (1001) no modo de contagem BCD ou de 5 (0101) até 16 (1111) no modo de contagem binário. Ao atingirmos o máximo da contagem 9 ou 16 teríamos que dar um jeito de carregarmos novamente o valor de PRESET **0101** (5) para que o contador parta daí.

Para isso, podemos utilizar uma por **NOR**, que apresenta saída igual a UM quando todas as entradas forem ZERO. Portanto, quando atingirmos a máxima contagem 9 (1001) ou 16 (1111) e no próximo pulso de clock as saídas tenderem a assumir 0000, poderemos aplicar este estado às entradas de uma porta NOR de 4 entradas que, no instante que as saídas tenderem a assumir 0000, gere uma saída igual a UM e que, aplicada à entrada **LOAD**, carrega o estado 0101 nas saídas. Depois disso, pelo menos uma das saídas do contador assume UM e a saída da porta **NOR** assumirá ZERO, liberando a contagem e inibindo a entrada **LOAD**. O ciclo recomeça no fim da próxima contagem (quando as saídas tenderem a assumir 0000). Veja o circuito proposto na figura 17.

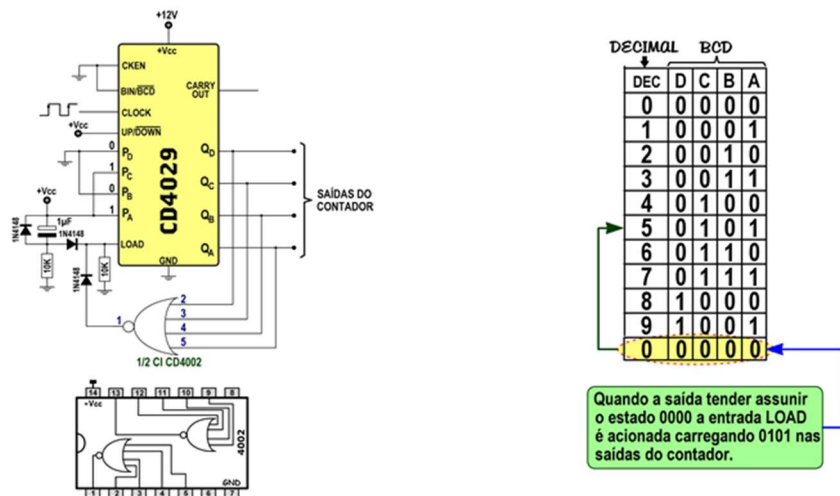


Figura 17 – Circuito com PRESET forçado e sua tabela de funcionamento.

CONCLUSÃO:

Nesta primeira parte deste artigo eu mostrei o que vem a ser um contador e comecei a apresentar alguns CIs contadores digitais de aplicação prática. Também mostrei o decodificador BCD para display de 7 segmentos. Na próxima parte, continuarei a mostrar a aplicação do CI CD4029 como contador de diversos valores e ainda apresentarei novos CIs contadores com aplicações práticas e montagens interessantes. Até lá!

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:

- **CMOS COOKBOOK – FOURTH EDITION** - Autor: **DON LANCASTER** – Editora: **Synergetics Press** - Disponível para download no link: https://archive.org/download/donlancaster_cmoscb/cmoscb.pdf
- **CONTADORES DIGITAIS - APLICAÇÕES** – Autores: **Mairton de Oliveira Melo & Walter Celso de Lima** – Editora: **Editora da UFSC** – 1985.
- **Datasheet do CI CD4029 em PDF** - Texas Instruments – disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4029b.pdf?ts=1783026916088>
- **Datasheet do CI CD4511 em PDF** - Texas Instruments – disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4511b.pdf>

SUPER A STEREO AMPLIFIER 246 O PIVETE DA GRADIENTE *

Texto: Nilson D. Martello

Ilustrações: Maurício G. Martello



***Replicação de SOM nº 8. De abril de 1982, em homenagem a Nilson Martello**

*Apelidei meu amplificador integrado Gradiente 246 de **pivete**. Para os que estão associando — de imediato — aos "trombadinhas", não deixam de ter razão. Outra acepção da palavra é a de uma substância aromática; também aí cabe o codinome. Por fim, **pivete** também quer dizer garoto esperto. Pois o 246 é tudo isso (e bom Som).*

Fui dos primeiros a comprar um 246, após ouvi-lo por longo tempo na Bruno Blois; infelizmente, na época não pude associá-lo aos sonofletores Concert I da mesma fábrica, e tive de contentar-me com menos. O Bruninho, naquela ocasião, estava azarado (ou com muita sorte) e tinha vendido todas as cápsulas fonográficas de alta qualidade; fiquei com uma audição limitada. E que, ainda assim, agradou.

Esperar a entrega de uma peça comprada 24 horas antes me dá sempre agonia: vão entregar, mesmo? Não atrasarão? Terão perdido o endereço? Por que demoram tanto? Até que a kombi da Bruno estacionou em frente de casa e o carregador entregou-me o pacote.

Quase fui ao chão, derrubado pelo pivete! Pois não é que o trombadinha pesa muito mais do que se pensa? ! Cuidado com ele, pessoal: é peso-pluma só pra

halterofilista!

Retirado da embalagem (simples e eficiente), passei a examinar o 246 com cuidado, com boa iluminação, antes de colocá-lo em minha estante eletrônica.

Decididamente, ele é feio como um trombadinha. Perto dos "slim-line" que vêm sendo lançados no exterior e no país, é muito alto, face marruda, o indicador fluorescente de potência (quando desligado) dando-lhe um jeitão sombrio. O acabamento bem cuidado, o desenho e construção dos botões, no entanto, amenizam o ar ameaçador.

O painel mostra, do lado esquerdo superior, uma chave de cinco posições, que liga o aparelho para fones, sistema A e B de sonofletores, e conjuga ambos os sistemas na quinta posição. Não existe a possibilidade (vantagem discutível) de inverter a posição dos canais. Abaixo desta chave há a saída de fones, isolada eletricamente do painel. Ao lado direito daquela mesma chave há um retângulo com o "power indicator", ou indicador fluorescente de potência. O sistema tem sua utilidade muito discutível — tal como já adiantei em comentários sobre outros amplificadores. Salvo raríssimas ocasiões, de que serve a indicação visual da potência de saída de um amplificador? De minha parte só serviu — ainda uma vez mais — para demonstrar quão pouca potência basta para preencher satisfatoriamente minha sala com música sinfônica (embora os vizinhos possam discordar, e reclamar que exagero). Pois o tal indicador é completo: dá informações em pico musical, RMS, possibilidade de medir a -20 dB (para os que ouvem a "baixo" volume, como eu), além de escalas separadas para o emprego de sonofletores de 4 ou 8 ohms de impedância.

A potência máxima indicada para 8 ohms é de 160 watts RMS e de 300 watts RMS para 4 ohms (ambos os canais).

Nesse instante, voltei à embalagem do 246 em busca do manual. Eu desejava saber o que é o "Super A Stereo Amplifier" que tinha em mãos, quais seus níveis mensurados de distorção, etc. Só encontrei um recadinho muito simpático (e ineficiente) da fábrica, avisando-me que eu receberia o manual no futuro. Meses após a compra... nada! Acho que o futuro ainda não chegou... (N. R.)

Na parte superior, à direita do indicador de potência, existem quatro botões de pressão muito elegantes, delicados no desenho e funcionamento, que acionam os filtros de agudos ("Hi-Cut"), de graves ("Lo-Cut"), função mono/estéreo ("Mode"), silenciador ("Mute"), que deprime o volume em -20 dB e audibilidade ("Loudness"). Como o funcionamento é, efetivamente, delicado, torna-se difícil, num bater de olhos, saber se as chaves estão comprimidas ou não; ponto negativo. Porém, nunca emprego os filtros, de forma que, se não existissem, não me fariam falta; o "loudness" me parece dispensável, quando existem controles de graves e agudos; o silenciador (ou atenuador) — útil quando toca o telefone — está escondido entre seus irmãos gêmeos, de forma que é mais prático girar o enorme (e bonito) botão do controle de volume, que está à direita dos anteriores.

Ainda na porção superior, encontramos uma última chave de 6 posições, que é uma das delícias do pivete: trata-se do controle de gravação.

"E daí?" — pergunta o leitor, intrigado: "Qual a novidade?"

N. R. — Na época da produção deste artigo, a equipe da redação de SOM solicitou à Maestro Equipamentos de Som (Av. Pasteur 184, loja J, Rio de Janeiro, RJ) um M-246 para as fotografias necessárias para ilustração, tendo o mesmo vindo

MODEL 246

Especificações Técnicas

Estágio de Amplificação Super-A (Non Switching) Indicadores Fluorescentes de Potência Controle de médios (Mid-Range) Chave Rec-Selector Filtro de Graves (Lo-Cut) Filtro de Agudos (Hi-Cut) Tecla Mute CARACTERÍSTICAS GERAIS Alimentação 110/120V (117V) 120/130V (127V) 220/240V (220V) 240/260V (240V) Consumo sem sinal 30 W Consumo à plena carga 200 W Dimensões (LxAlxP) em mm 420 x 132 x 300 Peso (Kg) 9,1 (lb) 10,5 (lb) Semi-condutores Transistores 53 Dual Transistors 2 Ring Emitter Transistors 4 Diodos 24 Fluorescent Tube 1 Acessórios Fusíveis de reserva e manual SEÇÃO AMPLIFICADORA Potência de saída, ambos os canais, 120V de alimentação: Potência IHF, 4 ohms (watts) 240 Potência contínua, RMS, 8 ohms 120 watts Potência contínua, RMS, 4 ohms 200 watts Impedância de carga (ohms) 8 a 16 ohms Fator de amortecimento (1 kHz a 8 ohms) >50 Distorção harmônica, 8 ohms potência máxima <0,03% Distorção por intermodulação 8 ohms potência máxima <0,03%	SEÇÃO PRÉ-AMPLIFICADORA Relação sinal/ruído Phono I e II (2,5 mV) 75 dB Phono I e II (10 mV) 87 dB Phono I e II (10 mV) 90 dB IHF-A 97 dB Tuner e Monitor Sensibilidade e Impedâncias Phono I e II 2,5 mV 47 K ohm 100 pF Tuner e Monitor 200 mV 50 K ohm Phono overload (1 kHz) 200 mV Controles de Tonalidade Graves nos extremos (100 Hz) -10 dB Médios nos extremos (1 kHz) -5 dB Agudos nos extremos (10 kHz) -10 dB Loudness (-30 dB) +8 dB, 100 Hz +4 dB, 10 kHz Hi-Cut (10 kHz) -6 dB Lo-Cut (60 Hz) -6 dB
--	---



C. Postal 30.318 - SP

acompanhado de manual de operações. Mas, ainda não será desta vez que o nosso amigo Nilson D. Martello ficará sabendo o que é o Super A, pois, apesar do referido manual orientar corretamente como operar o 246, não faz a menor menção quanto à parte de concepção técnica do circuito adotado.

A novidade é que, neste amplificador de média potência e uso doméstico — além de preço competitivo — você tem esta flexibilidade somente encontrada em aparelhos mais sofisticados e de muito maior custo: você pode gravar um programa, enquanto escuta outro! Passar a gravação de uma fita de carretel para cassete, enquanto escuta FM ou um disco!

Na porção inferior do painel, encontramos três controles de tom: graves, médios e agudos. A existência destes controles, com ressaltos que coincidem perfeitamente com a indicação numérica do painel (nota 10), confere flexibilidade extra ao aparelho, só perdendo para uma década equalizadora (para os que gostam). Segue-se o controle de equilíbrio ("balance") e o seletor de programa: entrada para dois "tape-decks", duas entradas para cápsula magnética (!), uma para sintonizador, e uma última, extra... para os extravagantes.

Convenhamos! Por 80 mil maravedis de ouro (junho de 82), é um bocado de vantagens. É um verdadeiro perfume tátil, visual e de possibilidades — daí a segunda aceção de **pivete**.

Com dificuldade, girei o amplificador com o painel traseiro para mim e... decepção! As saídas para sonofletores são do tipo de pressão — um sistema de que o Júnior gosta e elogia em suas análises, por ser prático na bancada de testes. Mas verdadeiro crime em termos de área de contato.

Explico-me: os cabos que interligam os sonofletores a um amplificador devem ter uma seção razoável (uma bitola grande, digamos, 12 AWG, para curtos trechos) para que não se diminua o fator de amortecimento do amplificador. No momento em que se coloca um terminal com pequena área de contato, está se criando uma situação que, ao menos potencialmente, comprometerá todo o cuidado com os cabos. Começa que um fio de bitola 12 não entra nesses contatos de pressão. O que me obrigará — tão cedo termine a garantia do aparelho — a substituí-los por terminais tipo banana, os mesmos que a Gradiente empregou sensatamente em seus sonofletores Concert I.

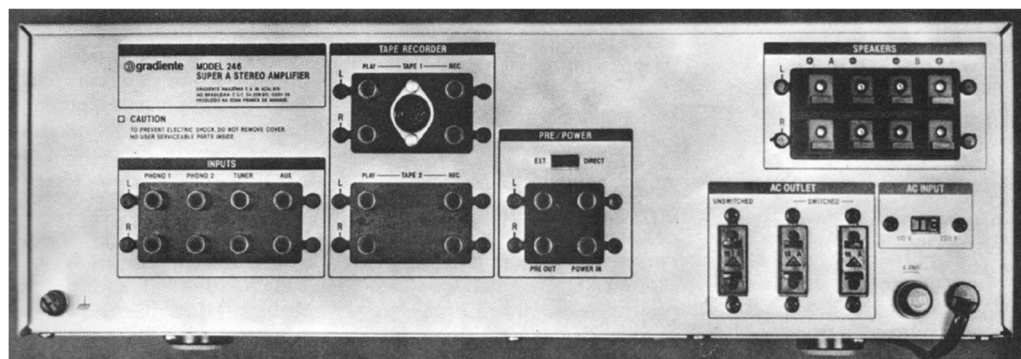


Foto 1 — Ai estão — no canto superior direito — os conectores para os sonofletores. Apesar do Júnior gostar, não são os nossos preferidos...

Os demais terminais de saída são do tipo RCA (de boa aparência e qualidade), exceto um deles — tipo DIN — com entradas e saídas para tape-deck.

Na parte central do painel posterior, em um retângulo demarcado, mais um detalhe nota 10 deste projeto: possibilidade de desligar o estágio de preamplificação do amplificador de potência, juntamente a saídas e entradas para os mesmos. Vale dizer: você desliga pré e "power" e intercala — por exemplo — um divisor eletrônico. O amplificador de potência de seu 246 funcionará para as frequências médias e altas, enquanto um segundo amplificador se encarregará das baixas. Ou intercalar-se uma década; ou empregar um outro preamplificador, ou... tantas possibilidades!

Por fim, liguei o aparelho com aquela teia de fios que amedrontam o usuário leigo e horrorizam as donas de casa, e toquei fogo na máquina. Dizendo assim é capaz de o leitor pensar que isso é figura de estilo. Pois não é. Embora o pivete não solte fogo, esquenta pra burro! E isso se deve à tal classe Super A, que a Gradiente não explica de que se trata.



UM POQUINHO DE TÉCNICA!...

Diversas revistas nacionais e estrangeiras têm explicado ao público — de maneira mais ou menos complicada, dependendo do articulista e de seus objetivos — o que significa classe A, B, C, AB ou G. Agora surgiu essa "super" A, que provavelmente (mas não por certo) será uma combinação que vem sendo empregada nos últimos anos com

sucesso. Para que a ideia fique clara, vamos dar um passo atrás e explicar, de maneira extremamente simplificada (e, por isso mesmo, imperfeita), o que sejam as tais letras.

É possível fazer um transistor (ou válvula) trabalhar de maneiras diferentes, segundo as tensões (voltagens) e/ou correntes a ele aplicadas; ou "polarização" a ele imposta. O dispositivo passa a amplificar dentro de limites ou parâmetros que receberam letras, como designação, e cujos parâmetros possuem qualidades próprias (Por qualidades, entendo as positivas e negativas.). Então, em se tratando dos transistores de saída de um amplificador em classe A, supondo a existência de um par — ou mais de um par — ambos estarão trabalhando "a todo vapor, por todo o tempo", exista ou não um sinal elétrico (música, som) sendo amplificado. Isto significa que, mesmo em se tratando de transistores que "detestam" altas temperaturas, existirá uma geração apreciável de calor. Significa também um baixo rendimento final; ou, colocando de outra forma, o mesmo par de transistores funcionando em outra classe (B ou AB) renderia muito mais watts.

No geral, portanto, os amplificadores classe A são maiores, mais pesados e caros do que os classe B ou AB de potência similar.

"Que burrice!" — exclama o leitor. "Então, por que usar a classe A?"

Porque o amplificador classe A é rápido como um trombadinha!

Você nem percebeu, está no chão sem a carteira, e um vulto perdeu-se no meio dos transeuntes, que o olham penalizados. E essa rapidez de resposta (do amplificador, não do trombadinha!) é muito importante na reprodução fiel do som.

A classe B (ou AB, que é mais comumente empregada em áudio) possui a vantagem de produzir maior potência com os mesmos componentes, porém pode introduzir algum tipo (ou alguns tipos) de distorção. Como é mais prático e barato, são estes os tipos convencionais de amplificador de Hi-Fi.

Nota: para que não fique — dada a extrema simplificação seguida — uma ideia incorreta, não basta a escolha da classe A para garantir um bom Som; nem a classe AB compromete um projeto. Dentre dois amplificadores perfeitamente projetados e construídos, no entanto, o de classe A terá um som mais "solto", mais transparente e fiel.

Então os engenheiros descobriram que poderiam ludibriar os transístores! Fazê-los trabalhar em classe A com sinais pequenos (que requerem menor potência) e mudar a polarização para AB frente a grandes sinais, aumentando a potência máxima do mesmo aparelho. Este tipo de artimanha tem recebido algumas letras, ou codinomes fantasia: desconfio que Super A seja um deles. O resultado final é...

O TESTE AUDITIVO

Por certo o Gradiente 246 é um amplificador de respeito! Não sei em qual nível de potência os transístores abandonam (se é que) a classe A, pois emprego no máximo 15 watts (nos picos), segundo indicação do medidor do aparelho. O certo é que, nas condições em que o ouço, o som é superior à grande maioria dos amplificadores que já ouvi (nestes, incluídos alguns ditos "profissionais"). Com gravações diretas de orquestras sinfônicas, em que os ataques são muito rápidos, a verossimilhança alcançada é muito boa. Em música popular, a percussão também mostra-se surpreendente, com graves firmes e secos e agudos límpidos e cristalinos. Outro teste auditivo foi feito com gravação direta de instrumento de corda (alaúde), quando a "pestana" de execução parece percutir a corda na própria sala de audição.

A combinação de meus elementos (cápsula Grado F3, sonofletor Concert I) com o pivete mostrou-se bastante feliz. Obviamente, o uso de um sonofletor de baixa qualidade empana totalmente os resultados; quando da audição em Bruno Blois, houve outro feliz casamento com um sonofletor da Lando (êta bichinho de respeito!). Se o leitor se interessar pelo pivete, não deixe de associá-lo a diferentes sonofletores em sua loja de preferência, pois há combinações insuportáveis.

Por volta dessa mesma ocasião, adquirimos os cabos Schaeffer para interligar o 246 com as Concert I.



Não deu outra: um dos canais do amplificador se desestabilizou completamente. Não se trata de baixa qualidade dos cabos — que, aliás, nem puderam ser julgados — ou limitação do 246. Existem combinações de capacitância, reatância ou outras ânsias, que um específico amplificador não suporta. Fica esta observação como cautela.

O silêncio total e absoluto do 246 é de chamar a atenção; ausência de estalos, zumbidos, raspados de potenciômetros, ou o que quer que não seja SOM. Se ele é silencioso, por outro lado também é quentinho! EXIGE espaço para respirar — e se você colocar outro aparelho sobre ele, estará se arriscando a perder a ambos. O pivete é quente em todos os sentidos!

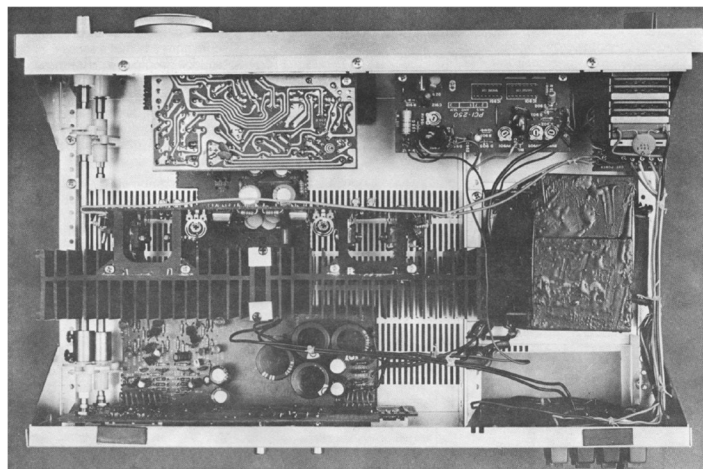


Foto 2 — Uma foto vale mais que mil palavras. Montagem da melhor qualidade!...

O acréscimo de mais um bloco — o que permite gravações independentes do programa que se está ouvindo — aparentemente não interferiu na qualidade final do projeto. É claro que, quanto menor o número de componentes intercalados no trajeto do sinal, me-

lhor! Aparelhos realmente sérios sequer possuem controles de tom, filtros, ou o mais. Porém compreende-se facilmente que, para o usuário comum — por mais que ame qualidade em Som — torna-se necessário abrir mão (ou fechar ouvidos) do mais perfeito, pelo mais prático.

O pivete chegou: rápido, esperto, "aromático" para seus ouvidos e sem assaltar desnecessariamente o bolso. Os concorrentes (nacionais e estrangeiros) que se cuidem!

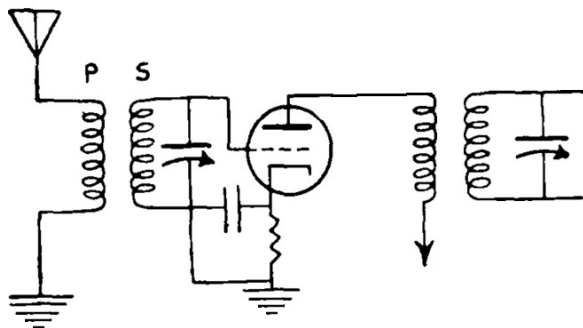
GABC do RADIO ANTENNA *Oferta da*

ANTENA E ETAPAS DE R. F.

ANTENAS DE QUADRO

Os receptores modernos são por tal forma sensíveis que a maioria emprega uma antena de quadro para recepção de estações locais ou próximas. Uma antena de quadro é na realidade uma bobina de R. F. desprovida de enrolamento primário; é sintonizada por meio de um condensador variável, de modo a se obter uma elevada tensão de R. F. entre a grade e o catodo da primeira válvula à frequência de ressonância do sinal desejado. Graças às dimensões avantajadas do quadro e ao emprego de fio de grande seção (e por conseguinte de baixa resistência), obtém-se uma bobina de Q elevado, o que proporciona boa captação de sinal e grande transferência de energia. Os efeitos direcionais da antena de quadro tornam-na particularmente eficaz ao impedir que ruídos oriundos de fontes locais de perturbação (motores, geladeiras, etc.) interfiram com o sinal da estação recebida.

AMPLIFICADOR SINTONIZADO A TRIODO



Na figura 38 vê-se uma etapa sintonizada de amplificação de R. F., que poderá preceder o detetor de um receptor R. F. S. ou a válvula conversora de um super-heteródino. Empregam-se transformadores de R. F. para acoplar os circuitos de placa e de grade da válvula amplificadora de R. F. aos outros circuitos do aparelho.

Fig. 38 - Circuito amplificador de rádio frequência sintonizada.

Exemplificando: no caso do receptor R. F. S., o primário do primeiro transformador será ligado ao circuito de antena; o secundário corresponderá ao circuito de grade da válvula amplificadora. O circuito de placa desta válvula será acoplado ao detetor ou à válvula subsequente, por meio de um transformador semelhante.

O secundário de cada transformador é sintonizado por intermédio do condensador variável, de modo a constituir um circuito ressonante, como descrito em capítulo anterior.

As pequeninas tensões de R. F. induzidas na antena pelas diversas estações de radiodifusão, dão origem a correntes de frequências correspondentes, as quais fluem entre antena e terra através o enrolamento primário. Estas correntes, ao fluírem através do primário do primeiro transformador, dão origem a campos magnéticos que circundam o enrolamento secundário, induzindo-lhe tensões das mesmas frequências originais. Como vimos, o enrolamento secundário associado ao condensador de sintonia constituem um circuito ressonante; a frequência de ressonância deste circuito é determinada pela indutância da bobina e a capacidade para a qual o condensador tiver sido ajustado. A impedância ou oposição oferecida pelo conjunto a esta frequência de ressonância é muito pequena em comparação com a oposição ao fluxo das correntes de quaisquer outras frequências. Assim, a tensão induzida no secundário sob esta frequência ressonante é a tensão que se aplica entre o catodo e a grade da válvula. Esta tensão, amplificada pela válvula de R. F., se traduz em uma tensão de R. F. muito mais elevada no segundo transformador disposto no circuito de placa da válvula. Esta tensão, amplificada pela válvula de R. F., se traduz em uma tensão de R. F. muito mais elevada no segundo transformador disposto no circuito de placa da válvula. Esta tensão amplificada é então detectada ou novamente amplificada, segundo as características do aparelho.

Ao acoplarmos o circuito de placa de uma válvula ao circuito de grade da válvula seguinte, por meio de um transformador de R. F., este elemento converte, na realidade, a corrente pulsativa de placa da válvula em uma tensão alternativa de R. F. desenvolvida no circuito de grade da válvula seguinte. É evidente que, quanto maior conseguirmos que seja esta tensão de entrada desenvolvida no circuito da segunda válvula, para uma dada intensidade de corrente na placa da primeira, tanto mais eficiente será a transferência de energia e mais intenso será o sinal. Por este motivo, o transformador é usualmente construído com maior número de espiras no secundário que no primário, de modo a se obter aumento de tensão (transformador elevador de tensão). Nem sempre, porém, este é o sistema mais vantajoso porque o máximo de amplificação é conseguido de uma válvula amplificadora de R. F. quando a impedância do primário iguala a carga de placa correspondente à válvula usada.

A amplificação de R. F. se caracteriza pelo fato de se conseguir no extremo superior de frequência da faixa de radiodifusão um ganho mais elevado que o alcançado no extremo inferior, devido à variação mais rápida do campo magnético. Também é de se notar que a amplificação de R. F. é circunscrita a um ganho de 40 por etapa, na faixa de radiodifusão.

AMPLIFICADOR DE R. F. DE SINTONIA MÚLTIPLA

O emprego de uma só etapa amplificadora de R. F. antes do detetor é pouco satisfatório por serem insuficientes a seletividade ou aptidão para separar estações e a amplificação do sinal recebido. Torna-se, assim, necessário o acréscimo de outras etapas amplificadoras e respectivos transformadores de acoplamento; a quantidade de etapas a ser acrescida depende da amplificação e seletividade desejadas.

A sintonia de um amplificador multietapas é feita por meio do acoplamento mecânico dos diversos condensadores, de modo a se poder comandá-los simultaneamente. As diferenças nas capacidades residuais, nas bobinas e nos condensadores, que afetariam consideravelmente o funcionamento no extremo alto de frequência, são compensadas mediante o acréscimo de pequenos condensadores semivariáveis (trimmers) dispostos em paralelo com cada seção do condensador variável; o receptor é então alinhado ou calibrado em um ponto situado no extremo de frequência alta — usualmente 1500 quilociclos, na faixa de onda média.

VANTAGENS DOS AMPLIFICADORES DE R. F. A PENTODO

A válvula triodo não é muito aplicável a amplificadores de R. F. em virtude de sua resistência de placa, que é muito baixa em comparação com a de outras válvulas de que dispomos. Uma válvula de baixa resistência de placa não proporciona muito ganho por etapa.

Outro ponto a se considerar são as pequenas capacidades intereletródicas entre os elementos da válvula, as quais não são inteiramente desprezíveis, especialmente nas frequências mais elevadas. Estas capacidades intereletródicas são particularmente nocivas em triodos.

Quando a carga de placa é indutiva, parte da saída é realimentada ao circuito de entrada de grade através a capacidade grade-placa da válvula. Este sinal realimentado e novamente amplificado pela válvula, voltando a aparecer no circuito de saída. Essa regeneração ou realimentação de energia pode se tornar tão considerável a ponto de fugir inteiramente ao nosso controle, dando lugar à oscilação. Então a válvula deixa de ser um amplificador, passando a atuar como gerador de radiofrequência.

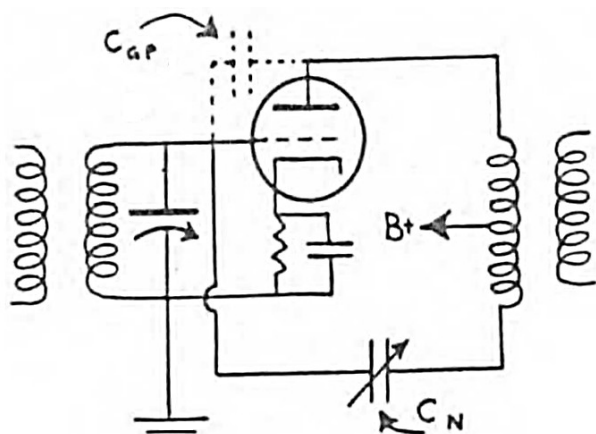
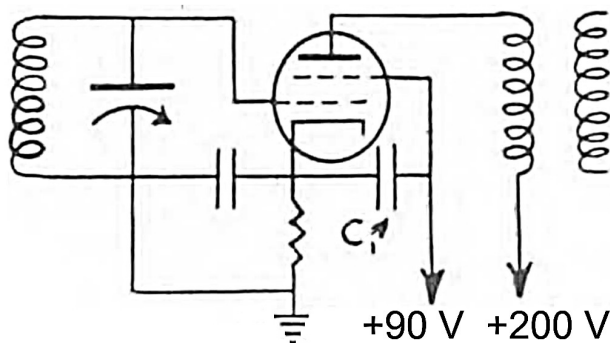


Fig. 39-a – Circuito para neutralização da capacidade grade-placa de uma válvula triodo.

Pode-se evitar oscilação em amplificadores de R. F. a triodo, graças à inserção de uma resistência, que poderá ter 200 ohms, em série com a grade da válvula, ou então pela adoção de um sistema mais generalizado e mais eficaz: a neutralização. A Fig. 39-a ilustra um circuito para neutralização. Um pequeno condensador C_n introduz no circuito de

grade uma pequena tensão, obtida do circuito de saída, a qual está em oposição de fase com a introduzida através a capacidade grade-placa C_{gp} . Deste modo a tensão induzida no circuito de grade por meio da realimentação é amplamente reduzida e cancelada, com o que se evita regeneração.



Temos, porém, no tetrodo provido de grade auxiliar, ou no pentodo, um meio de obter alta amplificação sem que se faça necessária neutralização. Ao tratarmos dos pentodos, vimos que a grade auxiliar é introduzida na válvula com o objetivo de blindar eletrostaticamente a grade da placa (acoplamento capacitivo).

Fig. 39-b – Circuito utilizando válvula provida de grade auxiliar (screen)

Mantem-se esta grade auxiliar a um potencial massa, sua tensão não poderá permitir aos elétrons atingirem a placa; no entanto, ela deve também ser mantida a potencial zero (massa) com respeito ao sinal de radiofrequência, para que proporcione blindagem eficaz entre placa e grade. Isto se consegue mediante a conexão do condensador C_1 da Fig. 39-b, disposto entre a grade auxiliar e o catodo ou massa. Seu valor é suficientemente elevado de forma a constituir um curto circuito para a massa perante qualquer sinal de R. F..

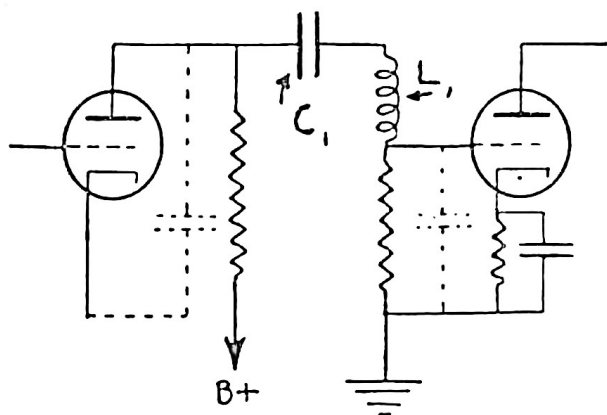
Uma vez que a grade auxiliar é mantida, no que diz respeito às frequências de sinal, a um potencial massa, sua tensão não poderá sofrer variações. Por conseguinte ela fará as vezes de uma perfeita blindagem capacitiva entre grade e placa, no interior da válvula. Para se blindar por completo a placa de uma válvula tetrodo ou pentodo, é necessário provê-la de uma blindagem exterior. Isto se consegue por meio de um tubo de alumínio que circunda a válvula e que é ligado ao chassis; em válvulas metálicas, o próprio bulbo ou invólucro age como blindagem.

Além de não requererem neutralização, as válvulas providas de grade auxiliar proporcionam muito maior amplificação que o triodo, em virtude de sua elevada resistência de placa.

AMPLIFICADORES DE R. F. ACOPLADOS A RESISTÊNCIAS

Nos receptores modernos, e especialmente de sintonia a botão (*push-button*), é muito frequente o emprego de amplificadores de R. F. acoplados a resistências. Por serem muito pensos de movimentação de um “tandem” de três seções, onde se use o sistema de sintonia mecânica a botão, ou o ajuste de três *trimmers* para cada estação, onde se empregue a sintonia elétrica a botão, lança-se mão do amplificador a resistência, que resolve o problema da complexidade de circuitos de sintonia automática.

Este tipo de amplificador apresenta também a característica de deixar passar uma ampla gama de frequências, o que o torna especialmente aplicável à modulação em frequência e à televisão.



Como a capacidade de entrada do circuito de grade da válvula subsequente oferece baixa reatância aos sinais de R. F. de frequência mais elevada, acrescenta-se uma indutância, L_1 , em série com condensador de acoplamento, C_1 , para isolar a capacidade de grade do circuito anódico da válvula precedente. Este dispositivo preserva a eficiência de amplificação nas frequências elevadas.

Fig. 40 – Circuito amplificador de radiofrequência acoplado a resistências.

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. Há vantagem em se sintonizar um sinal antes que ele ingresse na primeira válvula de um receptor? Dê uma explicação sucinta.
2. Que quer dizer “ganho” de um amplificador de R. F.?
3. Porque uma válvula pentodo é geralmente preferível a um triodo numa etapa amplificadora de R. F.?
4. Se a tensão amplificada por uma válvula for reencaminhada à grade dessa válvula, que poderá ocorrer?
5. A polaridade (fase) das tensões tem alguma coisa a ver com a pergunta precedente?

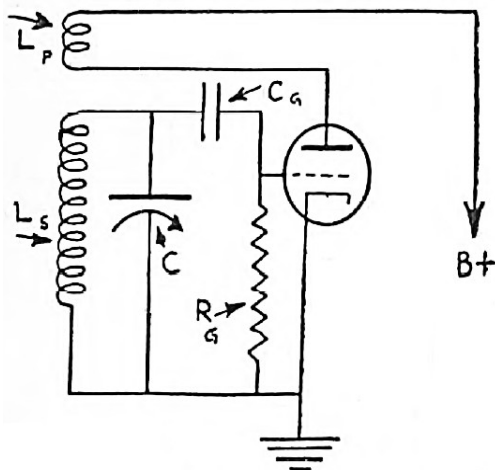
OSCILADOR E CONVERSOR

O OSCILADOR

Desde que posta a trabalhar sob as condições adequadas, uma válvula eletrônica atuará como oscilador, gerando uma tensão alternativa constante, cuja frequência poderá ser desde os valores abrangidos pelas audiofrequências até as radiofrequências ultra elevadas.

Em rádio recepção, o oscilador é aplicável somente aos aparelhos super-heteródinos, aos quais proporciona a frequência fixa necessária ao batimento de frequência com os sinais a receber, do qual resulta a frequência intermediária desejada.

Para que um circuito provido de válvula eletrônica possa produzir oscilações, é preciso que preencha os seguintes requisitos: 1) A válvula deverá ser amplificadora; 2) A tensão induzida á bobina de grade pelo circuito de placa deverá ter a polaridade adequada; 3) A energia realimentada pela placa ao circuito de grade deverá ser de valor superior às perdas de energia ocorridas no circuito de grade.



As perdas no circuito de grade são ocasionadas pela resistência da bobina, do condensador e pela resistência grade-catodo da válvula. Embora a válvula tenha sua grade polarizada negativamente, este elemento poderá se tornar positivo durante curtas porções do ciclo; nestas ocasiões, a grade consumirá corrente, dissipando energia que deverá ser suprida pela placa.

Assim, a tensão em placa deverá ser suficientemente elevada afim de suprir esta energia, a qual só poderá ser conseguida se a válvula for uma amplificadora.

Figura 41-a – Circuito oscilador com bobina de realimentação.

São muitos os tipos de osciladores aplicáveis ao circuito super-heteródino. Há, porém, dois tipos que nós estudaremos de perto em razão de sua simplicidade e sua larga aplicação nos aparelhos receptores atuais. O circuito ilustrado à Fig. 41-a é o circuito oscilador mais conhecido, baseando-se no emprego de uma bobina de realimentação ou excitação (*tickler*). O circuito ilustrado à Fig. 41-b é o oscilador Hartley em paralelo ou “*shunt*”.

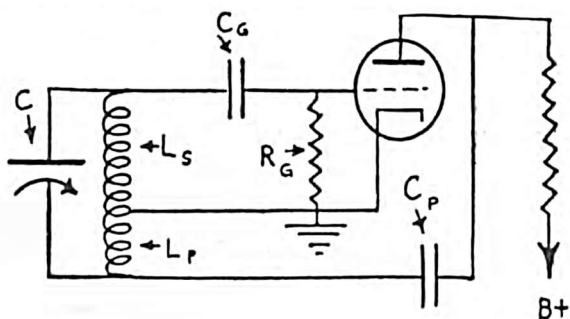


Figura 41-b – Circuito oscilador empregando uma única indutância.

No oscilador provido de bobina de realimentação, emprega-se uma bobina com dois enrolamentos separados. Estes enrolamentos devem ser ligados de modo que a extremidade de grade de um deles esteja em polaridade oposta com respeito à extremidade de placa do

outro enrolamento. Isto tem por fim a obtenção de defasagem de 180°. Neste circuito, a placa da válvula é ligada à tensão +B através da bobina de realimentação “*Lp*”. Ao se aplicar subitamente a tensão anódica, a bobina de placa “*Lp*” induz, graças ao princípio do transformador, uma tensão á bobina de grade “*Ls*”. Essa tensão desenvolvida em “*Ls*” é aplicada à grade da válvula.

A corrente de placa tende então a variar em conformidade com a variação no potencial de grade ocorrida durante o ciclo de oscilação. Conquanto possa apresentar considerável distorção, esta variação da corrente anódica acompanhará a frequência com que tiver ocorrido a variação na tensão de grade. Fluindo através a bobina de realimentação " L_p ", esta componente variável da corrente anódica induz uma tensão no circuito sintonizado de grade, reproduzindo a variação de tensão inicialmente ocorrida em grade; desta forma, a oscilação se mantém.

O circuito ressonante de grade determina a frequência de oscilação. É evidente que o grau e o sentido de acoplamento das duas bobinas " L_s " e " L_p " são importantes. Se o acoplamento for pouco, a ponto das tensões induzidas pela bobina de realimentação de placa sobre o circuito de grade serem insuficientes para sobrepujar as perdas de grade, as oscilações não se sustentarão. Se houver acoplamento demasiado, o oscilador se tornará instável, podendo mesmo se recusar a oscilar.

Emprega-se uma resistência de escape de grade, R_g , para proporcionar autopolarização ao oscilador. Durante o semiciclo positivo da tensão de sinal, a grade é positiva; por este motivo, a grade atrai elétrons do catodo, circulando corrente de grade, cujo percurso se completa através R_g . Isto ocasiona uma queda de tensão através a resistência de grade, assumindo a extremidade de R_g correspondente à grade um potencial negativo com respeito ao catodo. Esta polarização negativa evita que a válvula consuma corrente anódica demasiada, o que a sobrecarrega, encurtando sua vida. O condensador de grade, C_g , é usado com o propósito de manter uma polarização negativa na grade nos semiciclos negativos da excitação de grade, pois durante os semiciclos positivos ele se carrega com o potencial negativo estabelecido pela corrente de grade fluindo, como se viu, através de R_g . Ao mesmo tempo, este condensador evita que a tensão de polarização seja posta em curto-circuito pela bobina " L_s ".

O funcionamento do oscilador alimentado em paralelo ilustrado à Fig. 41-b é muito parecido com o do sistema provido de transformador de dois enrolamentos ou bobina de realimentação. A principal distinção reside em que este segundo circuito oscilador emprega um autotransformador. Neste circuito, a placa é ligada à extremidade de placa do enrolamento, através o condensador " C_p ", que bloqueia a tensão +B. Como os extremos opostos do autotransformador estão respectivamente ligados à placa e à grade, estes elementos se encontram com polaridade oposta, alcançando-se assim a necessária defasagem de 180° . O ponto ao qual a tomada de catodo é ligada determina o grau de realimentação entre os enrolamentos " L_s " e " L_p ". Toda a bobina faz parte do circuito sintonizado, constituindo, mediante associação ao condensador de sintonia " C ", um circuito ressonante. Nos super-heteródinos modernos, o oscilador a triodo é frequentemente incluído em uma válvula conversora pentagrade, combinando-se, assim, duas válvulas em uma só.

CONVERSÃO DE FREQUÊNCIA EM SUPER-HETERÓDINOS

O funcionamento do circuito super-heteródino se baseia no chamado "batimento" de frequências.

Quando duas frequências diferentes são combinadas em uma válvula, à saída da válvula, além das frequências originais, se terão sinais resultantes que serão a soma e a diferença das duas frequências, e que são chamados “batimentos”.

Se se aplicar à grade da válvula misturadora ou conversora um sinal de rádio, e se se acoplar um oscilador ao circuito percorrido pelo sinal de rádio, tendo-se o oscilador sintonizado para uma frequência ligeiramente maior ou menor que o sinal de rádio, além das frequências originais, obter-se-ão estas resultantes da soma e da diferença das duas frequências, Intercalando-se um circuito de placa desta válvula misturadora um transformador sintonizado ou para a soma ou para a diferença das frequências, a nova frequência de batimento será sintonizada por este circuito e transferida à etapa seguinte (amplificadora de F. I.).

Geralmente, usa-se no super-heteródino a frequência resultante da diferença, visto ser mais fácil obter-se maior ganho por etapa na amplificação de frequências mais baixas:

Sinal de rádio..... 1.400 kc/s

Oscilador local..... 945 kc/s

Batimento resultante da diferença 455 kc/s

Mediante a variação simultânea das frequências de ressonância do sinal de entrada e do circuito oscilador, obter-se-ão da antena sinais de estações de diversas frequências, as quais darão batimento com o oscilador local de modo a produzir, em qualquer ponto da gama de sintonia do receptor, uma frequência intermediária invariável. Isto permite sintonizar o amplificador de F. I. para uma frequência fixa, convertendo-se todos os sinais da gama sintonia a esta frequência fixa, graças ao oscilador local.

FREQUÊNCIA DE IMAGEM

Um dos mais sérios pontos fracos do receptor super-heteródino é o efeito de frequência de imagem. Vimos que a frequência resultante do batimento é igual à diferença entre a frequência da portadora do sinal recebido e a frequência do sinal gerado no oscilador.

Assim, para cada ponto de funcionamento do oscilador, haverá duas frequências capazes de dar uma diferença igual à F. I., sendo uma situada acima e outra abaixo da frequência gerada no oscilador local. Exemplificando: si o amplificador de F. I. tiver sido projetado para 455 Kc e o oscilador estação que trabalhe em 645 kc/s, como o de outra que funcione em 1555 kc/s, poderão dar um batimento com o oscilador local, do qual resultará a frequência de 455 kc/s, capaz de ser amplificada no canal de F. I..

Estas duas estações, recebidas simultaneamente, produzirão interferência. Para evitá-la, a válvula conversora poderá ser precedida de um amplificador de R. F. ou circuito pré-seletor, o qual eliminará a estação indesejável. O efeito de imagem é muito prejudicial quando se recebem sinais de frequências elevadas e se use um valor relativamente baixo de frequência intermediária.

FREQUÊNCIA DO OSCILADOR

Vimos que o sinal de F. I. poderá ser obtido ao se fazer com que o oscilador funcione 455 Kc acima ou abaixo da frequência do sinal. A máxima gama de frequência que se pode cobrir em uma só faixa sem que se troque a bobina ou o condensador é pouco superior a uma relação de 3 para 1 da variação de frequência; si fizéssemos com que o oscilador trabalhasse em frequência inferior à do sinal, teríamos, na faixa de radiodifusão e para uma F.I. de 455 kc/s, que cobrir desde 95 até 1145 kc/s. Como isso representaria uma variação de quasi 12 para 1, não poderíamos, a menos que comutássemos bobinas, construir um oscilador capaz de proporcionar tal cobertura. Se fizermos com que trabalhe acima da frequência do sinal, o oscilador terá que cobrir de 1005 a 2055 kc/s, para abranger os 550 a 1600 kc/s da faixa de radiodifusão. Já esta seria uma solução praticável, uma vêz que teríamos uma relação de apenas 2 para 1 na variação de frequência. É esta a razão pela qual o oscilador é projetado para trabalhar a uma frequência igual à soma da frequência do sinal e o valor da F. I..

RASTREIO (“TRACKING”)

A fim de fazer com que o oscilador tenha sempre a mesma diferença com relação à frequência do sinal de R. F. em toda a gama do aparelho, é necessário controlar a cobertura do circuito oscilador, de modo a fazê-lo acompanhar ou rastrear o circuito de sintonia de R. F., São dois os métodos empregados. Em alguns receptores de uma só faixa, a seção do condensador variável incumbida da sintonia do oscilador é menor do que as demais.

O segundo método, mais generalizado, emprega uma seção de condensador idêntica às de sintonia do sinal, dispondo-se um condensador fixo ou semivariável, (conhecido por “*padder*”) em série com a seção osciladora do condensador variável. Este condensador em série reduz a capacitância efetiva da seção osciladora do condensador variável, limitando a cobertura de frequência ao valor desejado.

O CONVERSOR DE FREQUÊNCIA

São três os métodos usuais para converter o sinal captado à frequência intermediária. Os três se assemelham no fato de empregarem uma válvula conversora (misturadora de frequência), cuja corrente anódica é variada segundo uma combinação das frequências do sinal e do oscilador. Estas variações na corrente de placa dão lugar a uma tensão da frequência intermediária desejada, a qual se desenvolve através o primário do primeiro transformador de F. I.. A diferença entre os três métodos provém das válvulas usadas e do método de aplicar à válvula misturadora as tensões do sinal e do oscilador.

Um método amplamente usado nos primórdios do super-heteródino consistia no emprego de um triodo, tetrodo ou pentodo como válvula misturadora, aplicando-se as tensões de sinal e do oscilador à mesma grade de comando. A tensão do oscilador era geralmente aplicada através um condensador ou por meio do princípio do transformador, pelo acréscimo de um enrolamento à bobina de R. F..

O segundo método emprega uma válvula conversora pentagrade, tal como a 6A8. Nela, o oscilador e o misturador são reunidos em uma só válvula, sendo o acoplamento entre os circuitos oscilador e misturador proporcionado pelo feixe eletrônico no interior da válvula (acoplamento eletrônico).

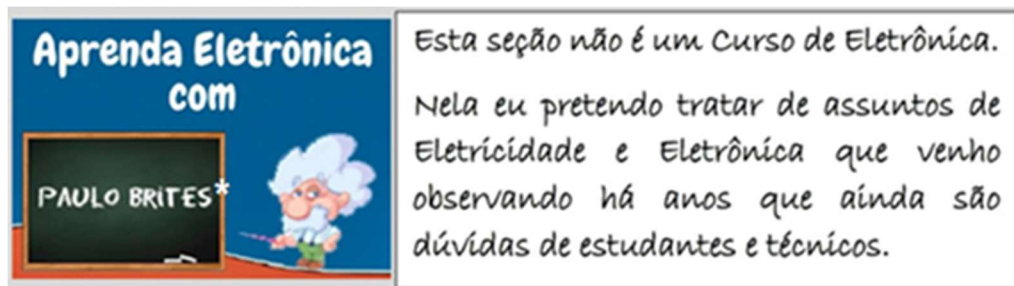
O catodo, grade osciladora e placa osciladora são ligados a um circuito externo de modo a trabalharem como um oscilador a triodo. Estes três elementos podem ser considerados uma grade composta, a qual fornece aos demais elementos da válvula um feixe eletrônico que varia segundo a frequência do oscilador. Desta forma, as variações da corrente anódica são oriundas da combinação entre as frequências do oscilador e do sinal. A grade de sinal, grade auxiliar (screen) e placa, atuam como um pentodo convencional perante as frequências de sinal.

O terceiro método emprega duas válvulas separadas, uma sendo usada como osciladora e outra como conversora. A tensão do oscilador poderá ser aplicada a um dos elementos da válvula conversora (catodo, grade supressora, placa), sendo o sinal aplicado à grade de comando. Este processo assegura maior estabilidade, permitindo, quando necessário, a aplicações especiais, tais como televisão, modulação em frequência etc maior coeficiente de amplificação.

A frequência intermediária, ou outras frequências de batimento, não se poderia obter se a válvula conversora funcionasse em um trecho linear de sua característica, uma vez que a saída seria uma reprodução idêntica da forma de onda dos sinais da entrada.

QUESTÕES PARA RECAPITULAÇÃO

1. Há alguma função do circuito de grade de um oscilador que se assemelhe a um circuito retificador?
2. Como se obtém a tensão de F. I. em um receptor super-heteródino?
3. O que é frequência de imagem?
4. Explique de modo sucinto o significado de “rastreo” (*tracking*)
5. Há alguma razão para que um conversor de frequência seja também chamado de primeiro detector? Por que?



O PFC e a lâmpada série

Todo técnico reparador deve, ou melhor, precisa ter um **conjunto de lâmpadas série** em sua bancada e, o mais importante, saber como usá-las.

Reparou que grifei **conjunto de lâmpadas série**?

Com isto estou querendo dizer que não basta ter uma lâmpada de **uma única potência** que “resolvia tudo” como nos velhos tempos das fontes lineares.

E aí é que entra o “saber como usá-las”.

Nas fontes chaveadas, MESMO COM PFC, não importa, podemos utilizar lâmpada série durante um reparo, mas precisamos seguir sempre uma regra fundamental: - **a potência da lâmpada série deve ser aproximadamente duas vezes e meia a potência de consumo do aparelho em teste**, especificado na etiqueta colada no gabinete, e é por isso que precisamos de um conjunto de lâmpadas, pois colocando-as em paralelo podemos obter a potência mais adequada para cada equipamento que estamos reparando.

Se você ainda tem dúvidas sobre este assunto sugiro a leitura de [Esclarecendo dúvidas sobre lâmpada série na reparação](#), que publiquei no meu site em abril de 2020.

Feitas estas observações preliminares, vou falar sobre o PFC e depois **voltarei à lâmpada série**. Antes, porém ...

O que é o fator de potência?

Para entender o PFC e sua necessidade nas fontes chaveadas precisamos, inicialmente, entender o que é **fator de potência**, uma vez que a sigla PFC significa Correção do Fator de Potência e porque esta correção assume cada vez mais importância, com os fabricantes de equipamentos eletrônicos sendo pressionados pelas legislações, mundo a fora, a incorporá-lo em seus projetos.

A bem da verdade, a preocupação com a correção do fator de potência já poderia ter sido questionada desde o tempo das fontes lineares, entretanto, a demanda global de energia cresceu vertiginosamente nos últimos 20 anos, o que levou a uma revisão e maior rigor nas normas internacionais para os projetos das fontes de alimentação chaveadas que passaram a estar presente em quase todos os equipamentos eletrônicos e, por consequência, o maior impacto que elas causam na rede elétrica.

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

Quando lidamos com circuitos de tensão contínua aplicados a uma carga resistiva a potência é calculada multiplicando a tensão pela corrente no circuito, e é expressa em watts e seus submúltiplos, como microwatt ou miliwatt, ou múltiplos, como quilowatt ou megawatt. Até aqui nada de novo.

Se for tensão alternada alimentando cargas puramente resistivas também nada muda, pois a tensão e a corrente estarão em fase e podemos multiplicar uma pela outra para descobrir a potência dissipada no circuito, da mesma forma que fazemos com tensão e corrente contínua, e continuamos a expressar a potência em watts, seus múltiplos ou submúltiplos, mas, no caso de tensão alternada, chamamos de **potência real ou efetiva**.

A coisa vai “complicar” um pouquinho quando a carga for reativa, como um indutor, capacitor ou um conjunto dos dois, porque a corrente não estará mais em fase com a tensão e aí passa a ser relevante ter que fazer a correção do fator de potência.

Se você não sabe o que é fator de potência ou ainda tem dúvidas sobre ele sugiro a leitura do meu artigo [“Considerações práticas sobre fator de potência”](#) **que publiquei na edição de julho de 2026 da Revista Antenna.**

Por que precisamos de um circuito de correção de fator de potência nos televisores (também)?

Existem dois motivos para se ter um fator de potência baixo e que precisa ser corrigido. São eles:

- 1) Defasagem entre tensão e corrente provocada pela presença de componentes reativos como capacitores e indutores.
- 2) Produção de harmônicos provocados por circuitos não lineares, como os retificadores, e que irão contaminar a rede elétrica, prejudicando a qualidade da tensão alternada entregue aos consumidores.

Estes dois problemas estão presentes nas fontes chaveadas utilizadas na maioria dos equipamentos eletrônicos, onde se incluem os televisores.

Em janeiro de 2001, a EPSMA (EUROPEAN POWER SUPPLY MANUFACTURERS ASSOCIATION) institui a norma EN61000-3-2 estabelecendo regras para diminuição dos harmônicos introduzidos na rede elétrica pública de baixa tensão por equipamentos eletrônicos, o que levou à necessidade se incluir um circuito PFC em alguns casos.

Não irei aqui detalhar o que esta norma aborda porque não está exatamente dentro do foco principal deste artigo, que é o uso da lâmpada série no reparo de SMPS com PFC. Deixarei nas referências alguns *links* que pesquisei sobre o assunto para aqueles que quiserem se aprofundar mais no tema.

Poderia, então, o prezado leitor querer perguntar – se a norma é europeia o que têm a ver os televisores com ela aqui na terrinha “encontrada” por Cabral?

Meu caro Watson, responder-lhe-ia Sherlock Holmes - Lembre-se da globalização, que agora chamam de multilateralismo - logo, há muito tempo, os projetos não são mais regionais; são universais e, portanto, as fontes devem operar com uma entrada AC “universal” de 85 V a 264 V, e objetivo do PFC é fazer com rede elétrica as “enxerguem” como uma carga puramente resistiva.

Quem projetou a fonte do televisor (só a fonte) vendido aqui no Brasil está lá do outro lado do atlântico e talvez confunda Brasil com Argentina. Simples assim!

Uma olhadinha rápida nos circuitos PFC

A intenção aqui não é explicar o funcionamento dos circuitos de PFC, o que poderá ser feito em outro momento, a depender do interesse dos leitores. O que se pretende é mostrar que existem duas topologias básicas de circuitos de PFC, a saber, PASSIVOS e ATIVOS e que, em ambos os casos, pode-se utilizar a lâmpada série na reparação, pois o circuito de entrada tem sempre a mesma configuração.

Começemos analisando o circuito da fig. 1 onde temos parte de uma SMPS sem PFC.

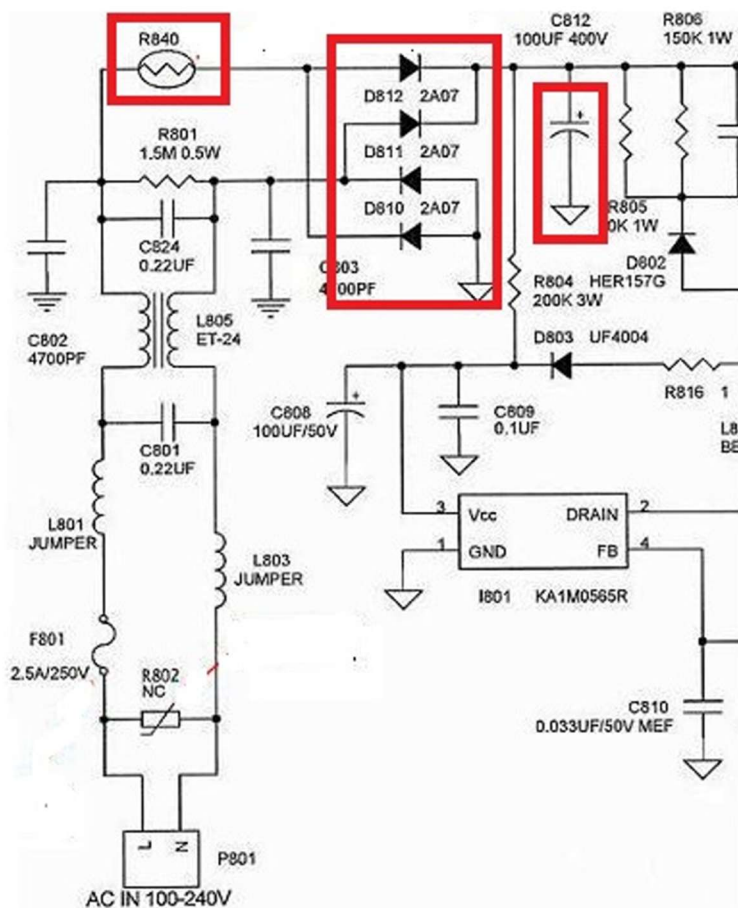


Fig. 1 – Circuito de entrada de uma SMPS sem PFC

Na fig. 2 temos o circuito de entrada de uma SMPS com PFC passivo.

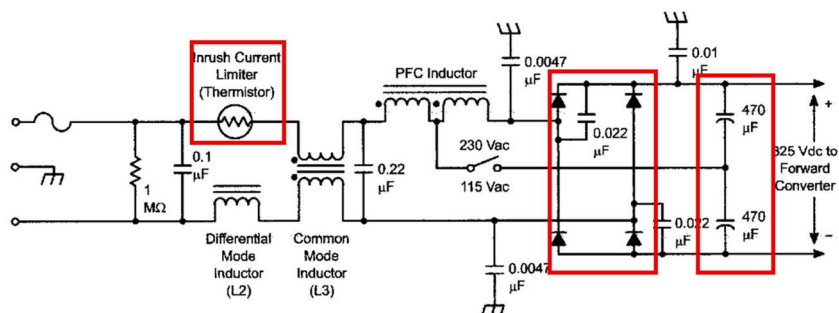


Fig. 2 – Circuito de entrada de uma SMPS com PFC passivo

Finalmente, na fig. 3 temos o circuito de entrada de uma SMPS com PFC ativo.

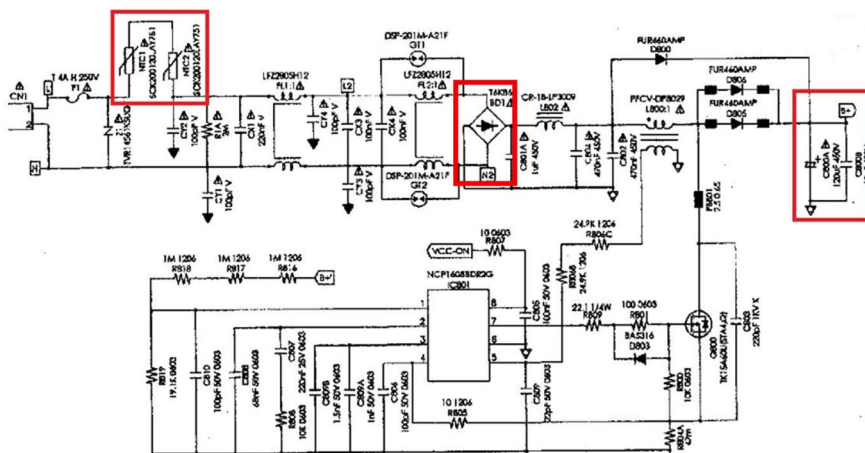


Fig. 3 - Circuito de entrada de uma SMPS com PFC ativo

O que você vê em comum nestes três circuitos?

Se você for um bom observador irá perceber que eu já dei a cola colocando os retângulos vermelhos nos esquemas.

Todos eles têm um NTC na entrada cuja função é “segurar” a corrente de pico (*in rush current*) produzida pela carga do capacitor de filtro quando a fonte é ligada. E aí está o que garante que se pode usar a lâmpada série, pois a corrente inicial não irá queimar a(s) lâmpada(s) como dizem alguns “técnicos”.

Os outros dois componentes comuns aos três circuitos são a ponte retificadora e o capacitor de filtro.

Espero ter desmistificado a lenda de que não se pode usar a lâmpada série em fontes chaveadas com PFC.

Até o próximo encontro no mês que vem!

PS. Este artigo não foi escrito por IA.

Ref.: <https://www.paulobrites.com.br/correcao-fator-de-potencia-pfc-na-eletronica-2/>



Você, leitor amigo, já esteve às voltas com algum problema (pouco comum) na instalação, manutenção ou conserto de um televisor, rádio amplificador de som ou mesmo qualquer outro aparelho eletrodoméstico?

Se sim, ajude seus colegas, divulgue o que você observou e como resolveu o problema. Basta escrever um resumo do caso e mandá-lo para o e-mail ilhajaim@gmail.com, deixando o resto por conta do redator de TVKX. Se ele considerar o assunto de interesse, será feita uma estória, com os populares personagens do TVKX. O seu nome será mencionado no artigo.

O Polyang

Não eram ainda nem oito e meia da manhã quando nossa dupla chegou na padaria do Mário, prontos para mais um café, iniciando o dia.

- Veja, Zé, na mesa do fundo; o Toninho... Deve ter caído da cama!

- Estranho, disse Zé Maria, mas olhe lá, na cadeira ao lado dele... Um pacote! E bem grandinho. Aposto que hoje vamos ter um trabalhinho extra.

- Bom dia, Toninho! Caiu da cama?

- Que nada! Agora resolvi aderir à onda fitness! Acordarei sempre mais cedo e virei caminhando para a oficina. São vinte minutos de caminhada e isso me ajudará a manter a saúde em dia!

- Aposto que isso dura uma semana, no máximo! O que tem nesse pacote aí? Perguntou Carlito.

- Este é um serviço rápido para hoje. Um amplificador antigo. Lembra-se do amplificador Sony daquele meu conhecido músico? Ficou bom e, por isso, um vizinho dele me pediu para reparar este aqui. Ele levou a um amigo que tentou repará-lo e o conserto não ficou bom.

- Você sabe que não pegamos essas coisas mexidas. Só dá confusão - lembrou Carlito.

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

- Mas este vai ser moleza. Trata-se de um amplificador antigo, da década de 1970, fabricado aqui por perto, inclusive, na época. É bem simples, e esses aparelhos têm valor sentimental; será um conserto rápido e faturaremos um bom valor.

- Você não aprende, Toninho – retrucou Zé Maria – com essas velharias não existe nada rápido nem fácil. Pediremos nosso café e você vai cuidar disso, assim que chegarmos na oficina.

Já devidamente abastecido de café e broas de milho, nosso trio chegou à oficina pontualmente, e Toninho tratou de abrir o pacote. Saiu dele um amplificador todo em aço e alumínio, em bom estado, da marca Yang, modelo YA 850.

- Eu me lembro dessa marca, disse Zé Maria, era de uma fábrica daqui por perto. Diziam que ela copiava seus aparelhos de outros. Li sobre isso em Antenna, uma vez.

- E quem não copiava de outros, naquela época, Zé Maria? Perguntou Carlito.

- Pelo que sei, começaram fabricando caixas acústicas. Como a procura por “receivers” era grande, resolveram entrar no mercado. E por não ter muito conhecimento sobre o assunto, simplesmente copiaram aquilo que havia no mercado. E deu nisso...

- Bom, Toninho, qual é o problema que incomoda seu amigo?

- Ele disse que o som estava muito ruim, com muito zumbido, aí, um amigo curioso se ofereceu para reparar e, após algum tempo, devolveu o amplificador, funcionando, mas com o volume muito baixo, nos dois canais. Quando ele viu o Sony que reparamos, pediu para tentar com o Yang. Preço não é problema para ele: ouve música nesse Yang desde que o comprou, novo, em 1978.

- Ok. Antes de mais nada, você conseguiu alguma documentação dele? Esquema elétrico, informação de manutenção etc?

- Ora, Carlito, você acha que esses equipamentos brasileiros antigos têm essas coisas todas? Mas andei pesquisando na Internet, nos grupos de vintage, e descobri que esse amplificador é uma cópia praticamente literal do amplificador Polyvox AP 800; há modificações pequenas, mas poderemos usar o esquema.

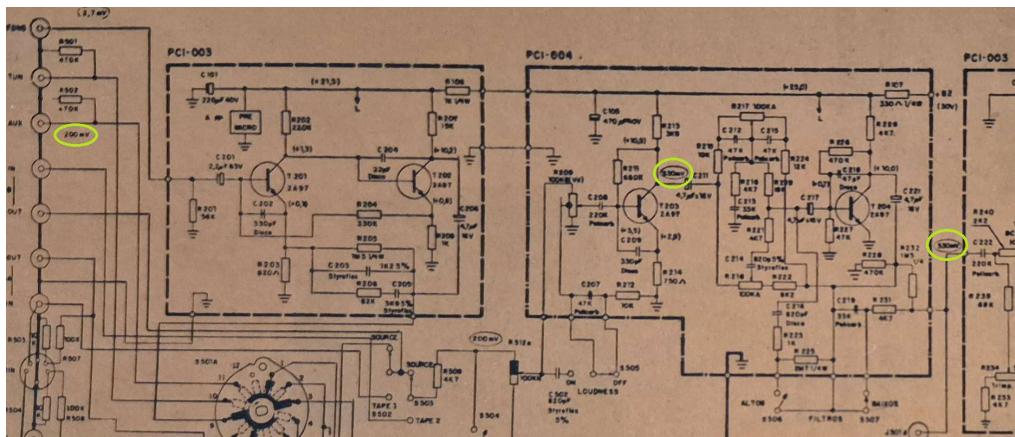
- Pois é, mas Polyvox e Gradiente, nacionais, tinham documentação; talvez por isso o pessoal os copiasse... era duro ser industrial no Brasil, naquela época, e, aliás, ainda é...

- OK, apesar do que afirmou o dono, vamos ligá-lo com a lâmpada-série. Procedimento de segurança padrão, lembrou Zé Maria.

Ligado o aparelho, não houve problemas. Nada de fumaça nem de barulhos estranhos. Toninho, então, ligou as cargas, o osciloscópio e o gerador de sinais no amplificador.

- Veja aí no esquema do Polyvox, Toninho. Coloque 200 mV a 1 kHz na entrada auxiliar, todos os controles em plano, e vamos ver o que sai para os falantes, sugeriu Carlito.

- Humm, ok! Vejam... Não tem mais que uns dois volts na saída. Por isso ele achou que o volume estava baixo.
 - Pois é. Ter um esquema como o da Polyvox, com as tensões CC e CA especificadas, é muito bom. Poderemos ver aonde o sinal está sendo atenuado ou não há amplificação. Vamos abrir o gabinete e inspecionar a montagem, Toninho, disse Zé Maria.
 - Vejam, o sujeito trocou todos os capacitores eletrolíticos. São novos. Isso vai facilitar a nossa vida, comemorou Toninho.
 - Pode ser, Toninho, mas sempre fique com um pé atrás com essas coisas, lembrou Carlito.
 - Bom, ele usou bons capacitores, são EPCOS. Coisa fina.
 - Não estou vendo nada de errado, Zé Maria. Vou medir as tensões CC.
- Após alguns minutos, tudo parecia estar normal, as tensões estavam coerentes e compatíveis com as do esquema.
- Ok, agora vamos seguir o sinal de áudio, Toninho. Aparentemente, as polarizações e os transistores estão todos bons. Pegue o multímetro.
 - Está bem, Zé, mas não seria melhor seguir com o osciloscópio?
 - Não precisa, Toninho, disse Zé Maria, como você acha que a maior parte dos técnicos se vira por aí? Coloque o sinal de 1 kHz, 200 mV, novamente, na entrada auxiliar e vamos segui-lo no circuito. Como o problema está ocorrendo nos dois canais, podemos começar pelo canal direito. Veja no esquema:



- A falha é nesse estágio. As polarizações estão corretas. O que sobrou? Perguntou Zé Maria.

- Bom, disse Toninho, tem essa rede de potenciômetros e capacitores. Vou medir os potenciômetros... tudo bem, no canal esquerdo, inclusive.

- Não perca tempo, Toninho, meça os sinais nos coletores de T 203 e T 204, disse Carlito.

- OK! T 203 já medi, e T 204... ué... tem os 530 mV. Como pode? Entre ele e a entrada do estágio de saída só tem... C 221, que é novo...



- Pois é, mas ser novo não significa estar bom... aliás, sugiro que você, hoje, após reparar este aparelho, leia o capítulo de julho último da série ABC do Rádio, em Antenna. Tem uma explicação detalhada sobre reatâncias capacitivas e indutivas. O problema está aí. Retire o capacitor e meça.

- Vejam só... 32 nF! É um eletrolítico de 4,7 μ F!

- Então, em 1 kHz, a reatância desse capacitor deveria ser muito menor... ele está atenuando o sinal severamente, observou Carlito.

- Veja, Toninho, mostrou Zé Maria, esse capacitor está com as marcações muito ruins, borradas; deve ser falso ou teve algum problema de produção, pois EPCOS é boa marca.

- Por que alguém falsifica isso, Zé? Custa centavos.

- Quando você vende milhares, o valor passa a compensar.

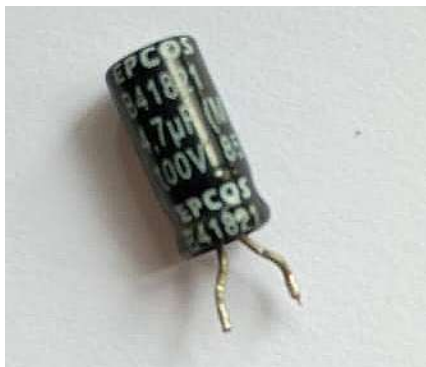
- Mas isso não explica o problema no outro canal, Carlito. Medi a tensão na saída dele também; está baixa.

- Na verdade, Toninho, explica sim: veja, no esquema, quantos capacitores de 4,7 μ F há no circuito. Se um é falso ou é de lote ruim, por que os outros estariam bons?

Após uma boa hora desmontando o painel e retirando os capacitores, a constatação: dos seis capacitores retirados, o que estava com mais

capacitância media 1 μ F, mais ou menos. Todos estavam ruins.





- Aí, Toninho, você vai entender porque nós dificilmente pegamos aparelhos “mexidos” para consertar.

- Aprendi, Carlito. Na próxima, vou avisar para o cliente que não nos responsabilizamos por serviços de terceiros, ao fazermos a manutenção... e vou medir todos os capacitores que for colocar, doravante. Nunca se sabe...

Remontado o aparelho, o volume mostrou-se satisfatório e o gabinete foi fechado.

- Só para comparar.... Vejam o aspecto de um “EPCOS” original. A serigrafia é perfeita e o acabamento bem melhor.

- Muito bem, Toninho! Devolva o amplificador para seu amigo e, antes de ir almoçar, leia o ABC do Rádio! É de 1943, mas vai lhe ensinar muita coisa, disse Zé Maria.

Relato e texto de Marcelo Yared, com contribuições de Jaime Moraes.