

revista

INCBELETÔNICA

Número 31
NOV/DEZ 2025



COMPUTADOR COSMAC - PARTE 1

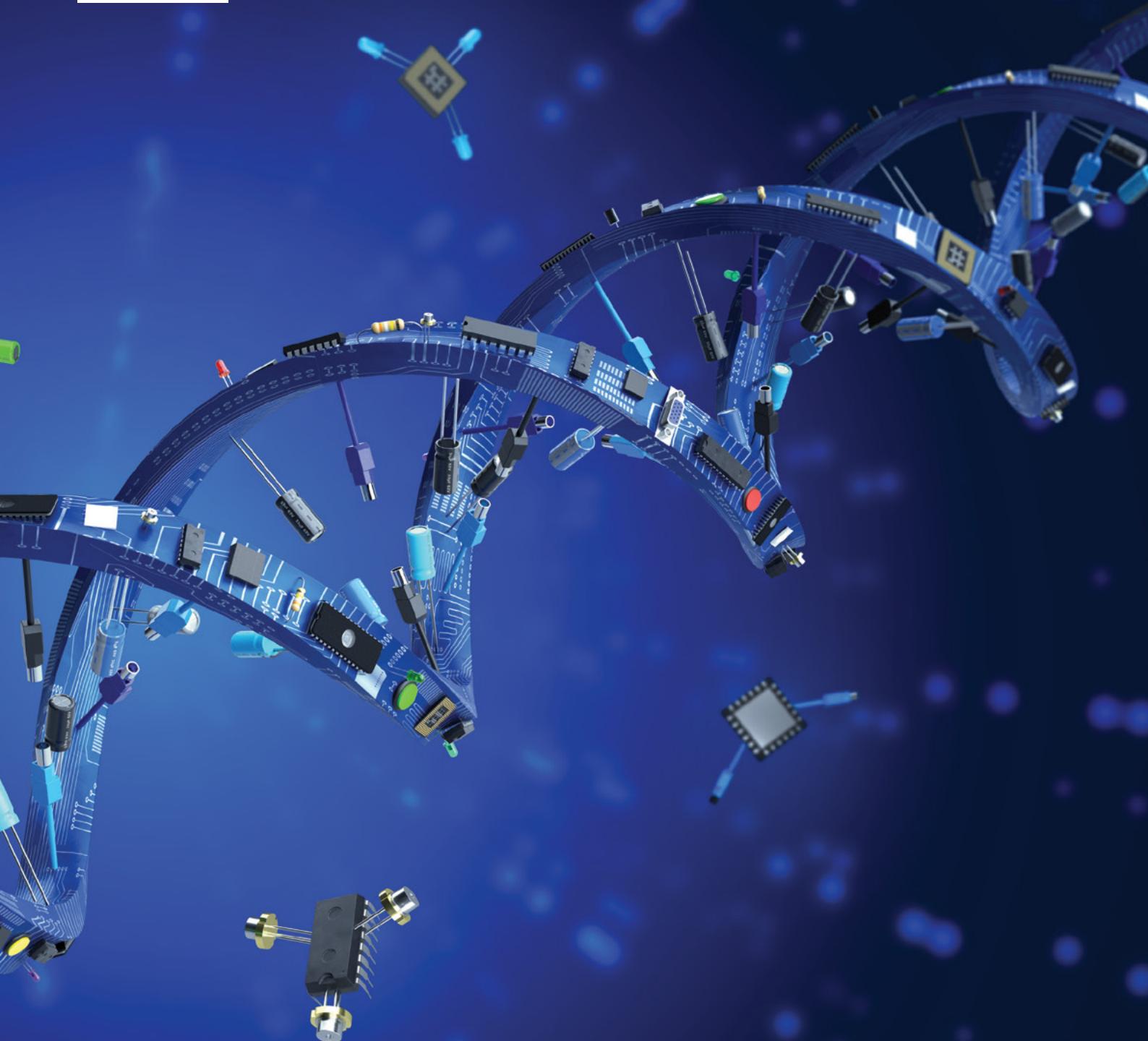
O NUVISTOR: A ÚLTIMA
FRONTEIRA DA VÁLVULA
TERMIÔNICA



Como fazer em sua casa PCI's com
acabamento semi profissional

Autorizado. Confiável. Original. Certificado.

As estruturas dos seus
projetos começam aqui



br.mouser.com/quality



MOUSER
ELECTRONICS

EXPEDIENTE

Revista INCB Eletrônica

Revista do Instituto Newton C. Braga

Ano 5 - Edição nº 31 - 2025

Editor Administrativo

Newton C. Braga (CEO)

Editor Técnico

MSc. Eng. Prof. Antonio Carlos Gasparetti

Produção

Renato Paiotti

Produção Gráfica

Wilson Caruso Junior

Instagram: @wcjrdesign

Atendimento ao leitor

leitor@newtoncbraga.com.br

Atendimento ao cliente

publicidade@newtoncbraga.com.br

Jornalista Responsável

Marcelo Lima Braga

MTB 0064610SP

Colaboradores

Alexandre J. Nário

Antonio Carlos Gasparetti

Claudio Santiago Junior

Luis Carlos Burgos

Márcio José Soares

Newton C. Braga

ÍNDICE

MONTAGEM

- 06 Computador COSMAC - Parte 1
20 Gerador de Alta Tensão

DICAS

- 28 Como fazer em sua casa PCI's com acabamento semiprofissional

SERVICE

- 40 Circuitos de backlight dos televisores LCD LED

TECNOLOGIAS

- 56 Conceitos de modulação digital
68 Microfones Capacitivos - Como Funcionam
72 O Nuvistor: A Última Fronteira da Válvula Termiônica

DIVERSOS

- 78 Fichas de service

Não é permitida a reprodução das matérias publicadas sem prévia autorização dos editores. Não nos responsabilizamos pelo uso indevido do conteúdo de nossos artigos ou projetos.



Antonio Carlos Gasparetti

EDITORIAL

Chegamos à **31ª edição da Revista INCB Eletrônica**, trazendo uma seleção de artigos que conectam o fascínio pela história da eletrônica às tecnologias fundamentais dos dias de hoje. Esta edição é um verdadeiro convite tanto para os entusiastas da “velha guarda” quanto para os técnicos que atuam na manutenção de equipamentos modernos.

Na nossa seção de **Montagem e Projetos**, iniciamos uma saga imperdível para os amantes da retrocomputação: a Parte 1 da montagem do **Computador COSMAC**, um projeto que revisita a era de ouro dos microprocessadores com uma abordagem “faça você mesmo”. Para quem procura experimentos impactantes para o laboratório ou aulas de física, trazemos o **Gerador de Alta Tensão**, um circuito robusto e educativo.

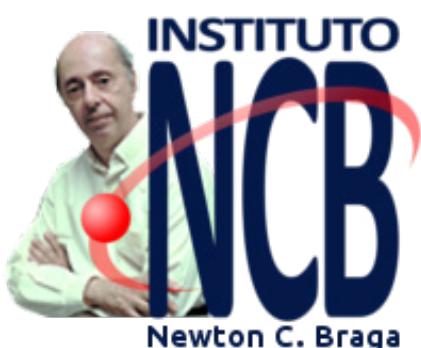
Para os “makers” e prototipistas, a seção de **Dicas** apresenta um guia essencial: **Como fazer em casa PCI's com acabamento semi profissional**, ensinando técnicas para elevar a qualidade das suas montagens caseiras a um novo patamar.

Na área de **Service e Manutenção**, tema vital para o técnico reparador, apresentamos uma análise detalhada sobre os **Circuitos de Backlight dos televisores LCD/LED**, desmistificando o funcionamento e o diagnóstico destes estágios críticos. Complementando esta seção, as nossas tradicionais **Fichas de Service** trazem soluções rápidas para defeitos do dia a dia.

A seção de **Tecnologias** equilibra teoria e curiosidade histórica. Discutimos os **Conceitos de Modulação Digital**, fundamentais para compreender as telecomunicações modernas, e explicamos o funcionamento dos **Microfones Capacitivos**, essenciais no mundo do áudio. Por fim, fazemos uma viagem ao passado com o artigo sobre o **Nuvistor**, a “última fronteira” das válvulas termiônicas, mostrando como a engenharia tentou miniaturizar a válvula para competir com o transístor.

Esta edição reflete a nossa missão de preservar o conhecimento clássico enquanto capacitamos o leitor para os desafios atuais.

Boa leitura e boas montagens!



EDITORIAL

Mais um ano está terminando e com ele chegamos à edição 31 de nossa Revista INCB Eletrônica de NOV/DEZ de 2025. Continuamos com o nosso trabalho que tem chamado a atenção de um enorme público, inclusive no exterior em que nossa penetração é relevante. E, nesta edição novamente temos as atrações que agradam todos que gostam de revistas, sem dúvida o meio de divulgação da tecnologia eletrônica que há mais tempo existe, já que estamos justamente tratando disso num trabalho eu em breve disponibilizaremos na nossa página do Facebook que é a história da Eletrônica nas páginas das revistas. Nelas tudo podemos. Da simples narração de fatos, descrição

de projetos, entrevistas e anúncios evoluímos para muito mais em que a revista é um verdadeiro aplicativo com links para outras mídias na revista impressa ou diretos na versão eletrônica e muito mais. Você que gosta de revistas, certamente vai curtir o conteúdo desta mais, para sua coleção impressa ou virtual. As revistas técnicas continuam sendo revistas técnicas.

Seu Parceiro Confiável de Manufatura no Exterior

Experiência sem
complicações para todos.
Comece sua jornada em
PCB com segurança!

Prototipagem de PCB rápida e acessível

Especificação	Preço de Referência	Prazo Padrão	Prazo Expresso
2 camadas - 100 x 100 mm - 10 pcs	US\$ 5	24 horas	12 horas
4 camadas - 100 x 100 mm - 5 pcs	US\$ 25.97	4-5 dias	24 horas
6 camadas - 100 x 100 mm - 5 pcs	US\$ 99.04	5-6 dias	24 horas



Pedido com quantidade mínima

Atendemos pequenos pedidos com PCBs padrão a partir de 5 unidades e outros tipos a partir de 1 unidade. Perfeito para prototipagem e projetos personalizados.



Rigoroso controle de qualidade

Certificações internacionais obtidas, como ISO 9001, ISO 14001, UL e RoHS. A qualidade estável é garantida por meio de um sistema de gestão de qualidade certificado.



Sistema de cotação instantânea

Basta inserir as especificações no site oficial que o sistema calcula instantaneamente o preço de referência e a data de entrega.



Atendimento 24/7

Cada cliente conta com um representante de atendimento exclusivo, e o chat ao vivo também está disponível 24 horas por dia.

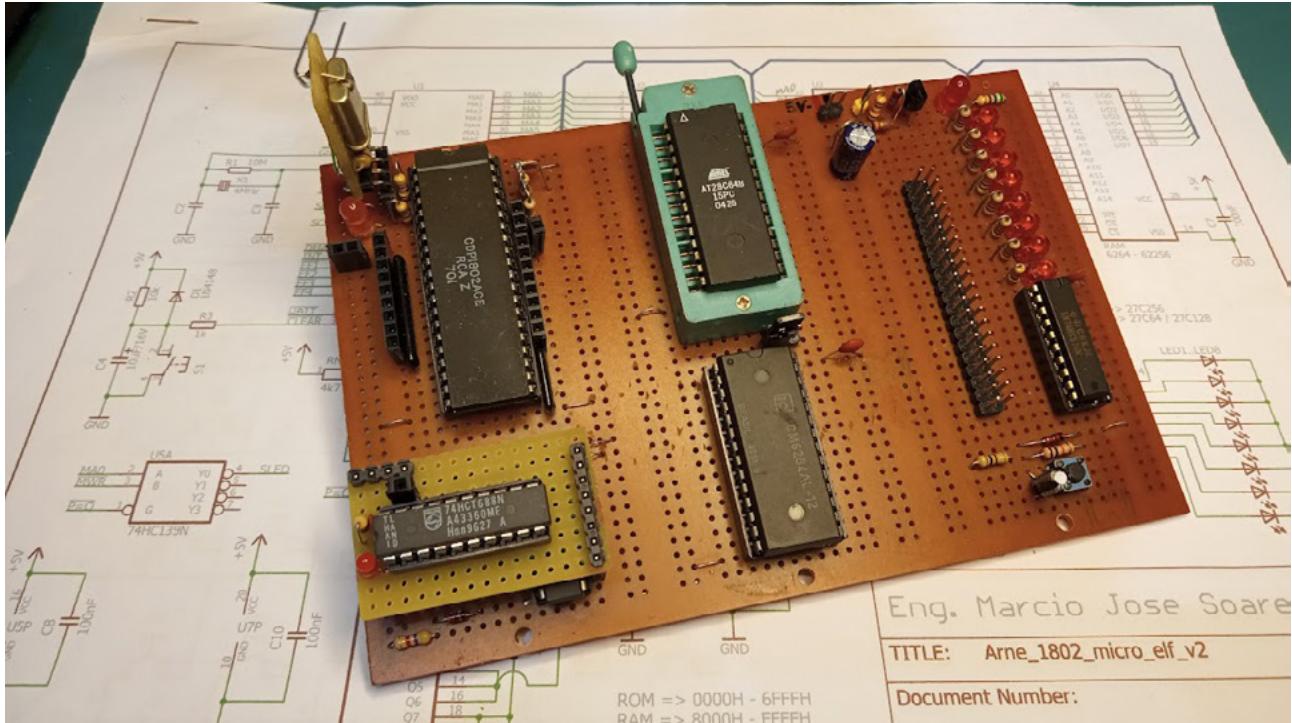


www.pcbway.com



service@pcbway.com





COSMAC-ELF by Arne/INCB

COMPUTADOR COSMAC

- PARTE 1

≡ Eng. Márcio José Soares

INTRODUÇÃO

Já há algum tempo eu desejo montar um COSMAC-ELF, mas por uma série de motivos acabei sempre adiando isso. Recentemente a revista irmã Mecatrônica Jovem iniciou uma série de lives intituladas “Tirando projetos da gaveta”. Senti que este seria o melhor momento para começar essa pequena saga, mesmo sabendo que seria quase que impossível publicar o projeto naquela revista. Mas para minha alegria, posso agora trazer até você leitor o projeto através da revista INCB, dividido-o em algumas partes. Se você gosta de eletrônica old time, da história da microinformática e montagens consideradas “um tanto diferentes”, essa saga que agora tem início é para você! Enjoy!

UM POUCO DE HISTÓRIA

O COSMAC-ELF (Complementary Symmetry Monolithic Array Computer – Executable and Linkable Format) é um microcomputador baseado no microprocessador CMOS da RCA CDP1802 e foi descrito em uma série de artigos publicados pela revista Americana Popular Electronics entre os anos 1976 edições de Agosto/Setembro e 1977 edições de

Março/Julho pelo autor Joseph Weisbecker. A figura 1 mostra as capas destas revistas.



Capas das revistas Popular Electronics com o projeto do COSMAC-ELF

A ideia inicial era possibilitar a montagem de um pequeno computador experimental a um custo muito baixo, algo em torno de U\$80,00 na época, hoje seriam U\$455,50. Lembrando que alguns computadores da época como o IMSAI8080 (presente no filme Jogos de Guerra de 1983) e o ALTAIR8800 custavam na mesma época, algo entre U\$450,00 e U\$630,00 (hoje, U\$2.100,00 e U\$3.580,00), dependendo se adquirido em kit para montar ou já montado. Um outro computador da época era o Apple I vendido a um custo de U\$666,66 (hoje U\$3.795,81) apenas a placa CPU, sem teclado, monitor, drives, fonte, etc. Por isso a proposta do COSMAC era realmente muito interessante. As figuras 2 e 3 mostram os computadores IMSAI8080 e ALTAIR8800, respectivamente. E na figura 4 temos o computador Apple I.



Computador IMSAI8080



Computador ALTAIR8800



Computador Apple I

O projeto original contava com apenas 256 bytes de RAM (Random Access Memory), sem a necessidade do uso de uma ROM (Ready-only Memory) para gerenciar qualquer ação do microprocessador. A transferência do programa do usuário para a RAM era feita usando o recurso de DMA (Direct Memory Access) presente no microprocessador, onde o programa era inserido através de um teclado simples composto por 8 chaves para dados (8 bits) e 4 chaves para controle e execução. O projeto também contava com 2 display's de 7 segmentos cada com decodificador interno tipo o TIL311 para auxiliar na visualização dos dados contidos na memória RAM.

A história do design do microprocessador CDP1802 está diretamente ligada a um “microcomputador doméstico e experimental” feito totalmente com componentes TTL pelo próprio Joseph Weisbecker no início da década de 1970. A RCA se interessou pelo projeto e iniciou o desenvolvimento de uma versão CMOS deste circuito ainda em 1973, realizando os testes em 1974 e em seguida migrando o circuito para uma única “pastilha” (chip ou CI), projeto este liderado por Jerry Herzog. O chip resultante foi testado em 1975 e teve sua produção iniciada em 1976, ano de sua aparição no projeto COSMAC-ELF.

PROPOSTA

Quando o projeto do COSMAC foi proposto, os custos de produção de pastilhas (CI's) de memória eram muito altos, pois a tecnologia para produção das mesmas ainda não estava amplamente difundida, o que encarecia os CI's e diminuía consideravelmente a quantidade de bytes em cada pastilha. Hoje a história é outra. Graças ao avanço e barateamento da tecnologia utilizada na produção de memórias as mesmas são relativamente baratas. Sendo assim, a proposta do COSMAC que será a partir de agora descrita usará recursos mais “modernos”, já que encontrar as peças originais seria um tanto complicado e caro. Vamos então usar as tecnologias hoje disponíveis ao nosso favor e desenvolver um COSMAC mais próximo do que ele se tornou no final do projeto e nos anos que se seguiram.

O “COSMAC-ELF by Arne/INCB” contará com os seguintes recursos:

- 28kB ROM p/ programa monitor (EEPROM de 32K);
- 32kB RAM p/ dados e programas do usuário (um único CI);
- 1 teclado matricial c/ 24 teclas p/ controle e programação
- 6 display's de 7 segmentos p/ usuário (4 p/ endereço e 2 p/ dados)
- 2 portas de I/Os (8 bits cada) de saída
- 1 porta de I/Os (8 bits cada) de entrada
- 1 porta RS232 p/ uso e carga de programas
- 1 barramento de expansão completo

Além destes recursos, no futuro também será preparado uma pequena placa com teclado e display's originais que permitirão ao usuário programar nosso COSMAC-ELF como o original.

Nesta primeira parte veremos a “CPU” do nosso COSMAC-ELF, composta pelo processador, memória ROM para conter os programas, memória RAM para dados e alguns outros poucos CI's para auxiliar na gerência das memórias e saída de I/O (LED's).

CIRCUITO

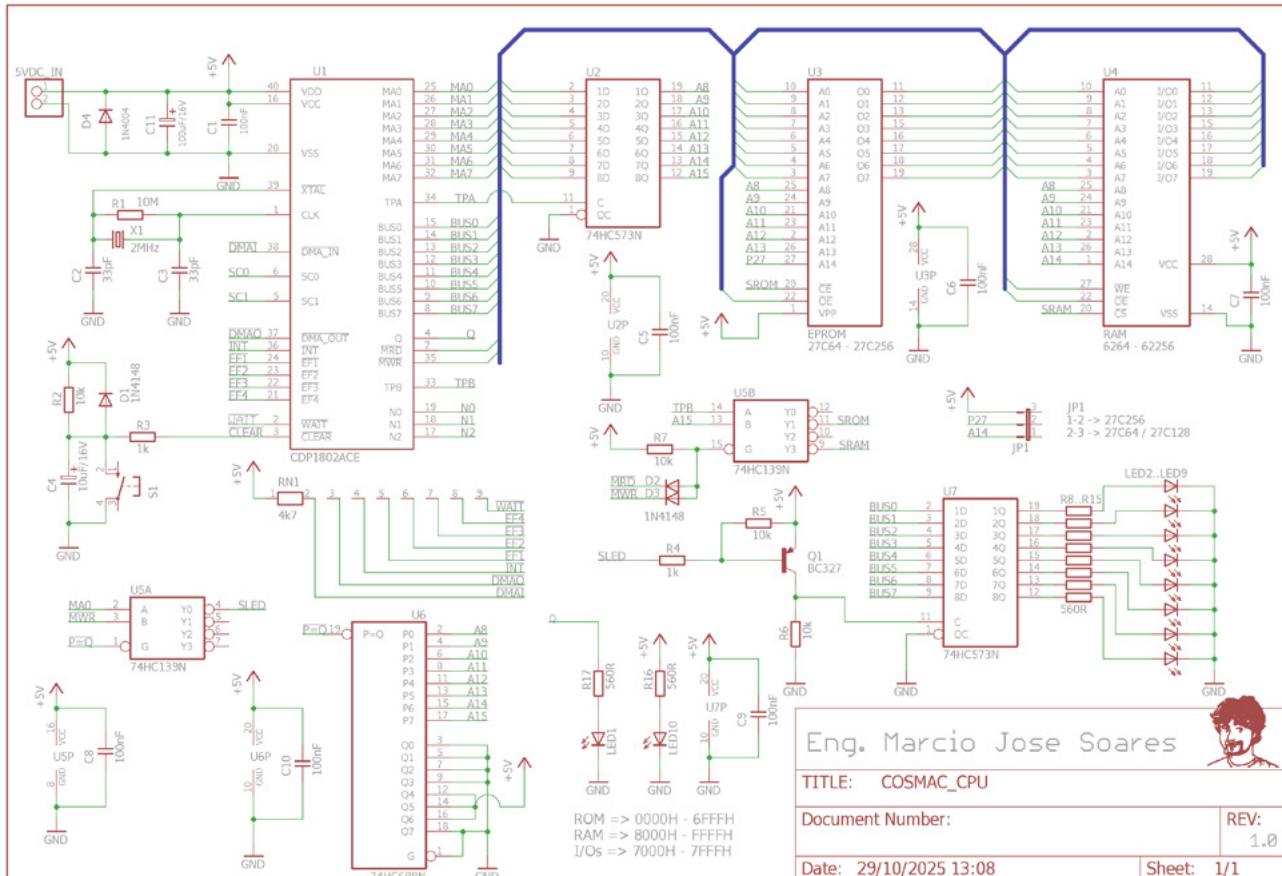


Diagrama elétrico da CPU do nosso COSMAC

A figura 5 mostra o circuito do COSMAC-ELF proposto por esta série de artigos. U1 é o microprocessador RCA CDP1802. U3 é a ROM e conterá inicialmente os programas do usuário para testes. Ela pode ser uma E2PROM tipo 28C64 (8kB) ou uma 28C256 (32kB). A seleção da ROM desejada é feita por JP1. U4 é a memória RAM da placa e aqui também é possível utilizar dois Cis como o 6264 com 8kB ou o 62256 com 32kB.

Obs.: As memórias E2PROM e RAM possuem alguns fabricantes e no mercado poderão ser encontradas com um part number um tanto diferente do descrito aqui, sendo também diferentes para cada fabricante. Veja na lista de materiais as utilizadas pelo autor e as use como referência.

U2 é um Octal D Latch com saída 3-state utilizado para transferência da parte alta do endereçamento de memória no BUS (barramento de endereço e dados). O microprocessador CDP1802 pode endereçar até 64kBytes (16 bits), mas possui apenas 8 pinos para controle de endereçamento. Assim o microprocessador disponibiliza no primeiro ciclo de máquina os bits mais significativos (MSB) do endereço desejado no BUS e no segundo ciclo são disponibilizados os bits menos significativos (LSB). O pino TPA é acionado sempre que o MSB estiver disponível para que seja realizada a transferência. TPB é acionado quando o LSB do endereço desejado ficar disponível no ciclo de máquina seguinte.

U5 é um duplo decoder/demultiplexor com 4 saídas (2 bits de entrada) utilizado no circuito para realizar o mapeamento da memória ROM ou RAM (parte B) e também para o mapeamento das I/O's do circuito (parte A). A memória ROM será acionada sempre que o microprocessador inserir no BUS qualquer endereço entre 0000H e 6FFFH (28kB). Já a memória RAM será acionada a partir do endereço 8000H até o endereço FFFFH (32kB). Já as I/Os serão acionadas do endereço 7000H até o endereço 7FFFH (4kB).

Os diodos D2 e D3 em conjunto com o resistor R7 formam uma porta lógica AND que ajuda no controle da seleção das memórias através de U5B. Apenas leitura para U3 e leitura/escrita para U4.

U6 é um comparador de 8 bits utilizado na comparação da parte MSB do endereço no BUS. Sempre que igual a 7XXXH o mesmo é acionado e em conjunto com a parte A do CI U5 permitindo a seleção das I/Os. Nesta primeira parte do circuito apenas o endereço de saída 7000H será utilizado.

U7 é um Octal Flip-Flop tipo D com saída 3-state usado no controle de 8 LED's. Os dados do barramento são transferidos para os LED's sempre que o endereço 7000H de saída aparecer no barramento. O CI é acionado através do chaveamento do transistor Q1 (PNP), polarizado através dos resistores R4 e R5. O resistor R6 garante que U7 fique estável, enquanto aguarda o sinal de transferência vindo de Q1. Os resistores R8 a R15 são os limitadores de corrente para os LEDs 2 a 9.

O clock (circuito oscilador) para o microprocessador é feito através do cristal X1, com os capacitores cerâmicos C2 e C3 usados na sua estabilização. O resistor R1 também ajuda na no controle da impedância entre a entrada de clock de U1 e X1. Note que esta parte do circuito é bastante familiar já que é igual às utilizadas por alguns microcontroladores atuais, mas era algo muito inovador para a época quando a maioria dos microprocessadores precisavam de um circuito auxiliar muito mais complexo para realizar o seu clock.

O resistor R2 em conjunto com o capacitor C4, o resistor R3, o diodo D1 e a chave S1 formam o circuito de RESET.

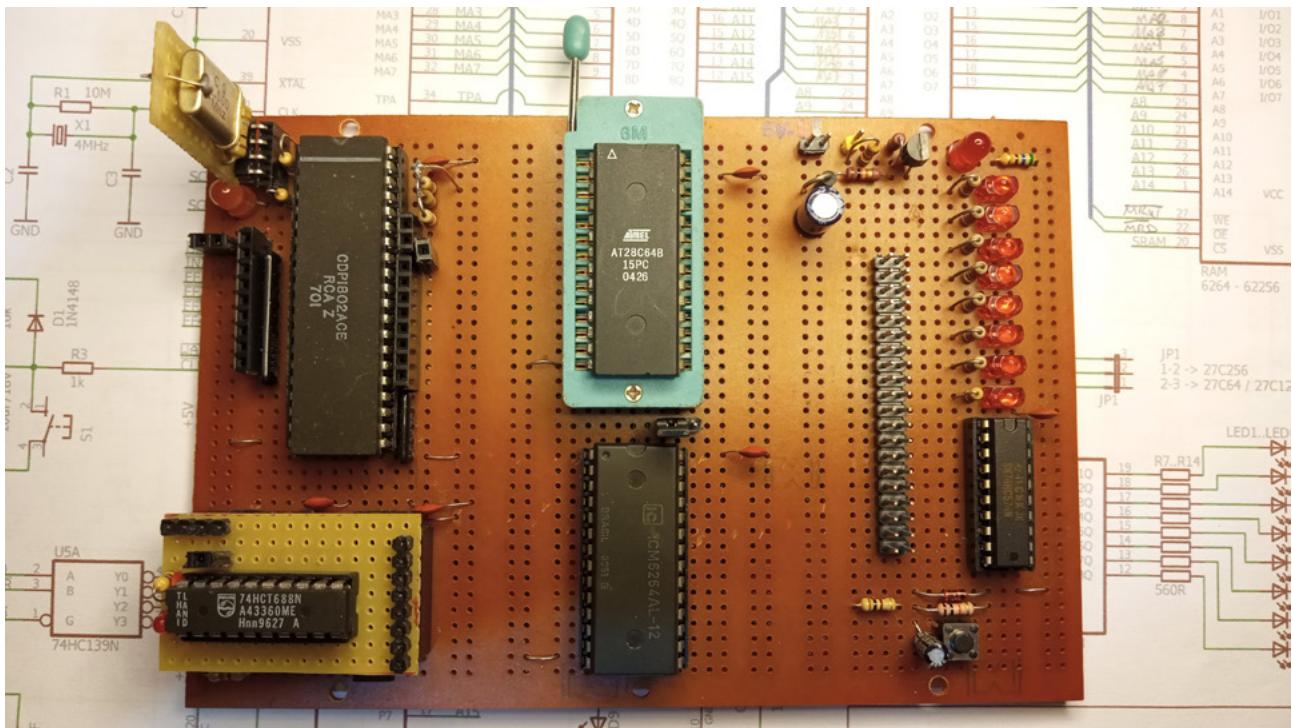
Os pinos WAIT, EF1 à EF4, INT, DMA0 e DMA1 funcionam de forma “barrada” ou invertida sendo acionados quando em LOW lógico e para evitar qualquer tipo de flutuação foram conectados a resistores de pull-up através da rede resistiva RN1 ao VCC (HIGH lógico).

Todos os CI's possuem capacitores de desacoplamento (C1, C5, C6, C7, C8, C9 e C10) para evitar flutuações e interferências indesejadas no circuito.

O LED10 acompanhado de seu resistor limitador de corrente R16 indicam “circuito ligado”. A alimentação do circuito é feita através de uma fonte de 5VDC/1A. O diodo D4 protege o circuito contra uma possível inversão na entrada de alimentação, colocando a fonte em curto caso isso aconteça. C11 é um capacitor de filtro extra para entrada de alimentação.

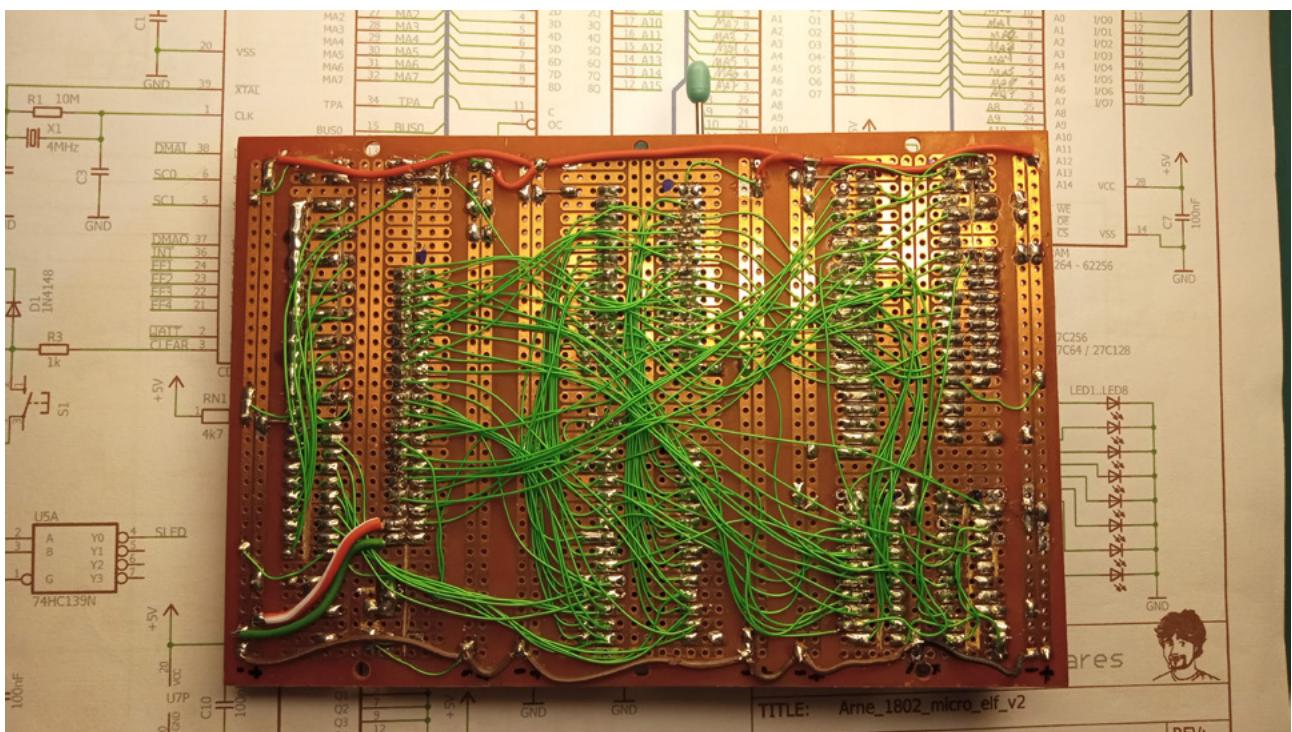
LED1 está ligado diretamente a saída Q do microprocessador e pode ser utilizado como saída também, mas sem a necessidade de qualquer endereçamento. O resistor R17 limita a corrente no LED1.

MONTAGEM



Detalhe da montagem do autor

O autor preferiu montar o circuito em uma placa do tipo padrão, utilizando a técnica do wire wrapping por baixo da placa, conforme mostra a figura 7.



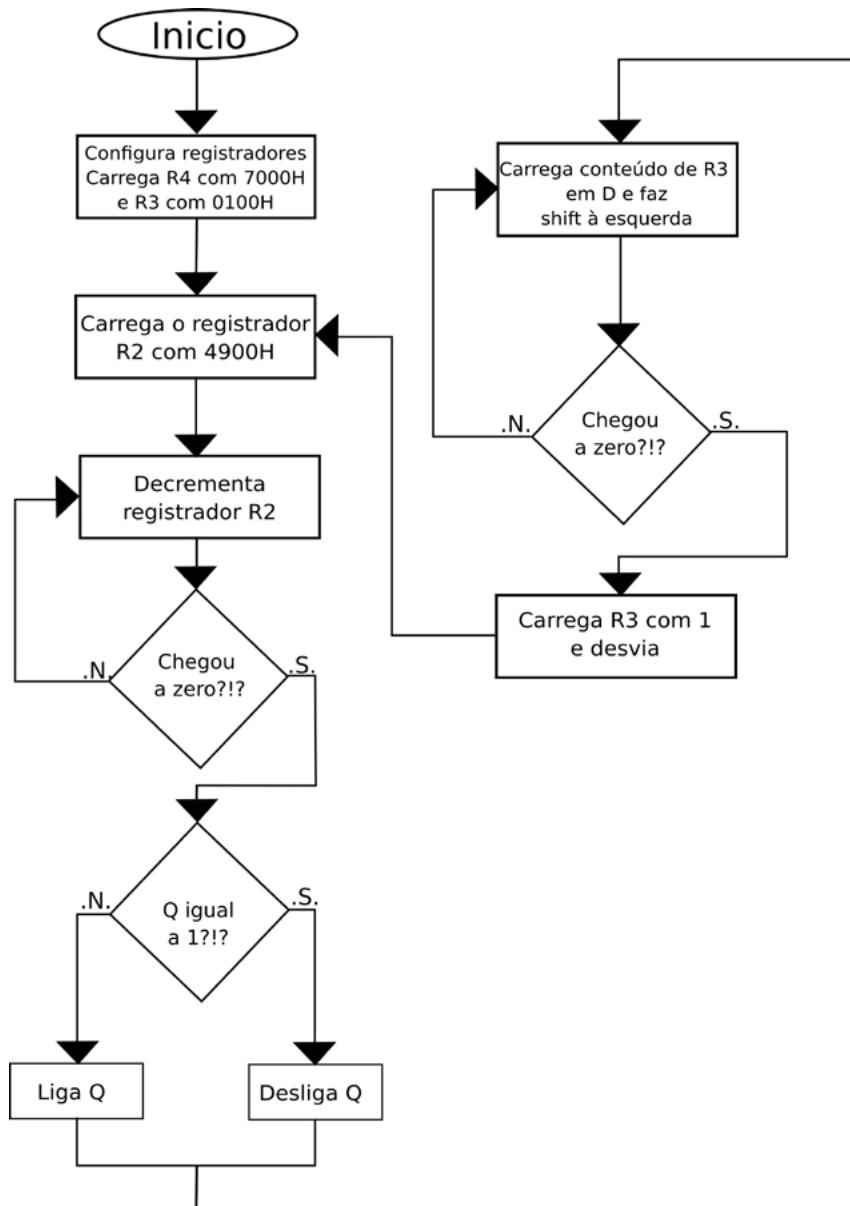
Conexões usando wire wrapping

Apesar de parecer um tanto “confusa”, essa técnica permite montagens de circuitos complexos em um espaço menor se comparado a uma montagem em matriz de contatos, por exemplo, e com a vantagem de não sofrer com o “fantasma” do mau contato. O uso de soquetes para todos os CI's é obrigatório. Um soquete do tipo ZIF para U1 é recomendável já que facilita e muito sua remoção para futuros testes.

Para quem optar por este tipo de montagem a recomendação é verificar todas as conexões durante e após a montagem. Confundir um pino ou um lado inteiro de um CI é bastante comum, já que a placa fica literalmente de “cabeça para baixo” durante a sua montagem. Verifique quantas vezes puder antes de ligar o circuito.

Nas edições futuras, conforme avançarmos no projeto, o autor pretende apresentar o desenho de uma placa que auxiliará a montagem para quem prefere confeccionar seu próprio circuito impresso.

PROGRAMA



Fluxograma do programa IOs_test.asm

Listagem do programa IOs_test.asm em Assembly

```
*****  
;  
; Prog IOs_test.asm - Teste de I/O LEDs e Q para placa COSMAC by  
Arne  
;  
;  
; Desenvolvido por: Eng. Márcio José Soares  
; versão 1.0: 06/09/2025  
;  
;  
; Compilador: a18 Linux  
; Plataforma: placa COSMAC by Arne (home built)  
;  
*****  
;  
; Últimas atualizações:  
;em 06/09/2025:  
; - criado este programa  
; - testado circuito de saída Q e LEDs  
;  
*****  
;  
*****  
;  
; Define CPU  
;  
CPU 1802  
*****  
;  
; Define registradores  
;  
R0EQU0  
R1EQU1  
R2EQU2  
R3EQU3  
R4EQU4  
R5EQU5  
R6EQU6  
R7EQU7  
R8EQU8  
R9EQU9
```

```
R10EQU 10
```

```
R11EQU 11
```

```
R12EQU 12
```

```
R13EQU 13
```

```
R14EQU 14
```

```
R15 EQU 15
```

```
;*****
```

```
; Define endereços das PORTAS de I/O
```

```
;
```

```
SLED EQU 7000H
```

```
;*****
```

```
; Endereço onde tudo começa!!!
```

```
;
```

```
ORG #0000
```

```
;*****
```

```
; sub-rotina principal
```

```
;
```

```
INIT: LOAD R4,SLED ; R4 aponta p/ endereço 7000H
```

```
LDI 01H; carrega D com 1
```

```
PHI R3 ; carrega MSB R3 com D
```

```
GHI R3 ; recupera
```

```
STR R4 ; envia para end apontado por R4
```

```
START:LDI 49H; carga imediata de 73 em D
```

```
PHI R2 ; coloca D no MSB de R2
```

```
LOOP: DEC R2 ; decrementa R2
```

```
GHI R2 ; coloca em D a parte MSB de R2
```

```
BNZ LOOP ; desvia se não for zero
```

```
LSQ ; se Q = 1 pula as duas próximas instruções
```

```
SEQ ; liga Q
```

```
SKP ; pula a próxima instrução
```

```
REQ ; desliga Q
```

```
LEDs: GHI R3 ; carrega D com MSB R3
SHL ; shift left
BNZ CONT ; se não é zero desvia
LDI 01H; se sim, recarrega com 1
```

```
CONT: PHI R3 ; carrega em R3
GHI R3 ; recupera MSB de R3
STR R4 ; envia para SLED
```

```
RET2: BRSTART ; desvia
```

```
IDL ; break, mas só se chegar aqui ;)
```

```
*****
;
; Fim
;
END
```

TESTE E USO

Para testar e usar o circuito será necessário “montar” (compilar) o programa utilizando um “montador” (ASSEMBLER) como o A18 ASM da RCA. Ele está disponível para a plataforma Linux e também MS-DOS (necessário usar o DOSBOX neste caso). Para usuários Windows, a versão MS-DOS é a mais recomendada e pode ser obtida previamente compilada em <https://www.retrotechnology.com/memship/a18.html>. Para usuários Linux o montador pode ser baixado em <https://github.com/pahihu/rctools> e então compilado (basta usar make).

Para gerar o hexa/binário use: a18 IOs_test.asm -L IOs_test.lst -o IOs_test.hex -b IOs_test.bin

Onde:

- L solicita criar o arquivo de listagem IOs_test.lst
- o nomeia o arquivo de saída no formato Intel hex IOs_test.hex
- b gera o arquivo binário IOs_test.bin

Para gravar o programa é necessário um gravador de EPROM/E2PROM como o TL866II plus, por exemplo. Neste caso basta selecionar o tipo de memória ROM desejada, o arquivo (HEX ou BIN) e realizar a gravação.

Em seguida, basta instalar a ROM na placa e alimentar o circuito para confirmar o funcionamento do mesmo. Qualquer discrepância do exemplificado no fluxograma ou o não funcionamento total exigirá uma nova verificação nas ligações e na montagem (compilação) do programa.

CONCLUSÃO

Está não é uma montagem simples se comparada com as montagens com microcontroladores como Arduino, PIC, AVR, STM8, STM32, etc. Ela exigirá daqueles que se propuserem a realizá-la bastante empenho e dedicação já que exige que você prepare todo o hardware, mas o prazer de ver algo como o COSMAC em pleno funcionamento é indescritível (aqueles que curtem circuitos valvulados sabem do que estou falando). Este tipo de montagem nos faz compreender como os pioneiros da eletrônica digital e microprocessadores faziam para obter seus circuitos. E foram eles que, de uma forma ou outra, abriram caminho até as facilidades que temos hoje no uso dos microcontroladores/microprocessadores atuais. Boa montagem e até a próxima parte desta saga!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HART, Lee A. – Build A Classic COSMAC ELF Microcomputer

at the 2016 Vintage Computer Festival Midwest - Vintage Computer Fair ELF – Disponível em <https://sunrise-ev.com/vcf-elf.htm>. Acesso em: 20/10/2025

INTERSIL. CDP1802A, CDP1802AC, CDP1802BC: CMOS 8-Bit Microprocessors – 1305.2 – Março, 1997 – Disponível em <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/66507/INTERSIL/CDP1802ACE.html> – Acesso em: 20/10/2025

MICROCHIP, AT28C64/X – 64K (8K x 8 Bit) CMOS E2PROM – 0001G – Disponível em <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/157137/ATMEL/AT28C64.html> – Acesso em: 20/10/2025

SAMSUNG, KM62256C – 256K (32K x 8 Bit) CMOS Static RAM – Disponível em <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/37318/SAMSUNG/62256.html> – Acesso em: 20/10/2025

WEISBECKER, Joseph – Build the COSMAC “ELF” - A Low-cost Experimenter’s Microcomputer - part 1. Popular Electronics, volume 10, número 2, páginas 33-38, Agosto, 1976.

WEISBECKER, Joseph – Build the COSMAC “ELF” - A Low-cost Experimenter’s Microcomputer - part 2 – Some Hardware Improvements and more Programming Details - Popular Electronics, volume 10, número 3, páginas 37-40, Setembro, 1976.

WEISBECKER, Joseph – Build the COSMAC “ELF” – part 3 - How to expand memory, plus more programs. Popular Electronics, volume 11, número 3, páginas 63-67, Março, 1977.

WEISBECKER, Joseph – Build the COSMAC “ELF” – part 4 – Build the PIXIE Graphic Display. Popular Electronics, volume 12, número 1, páginas 41-46, Julho, 1977.

TESTE E USO

Semicondutores

U1 – Microprocessador CDP1802
U2 – 74HC573N – Octal D Latch
U3 – AT28C64B-15C – E2PROM Atmel (ou equivalente)
U4 – HY62256A-LP70 – RAM Hyundai (ou equivalente)
U5 – 74HC139N – Dual 1-of-4 Decoder/Demultiplexer
U6 – 74HC688N – 8-bit Magnitude Comparators
U7 – 74HC574N – Octal D-Type Flip-Flop
D1,D2,D3 – 1N4148 – diodo de sinal
D4 – 1N4004 – diodo retificador 1A
Q1 – BC327 – transistor PNP de uso geral
LED1 – LED redondo vermelho 5mm de diâmetro
LED2-LED9 – LEDs vermelhos retangulares
LED10 – LED redondo laranja 5mm de diâmetro

Resistores – 1/8W 5% (salvo indicação contrária)

R1 – 10M Ohm (marrom, preto, verde)
R2 – 10k Ohm (marrom, preto, laranja)
R3, R4 – 1k Ohm (marrom, preto, vermelho)
R5, R6, R7 – 10k Ohm (marrom, preto, laranja)
R8 a R17 – 560R (verde, azul, marrom)
RN1 – rede resistiva com 8 resistores de 4k7 mais ponto em comum

Capacitores

C1 – 100nF/60V cerâmico
C2,C3 – 33pF/60V cerâmicos
C4 – 10uF/16V – eletrolítico
C5..C10 – 100nF/60V cerâmicos
C11 – 100uF/16V – eletrolítico

Diversos

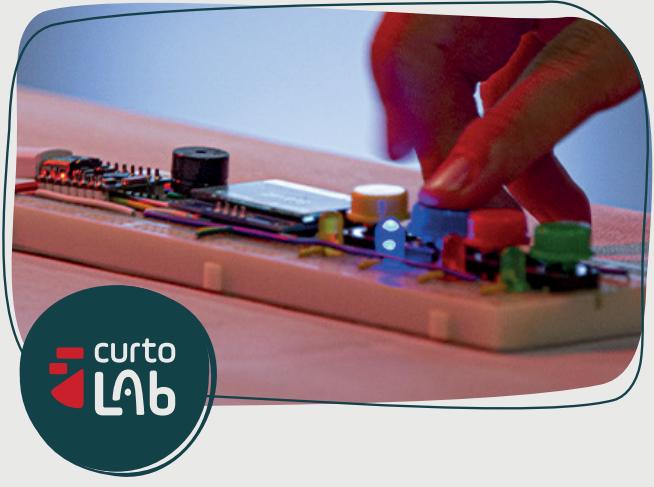
1 – cristal 2MHz
1 – soquete para CI 40 pinos (largo)
2 – soquetes para CI 28 pinos (largo)
3 – soquetes para CI 20 pinos
1 – soquete para CI 16 pinos
1 – barra de pinos com 3 segmentos (JP1)
1 – barra de pinos com 2 segmentos (5VDC_IN)
1 – chave táctil 5x5 (S1)
1 – placa padrão com 15x10 cm (ou maior)
1 – rolo de fio para “wire wrapping”



Tecnologia para mentes curiosas

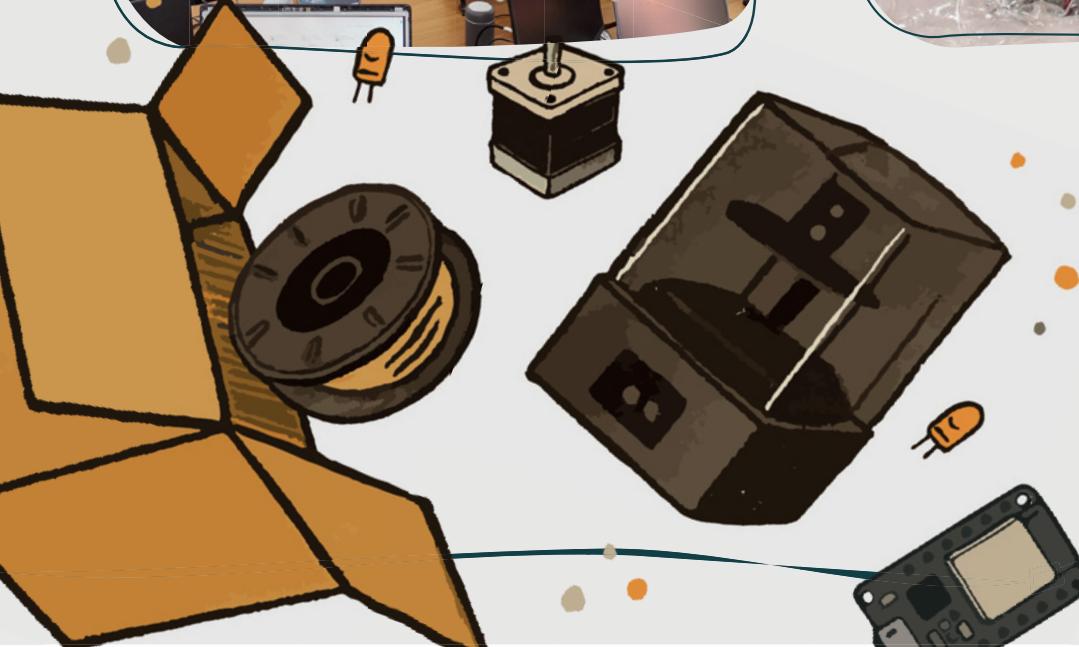
» Movidos pela paixão por eletrônica e tudo que dá forma ao universo da tecnologia, **a Curto é parceira de novas ideias na jornada dos makers** para inspirar, oferecer suporte e garantir acesso a ferramentas e produtos que refletem qualidade, acessibilidade e com propósito de transformar a maneira como as pessoas criam e interagem com tecnologia.

*A Equipe
da Curto*



Atuando no mercado desde 2016, já ultrapassam a marca de **95k pedidos atendidos, 60k clientes e 1,6 milhões de componentes** para profissionais e estudantes de todo o Brasil!

(é muita coisa!)



*ESCANEIE
para acessar
nossas redes*



GERADOR DE ALTA TENSÃO

≡ Claudio Santiago Junior

Este artigo descreve a montagem de um conversor de alta tensão que pode substituir perfeitamente os geradores de Van de Graaff para experiências e aulas de física.

O circuito é isolado e alimentado diretamente pela rede de energia com controle de potência em função do ajuste da tensão de alimentação.

Possui recursos de proteção que garantem estabilidade de tensão e corrente máxima na saída inferior a 1 mA, sendo, portanto, muito seguro ao manuseio.

Os poucos componentes que compõem a montagem podem ser reaproveitados de sucata dos antigos televisores de tubo ou ainda comprados novos nas lojas especializadas.

Além dos experimentos clássicos com alta tensão, como a construção de um capacitor para comprovação de efeitos como os estudados na lei de Coulomb, na ação de campos elétricos e potenciais elétricos, produção de faíscas, acendimento de lâmpadas fluorescentes e neon em sua mão sem fios, atração de materiais como uma folha de papel, dentre outros, o leitor poderá utilizar o circuito para simular (sem potência), o funcionamento de equipamentos profissionais utilizados na medicina e estética, como por exemplo, a ponteira jato de plasma e com esse foco partir para novas descobertas.

ATENÇÃO: RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO DE ALTA TENSÃO
(Não faça essa montagem se você utiliza marcapasso ou qualquer outro dispositivo eletrônico implantado no corpo).

Nunca utilize o experimento da ponteira jato-de-plasma para aplicação na pele. Equipamentos para essa finalidade devem ser confeccionados com materiais apropriados, agulha esterilizada e descartável, além da obrigatoriedade de licenciamento pelos órgãos regulamentadores para uso exclusivo dos profissionais da área de saúde ou estética.

Especificações do circuito

Tensão de alimentação: 12 Volts DC (ver texto)

Consumo em potência mínima: 0,36 Watts

Consumo em potência máxima: 2,724 Watts

Tensão DC de saída: Aproximadamente 20 kV

Potência mínima de saída: 0,72 mW

Potência máxima de saída: 9,36 mW

Rendimento máximo na conversão de energia: aproximadamente 0,3%

Corrente mínima de saída: 0,2 mA

Corrente máxima de saída: 0,72 mA

COMO FUNCIONA

O circuito é formado basicamente por uma fonte de alimentação de 12 Volts que pode ser interna ou externa, um Flyback, um transistor, um diodo, uma bobina, um resistor e um regulador de tensão ajustável entre 2,6 Volts e 12 Volts que independente da margem de variação prevista para o ganho dos transistores irá trabalhar dentro de um certo limite seguro preestabelecido de corrente constante.

Ao estabelecer a alimentação o resistor R3 polariza a base do transistor Q3 que satura alimentando a bobina principal do Flyback. Essa por sua vez induz uma tensão inversa através do núcleo para a bobina L1 externa feita no ferrite que corta o transistor Q3 e recomeça o ciclo. O diodo D1 protege o transistor Q3 na comutação.

A frequência de oscilação depende do tempo de resposta do próprio Flyback que em função das características internas fica em torno de 15

KHz. (Funciona como um oscilador Hartley, porém nesse caso a folga do enrolamento no núcleo da bobina principal determina o tempo de resposta para excitação da bobina externa no ferrite).

Durante o desenvolvimento do protótipo, vários ensaios foram realizados a fim de conhecer os parâmetros máximo e mínimo para estabelecer os limites de segurança ao manuseio. A partir de 2,5 Volts de alimentação ajustada em P1 o circuito já oscila produzindo alta tensão em potência mínima de 0,72 mW.

A figura 1 mostra o resultado visual de um ensaio no limite extremo de operação do Flyback com a etapa de potência alimentada por uma fonte especial com corrente controlada, obtendo um plasma elétrico com potencial entre 70 KV e 80 KV. ATENÇÃO: Essa situação é perigosa ao manuseio, exige uso obrigatório de EPI'S (equipamentos de proteção individual), pode danificar o próprio Flyback e não tem necessidade de ser realizada novamente).



Figura 1

O objetivo do gerador é didático para experimentos de física. Conhecer os limites extremos foi importante para o projeto. A alimentação não excederá 12 Volts que se mostrou bastante segura na configuração adotada é suficiente para se transformar em aproximadamente 20 KV.

A corrente máxima de saída é menor que 1 mA, limitada pela polarização de base dos transistores Q1 e Q2, além do próprio rendimento do circuito, onde R3 é inversamente proporcional, valores entre 220 Ohms e 1 K Ohms podem ser experimentados e L1 é diretamente proporcional podendo ser experimentado de 4 a 20 voltas de fio encapado número 28 ou qualquer outra espessura que possibilite fazer o enrolamento.

Z1 é um diodo zener de 12 Volts \times 1 W e em conjunto com F1 protege o circuito contra picos de tensão. F1 também garante a segurança referente à corrente de saída em função do desempenho do circuito e ganho dos transistores. Em caso de rompimento o valor de R3 deve ser aumentado ou o número de espiras em L1 reduzido.

O varistor V1 deve ser de acordo com a rede local e protege o circuito contra picos de tensão ou ligação em tensão errada. Em caso de utilizar fonte externa, deve ser de 12 Volts \times 500 mA de preferência do tipo estabilizada ou chaveada.

MONTAGEM

O circuito utiliza poucos componentes e pela robustez podem ser interligados diretamente dentro de uma caixa plástica que abrigará a montagem, conforme mostram as figuras 2a e 2b. Na figura 3 temos o diagrama esquemático completo do aparelho.

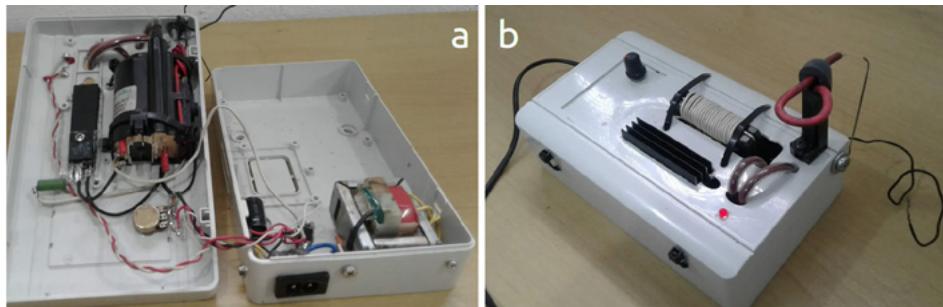


Figura 2

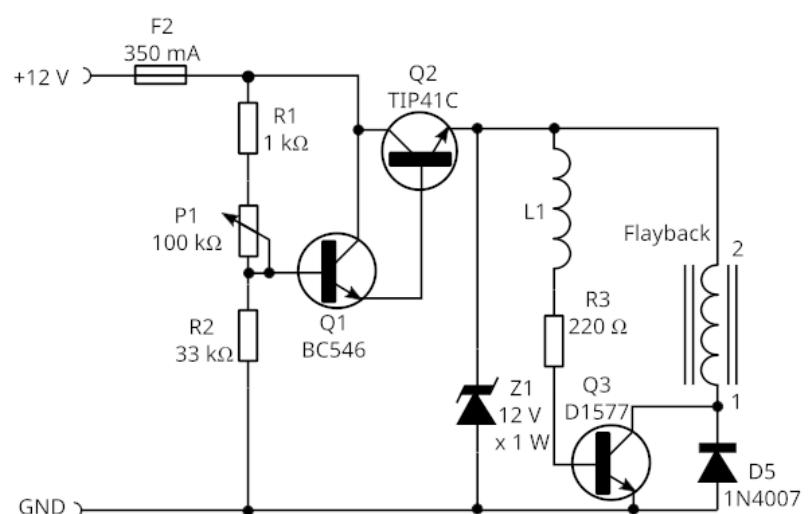
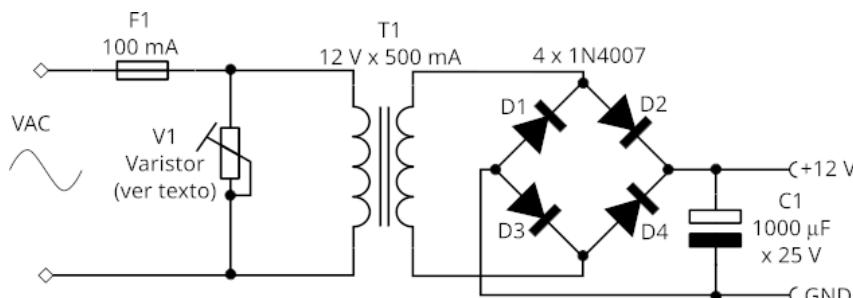


Figura 3

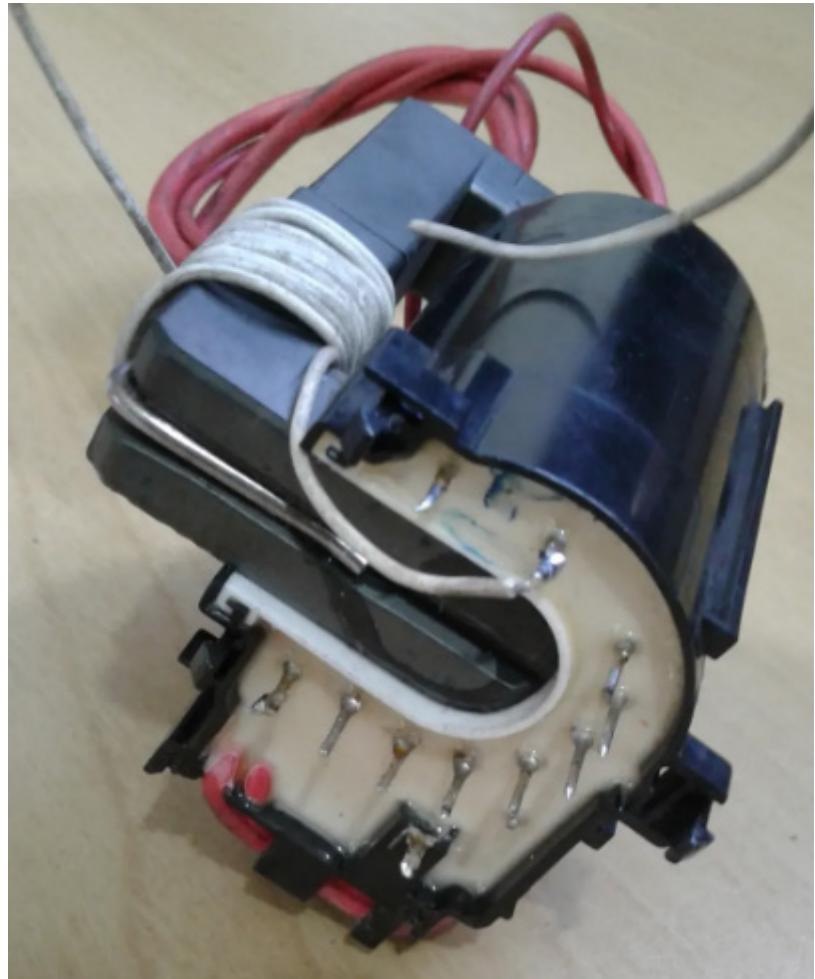


Figura 4

O transformador possui enrolamento primário de acordo com a rede local e secundário de 12 Volts \times 500 mA. R3 deve ser de fio para 5 Watts e os demais resistores são todos para 1/8 W.

O flyback e o transistor Q3 foram reaproveitados da saída horizontal de um antigo televisor de tubo. Q3 deve ser montado isolado com mica em um pequeno dissipador de calor. Outros transístores NPN de potência podem ser utilizados, desde que não sejam Darlington e não possuam o diodo interno de comutação rápida, pois interferem no funcionamento do circuito auto- oscilante.

D1 faz a proteção do transistor na comutação e deve ser um diodo comum retificador do tipo 1 N 4007. Para a bobina L1, solde a ponta de um fio de aproximadamente 2 metros no terminal 2 do Flyback e enrole de baixo para cima no sentido horário pelo ferrite do Flyback, conforme mostra a figura 4.

A outra ponta de L1 será soldada ao resistor R3 em série com a base de Q3.

Faça todas as conexões conforme o diagrama esquemático.

Os terminais do Flyback que não serão utilizados devem ser isolados com pedaços de capa isolante retirados do próprio cabo de alta tensão, conforme mostra a figura 5.



Figura 5

Um LED vermelho comum ligado em série com um Resistor de $1\text{ k}\Omega \times 1/8\text{ W}$ podem ser acrescentados em paralelo com o diodo Z1 (saída do regulador de tensão). Esse led piloto mostrará através do brilho uma ideia do nível de tensão ajustado.

Prova e uso:

Para comprovar o funcionamento do aparelho, estabeleça a alimentação, gire P1 para a posição de mínima resistência e aproxime cuidadosamente o terminal de alta tensão aos demais terminais do Flyback. Perceba qual pino ocorre uma faísca mais forte e solde esse pino ao GND do circuito (no protótipo foi o pino 10 do Flyback).

Agora faremos três testes para comprovar a segurança do circuito:

1) Encoste o terminal de alta tensão ao GND do circuito por um instante. Caso o fusível F1 se rompa, faça a substituição e aumente gradativamente o valor de R3 ou diminua o número de espiras de L1 até que não ocorra mais o rompimento.

2) Desligue o aparelho e solde o anodo de um led comum ao terminal de alta tensão e o catodo ao GND do circuito. Ligue o aparelho e observe o brilho do led variando o potenciômetro P1 do mínimo ao máximo. Na posição de maior tensão o led deve acender com meio brilho. Caso o led queime revise o circuito, aumente o valor de R3 e repita o teste com outro LED.

3) Finalmente comprove através da lei de Ohm a corrente máxima e mínima de saída, bem como a potência. Retire o LED e solde no lugar um resistor de 18 kΩ Ohms superior a 2 W. Ligue o aparelho com P1 na posição de máxima resistência e meça com um Voltímetro a tensão entre os terminais do resistor (deve estar em torno de 3,6 Volts). Gire P1 até a posição de mínima resistência e repita a medição (deve apresentar uma tensão de aproximadamente 13 Volts).

Agora aplique a lei de Ohm e determine a corrente e potência máxima e mínima de saída. Compare os resultados com as especificações do projeto.

Se necessário faça ajustes em R3 e L1 conforme descrito anteriormente.

Comprovado o funcionamento e segurança, desligue o resistor de teste e o aparelho estará pronto para o uso.

LISTA DE MATERIAL

- 01 (um) transformador 12 Volts × 500 mA
- 01 (um) Flayback (ver texto)
- 05 (cinco) Diodos 1N4007
- 01 (um) Capacitor 1000 uF × 25 Volts
- 01 (um) Transistor BC 546
- 01 (um) Transistor TIP 41 C
- 01 (um) Transistor D1577 (ver texto)
- 01 (um) Diodo Zener 12 Volts × 1 Watt
- 02 (dois) LEDs vermelhos comuns 20 mA (Ver texto).
- 01 (um) Resistor 1 kΩ × 1/8 Watts
- 01 (um) Resistor 33 kΩ × 1/8 Watts
- 01 (um) Resistor de fio 220 Ohms × 5 Watts
- 01 (um) Resistor 18 kΩ × 2 Watts (para teste de segurança do circuito. Ver texto).
- 01 (um) Potenciômetro 100 kΩ Ohms
- 01 (um) Fusível pequeno 100 mA × 250 Volts
- 01 (um) Fusível pequeno 350 mA × 250 Volts
- 01 (um) Varistor de acordo com a rede local. [14 D/14 K 241] para rede 127 Volts ou [14 D/14 K 471] para rede 220 Volts.
- Diversos: Fio cabinho número 28, dissipador de calor para transistores, solda, caixa plástica para abrigar a montagem, knob para potenciômetro, suporte para fusível, cabo AC tipo 8, conector para cabo AC tipo 8.

PONTEIRA JATO DE PLASMA: (TORNIQUETE ELÉTRICO)

Um experimento interessante que pode ser realizado é uma ponteira jato de plasma para visualização do princípio de funcionamento.

As ponteiras jato de plasma possuem potência normalmente até 3 Watts e são utilizadas por profissionais da área médica ou estética principalmente para obter uma regeneração celular através da queima de micropontos do tecido que posteriormente serão acompanhados e tratados com produtos dermatológicos até o resultado final.

O jato de plasma produzido por nosso equipamento é de baixíssima potência e em caso de contato com tecidos vivos não é capaz de causar queimadura aparente, no entanto, certamente gera algum efeito e pode ser utilizado por profissionais da área médica para estudos é possível comprovação científica da eficácia para algum tipo de tratamento.

A figura 6 mostra detalhes da ponteira e o efeito produzido.



Figura 6

O fio deve ser isolado e apropriado para alta tensão (ATENÇÃO: Risco de choque elétrico através do cabo. Utilize um cabo com isolação para alta tensão e luvas de borracha).

Dispondo de um cabo revestido com uma malha de blindagem conectada ao GND do circuito, será possível observar um efeito capacitivo muito interessante que irá potencializar a faísca conforme mostra a figura 7a (sem efeito capacitivo) e 7b (com efeito capacitivo).



COMO FAZER EM SUA CASA PCI'S COM ACABAMENTO SEMIPROFISSIONAL

≡ Eng. Márcio José Soares

INTRODUÇÃO

Uma placa de circuito impresso (PCI) bem-feita é um dos pré-requisitos para se obter o sucesso numa montagem qualquer. Muitos são os métodos existentes para se fazer uma placa de circuito impresso, e você acostumado a fazer suas próprias placas sabe que os métodos manuais são os mais demorados, chatos e que nem sempre apresentam os melhores resultados. Neste artigo apresentaremos um método bastante simples, rápido e que proporciona um excelente resultado final.

TIPOS DE PLACAS

Atualmente as placas de circuito impresso são classificadas quanto ao número de “faces” ou layer's, ou seja, o número de camadas condutoras (cobre) presentes na mesma. Para aqueles que desejam fazer

suas próprias placas, o mercado oferece dois tipos básicos de placas “virgem”: face simples e face dupla (figura 1) com base isolante em fenolite (mais comum e barato) para face simples e fibra de vidro para face dupla (geralmente um pouco mais caro). No mercado também é possível encontrar placas de face simples com base isolante em fibra de vidro ou ainda epoxi.

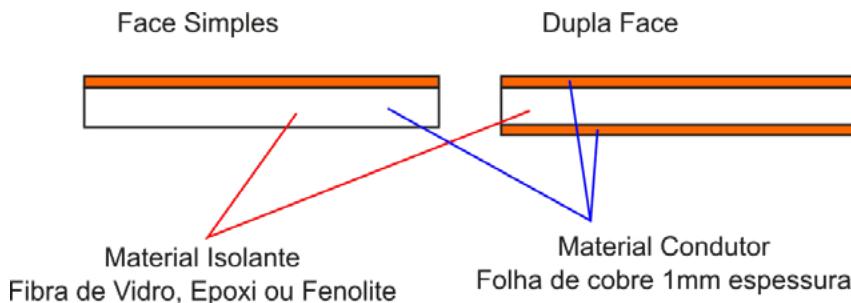


Figura 1 - Tipos de placas disponíveis no mercado

Em um ambiente industrial, placas com várias faces (ou layer's) são facilmente encontradas. Estas formam uma espécie de “sanduíche” de placas (figura 2). A confecção destas é realizada sob encomenda por empresas especializadas, e um bom exemplo deste tipo de placa está presente em nossos computadores e aparelhos celulares, onde a maioria das mesmas tem entre 4 e 6 layer's.

Placa MultiLayer

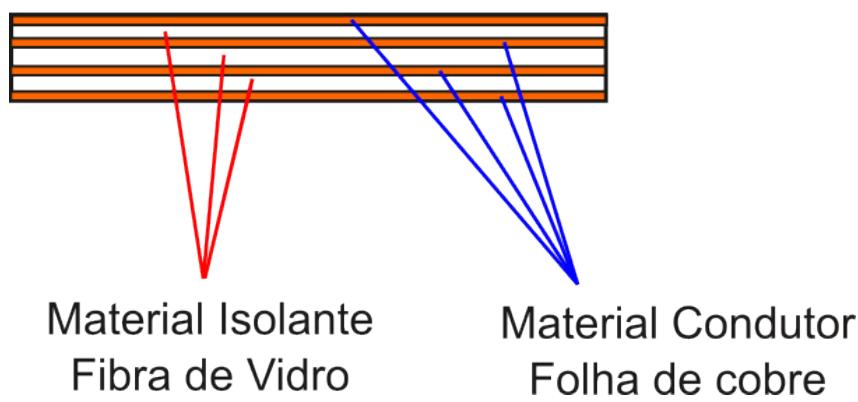


Figura 2 - Placa Multi Layer

SOBRE O MÉTODO

Vamos falar agora das etapas necessárias para se chegar a uma placa de circuito impresso pronta para a inserção e solda dos componentes, mas utilizando um método diferente dos métodos manuais ou “fotográficos” conhecidos pela maioria dos praticantes de eletrônica. Utilizaremos o “Método da Transferência Térmica”. Esse método oferece excelentes resultados na confecção de placas de face simples e também face dupla.

FERRAMENTAS E MATERIAIS IMPORTANTES

Antes de descrever o método propriamente dito, é necessário falar sobre algumas ferramentas e materiais muito importantes. São eles:

Microcomputador com software para desenho de placas: São muitos os programas que podem ser utilizados como CAD Eagle, KiCAD, Proteus, etc. Na Internet, em alguns casos, eles são oferecidos completos para download (alguns gratuitos e outros não), e em outros, está disponível apenas uma versão de demonstração, mas que já dá para começar. Neste artigo não trataremos do uso do programa, pois não é esta a proposta. Isso será deixado por conta de cada um.

Impressora laser: Esta ferramenta pode ser considerada a mais importante. E o detalhe é que nenhum outro tipo pode ser utilizado aqui. Portanto, se a sua impressora é do tipo jato de tinta (INK JET), a mesma não poderá ser utilizada! Mas isso não quer dizer que você não poderá utilizar o método a ser descrito neste artigo, pois felizmente a falta da impressora pode ser facilmente contornada. Você poderá, por exemplo, usar a impressora de um amigo ou do seu local de trabalho (lembre-se apenas de solicitar a devida autorização antes de usar um equipamento no seu trabalho para fazer alguma coisa de cunho pessoal), ou ainda utilizar uma “fotocopiadora” qualquer. Neste último caso, você só terá de convencer o operador da máquina a fazer uma cópia do seu original (que, neste caso, pode ser feita em uma impressora jato de tinta) em um papel especial (que você levará até ele) a ser descrito mais a frente. Uma dica para aqueles que estão pensando em trocar de impressora ou mesmo adquirir uma nova é a compra de uma impressora LASER monocromática. Os preços das mesmas caíram muito e já é possível encontrar versões LASER mais baratas que algumas INK JET! Se este é seu caso, pense a respeito!

Obs.: A impressora utilizada pelo autor é uma Samsung ML-1610, adquirida há mais de 25 anos!!!

Ferro de passar roupas: Este item é o mais simples e acreditamos que todos tenham um em casa. O autor usa dois tipos, dependendo do tamanho da placa: um ferro de passar comum que foi “descartado” (mas ainda funcional) e um específico para aplicação de plástico termo adesivo em aeromodelos (a figura 3 mostra este último). O uso de um ferro de passar com vapor também é possível, mas este deve ter esta opção desativada!



Figura 3 - Ferro para aplicação de plástico termo adesivo em aeromodelos

Papel especial: Este item também é bastante importante. O papel utilizado neste método não pode ser do tipo comum. É necessário um papel “especial” que ao receber o toner da impressora LASER não permita que este fique muito aderente ao papel e assim possa ser aplicado sobre a placa. Neste caso, um papel com pouca porosidade é o mais recomendável. Estes papéis também são conhecidos como “fotográficos”. No mercado é possível encontrar vários tipos e de vários fabricantes. Nos testes feitos pelo autor o mesmo verificou que os tipos “Couchê” e “Glossy Paper” com gramaturas entre 95 g/m² e 150 g/m², foram os que ofereceram os melhores resultados. O tipo e a gramatura mais adequados não pode ser colocada como uma regra absoluta, pois depende muito da impressora utilizada e do toner também. Neste caso, a dica é adquirir pacotes pequenos, com dez ou vinte folhas no máximo, de tipos e gramaturas variadas (mantenha-se dentro do indicado), para os testes com a impressora a ser utilizada. Dependendo da região, um determinado papel/fabricante/modelo pode não estar acessível. Neste caso, use as especificações de um, para obter um que seja compatível.

Obs.: O autor usa atualmente papel fotográfico Glossy A4 130g/m² da marca Spiral.

PASSOS DO MÉTODO

Vamos agora descrever as etapas do método, considerando que você já tem o layout da PCI pronto em seu computador.

Passo 1 – Enviando o desenho para a impressora

Imprima o seu layout (apenas trilhas e ilhas) em um papel fotográfico (já descrito anteriormente). O lado mais brilhante do papel (lado mais

acetinado, parecendo plástico) é o que receberá o toner. Alguns programas oferecem o recurso para a inversão do desenho (mirror). Este recurso não será necessário para o bottom layer da placa (parte do lado cobreado), mas sim para a serigrafia dos componentes (ou silk) ou ainda para o top layer da placa (no caso de uma placa dupla face). Veja na figura 4 a impressão do exemplo a ser utilizado (bottom layer). Observe que o mesmo já é naturalmente invertido!!!

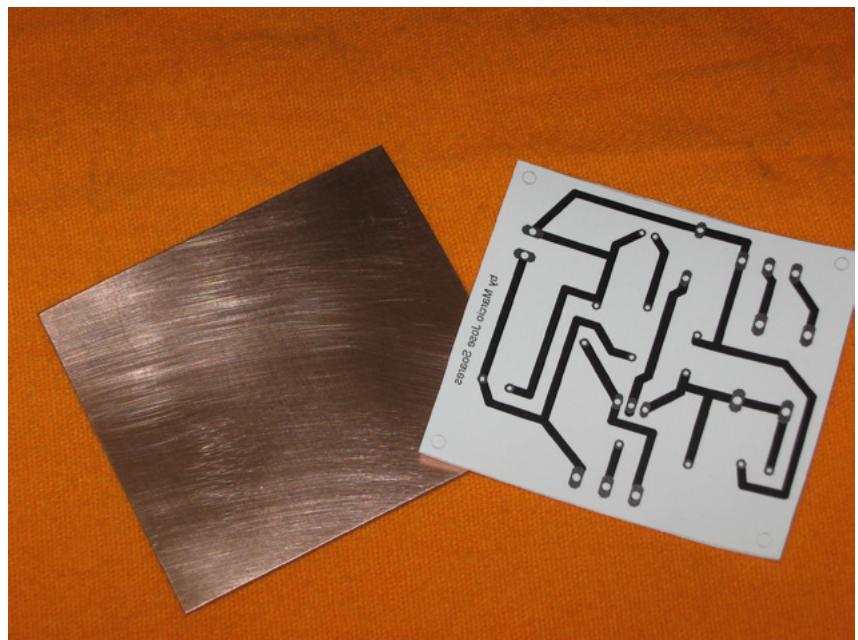


Figura 4 - Layout de circuito impresso (bottom layer)

Passo 2 – Corte, limpeza da placa e aplicação do desenho (transferência térmica)

Corte a placa no tamanho do seu circuito. O autor costuma cortar o tamanho com alguns milímetros a mais, pois isso facilitará o manuseio da placa e também a centralização do papel à placa. Limpe a placa (lado com cobre) com uma palha de aço fina ou ainda com produtos específicos para tal.

Nota: A partir deste momento você deve evitar ao máximo tocar o lado cobreado para evitar que qualquer sujeira ou outras sejam levadas ao cobre, o que poderá prejudicar tanto a transferência do toner como também a corrosão!

Acerte a folha sobre a placa com o desenho voltado para o lado cobreado e aplique o ferro bem quente começando por uma das extremidades, pressionando levemente o papel contra a placa no início, mas sem esfregar, apenas faça pressão (figura 5). Isso fará com que o toner se prenda no cobre de maneira bem firme. Procure aplicar a pressão sempre no mesmo sentido, por exemplo da esquerda para a direita.

Após o papel ter aderido por toda a placa, aplique pressão com movimentos circulares, mas sem exagerar na pressão! O tempo médio de aplicação do ferro é de 5 a 15 minutos, dependendo do tamanho da placa e também da temperatura do ferro.

Obs.: O tempo de aplicação também pode variar de acordo com o tipo e a gramatura do papel. Com o tempo você terá maior controle sobre estas “variáveis”.

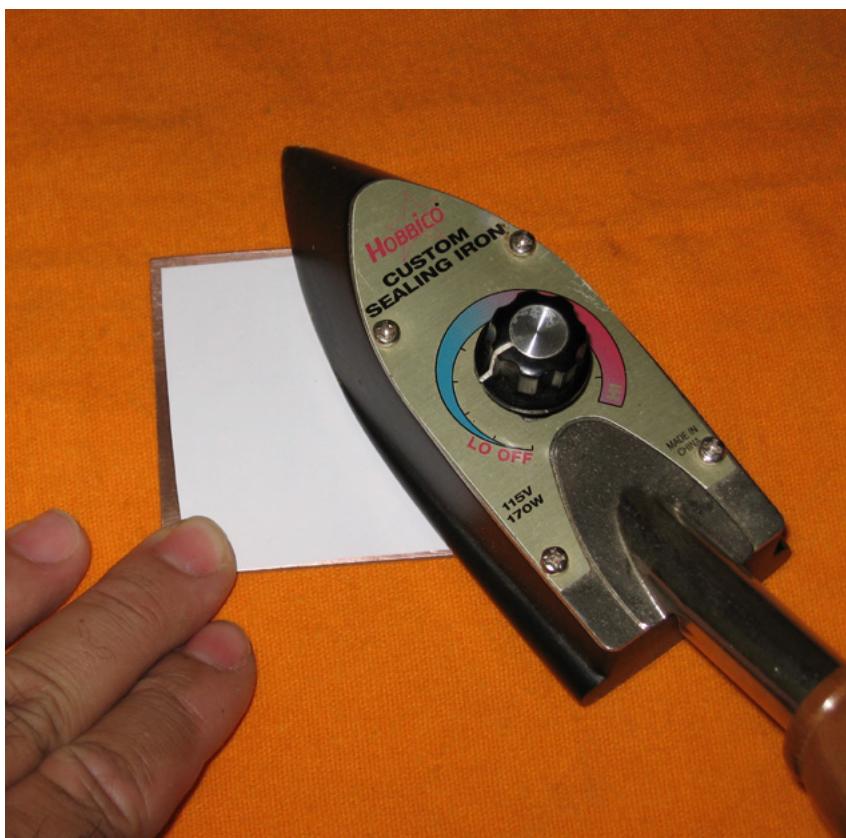


Figura 5 - Pressão com ferro quente sobre o papel e a placa

Passo 3 – Preparando o papel para ser retirado da placa

Agora o toner já deve estar bem fixo na parte com cobre da placa. De maneira alguma tente retirar o papel!!! Nem pense nisso!!! Pegue uma bacia e coloque um pouco de água quente com detergente neutro. Tenha cuidado ao manusear a água quente. Evite acidentes!!!! A quantidade de água deve ser suficiente para cobrir a placa (imersão total). Coloque a placa com o papel voltado para cima (figura 6) e aguarde em torno de 2 a 5 minutos. A água quente com detergente vai ajudar a amolecer o papel facilitando a sua retirada sem que o toner solte do cobre.

Obs.: A água não precisa estar a 100º C!!! Algo em torno de 70ºC à 85ºC é o ideal. Mais uma vez aqui, a experiência dirá a você qual a melhor temperatura.



Figura 6 - Aguardando a placa esfriar

Passo 4 – Retirando o papel da placa

Com a água ainda morna (cuidado para não se queimar! morna não é quente e nem fervendo!!!) comece a puxar devagar o papel de uma das bordas. Ele vai começar a se soltar. O excesso deve ser removido friccionando levemente o papel com as pontas dos dedos para que o resto do papel se solte. Neste momento também é possível usar uma escova bem macia, mas com bastante cuidado para não remover o toner. Quearemos remover apenas o papel!!! Veja o processo na figura 7 e figura 8. Não é necessário força. Ele começará a soltar da placa lentamente. Não tenha pressa! Os resultados são melhores quando o conjunto está mergulhado na água com detergente (aquela que você usou). Quanto maior a gramatura do papel, mais o papel demora para se soltar da placa. Vá friccionando com cuidado até que fique apenas o toner sobre o cobre.



Figura 7 - Puxando o papel a partir de uma das extremidades



Figura 8 - Friccionando o papel com os dedos para remover o excesso de papel

Passo 5 – Limpeza, conferência e retoques

Após a retirada do papel, lave a placa em água corrente (sem esfregar) e enxugue-a com um pano macio. Retire da mesma apenas o excesso da água. Verifique se existe alguma interrupção em alguma trilha e/ou ilha, se houver retoque com uma caneta para circuito impresso. Se forem necessários muitos retoques você deve aproveitar para refletir sobre os “motivos” da sua “transferência” não ter ficado perfeita (ou perto disso). A escolha do papel, temperatura do ferro, tempo de aplicação do ferro e força na fricção para soltar o papel, são variáveis que deverão ser repensadas. E claro, quanto mais experiências do tipo (prática), melhor fica o resultado!

Passo 6 – Corrosão da placa e remoção do toner

Agora prepare uma segunda bacia, uma solução de percloro de ferro (sugestão) para a corrosão da placa. Coloque a placa para corrosão. Após finalizada a corrosão lave a placa em água corrente. Enxugue bem a placa e para retirar o toner use uma palha de aço ou algodão umedecido com “removedor para esmalte de unhas” (cuidado para não manchar a placa com o toner que se misturará ao removedor). Veja a figura 9.

Aproveite para fazer mais uma verificação na placa. Veja se nenhuma trilha ficou interrompida, ilhas sem ligação, e outros defeitos. Se tudo correu bem, o resultado obtido impressionará. O resultado da nossa placa exemplo pode ser vista na figura 10

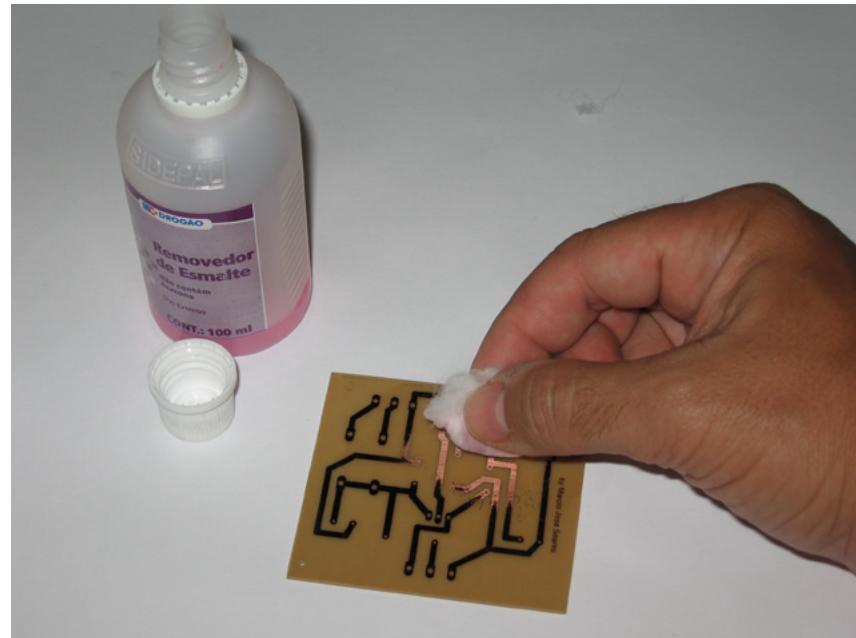


Figura 9 - Retirando o toner

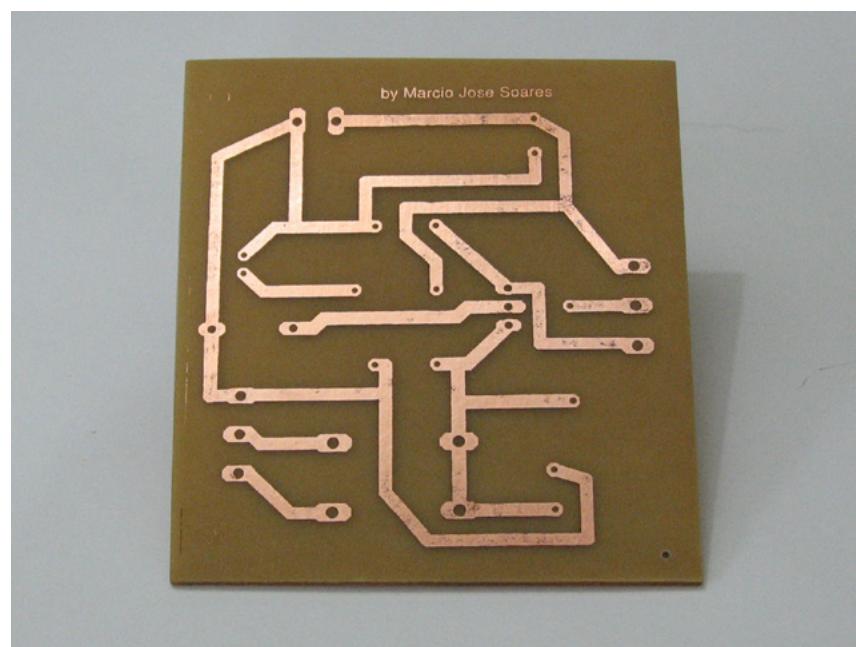


Figura 10 - Placa pronta

Obs.: Muitos preferem utilizar outras soluções, diferentes do percloro de ferro. A escolha de cada um é livre!

PLACAS COM DUPLA FACE

Se você deseja fazer uma placa dupla face, o método é praticamente o mesmo dos passos 2 a 5. No caso do passo 1 é preciso um certo cuidado. Lembra-se que não foi necessário inverter o desenho para o lado inferior da placa (bottom layer)? Pois bem, para o lado superior (top layer) será!!! Ao imprimir o lado de cima da placa, use a opção mirror ou outra que permita o espelhamento da figura no seu programa.

Já no passo 6 você deverá proteger totalmente o lado que não deseja corroer (lado contrário ao que você aplicou o desenho). Isso pode ser feita com uma fita adesiva forte, papel tipo CONTACT ou uma tinta resistente ao percloro e que possa ser retirada posteriormente, sem muito esforço. Quando for preparar a segunda face, basta marcar alguns pontos da placa através de furos que permitiram posicionar melhor o novo layer em relação ao outro. Assim, posicionando a placa atrás de uma luz é possível se orientar e fazer com que as furações em ambos os lados fiquem perfeitamente alinhadas.

Uma outra maneira, que é a atualmente utilizada pelo autor, é realizar os passos 2, 3, 4 e 5 para o bottom layer e em seguida perfurar a placa (ilhas). Desta forma o desenho do top layer poderá ser facilmente alinhado à furação e bastará repetir os passos 2, 3, 4 e 5, agora para o top layer. Com isso, a etapa 6 será realizada uma única vez.

INSERINDO A SERIGRAFIA COM A POSIÇÃO E NOMENCLATURA DOS COMPONENTES

Sempre que lidamos com placas comerciais notamos a presença de uma “serigrafia” (ou silk) na parte superior da mesma com a simbologia dos componentes, orientando o montador sobre posição e nomenclatura correta dos componentes (C1, R1, C4, etc). Alguns programas permitem a impressão do silk separadamente dos outros layers (bottom, top, etc). Vamos ao passo a passo:

- Fure a placa para facilitar o alinhamento dos componentes;
- Imprima o desenho com o silk usando a opção mirror;
- Repita os passos 2 a 5 já descritos.

O passo 6 não será realizado!!! Não vamos corroer a placa e nem mesmo retirar o tóner da mesma. Ele agora tem que ficar! Veja na figura 11, como ficou nossa placa com a serigrafia ou silk.

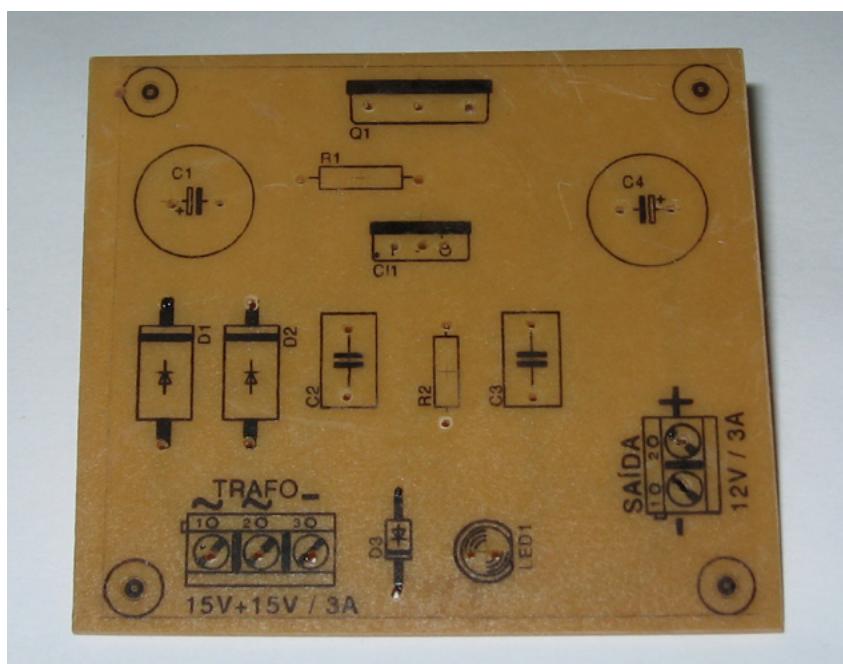


Figura 11 - Placa com serigrafia (silk) dos componentes

ACABAMENTO

Com tudo pronto você já pode pensar em dar o acabamento em sua placa. Um verniz na parte de baixo da placa e também na parte de cima são uma excelente opção. Eles conferem brilho e a proteção necessária à placa.

No caso da parte inferior ou mesmo superior quando se tratar de uma placa dupla face é necessário o uso de um verniz específico para placas de circuito impresso, facilmente encontrado em lojas que comercializam componentes eletrônicos. Este verniz permite a aderência da solda além de proteger as trilhas e ilhas contra a oxidação.

Já para uma placa apenas com serigrafia de componentes na parte superior (sem trilhas ou ilhas – face simples) o ideal é usar, apenas neste lado, um verniz de acabamento para fotos e objetos de decoração. Este verniz é encontrado no comércio especializado em tintas como “verniz brilhante para artesanato”.

Obs.: Em ambos os casos o melhor é adquirir estes produtos em latas tipo spray para facilitar sua aplicação.

CONCLUSÃO

O método apresentado não é nenhuma novidade para muitos, porém para aqueles que ainda não o conheciam ou ainda para aqueles que apenas ouviram falar, este artigo pode ser uma verdadeira “receita de bolo”. Você poderá agora fazer suas próprias placas (mesmo face dupla) em casa, sem se preocupar com aquelas trilhas muito finas ou muito juntas e difíceis de se desenhar manualmente. Agora será possível obter um resultado final muito mais satisfatório ou semiprofissional. Esperamos ter colaborado com você que gosta de realizar montagens eletrônicas sempre preparando suas próprias placas. Boas “placas” e até a próxima!

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[BRAGA, Newton C. – Como fazer placas de circuito impresso (ART2611) – Instituto Newton C. Braga - 2015 - Disponível em <https://www.newtoncbraga.com.br/projetos-educacionais/11144-como-fazer-placas-de-circuito-impresso-art2611.html> - Acesso em 15/11/2025

BRAGA, Newton C. – Como projetar e executar placas de circuito impresso (ART3231) – Instituto Newton C. Braga - 2017 - Disponível em <https://www.newtoncbraga.com.br/?view=article&id=13308:como-projetar-e-executar-placas-de-circuito-impresso-art3231&catid=521> - Acesso em 15/11/2025

SOARES, Márcio José. Como projetar e confeccionar placas de circuito impresso. Revista Mecatrônica Fácil, São Paulo, nr 12, p. 20-24, setembro/outubro, 2003.

SOARES, Márcio José. Faça placas de circuito impresso com acabamento semiprofissional. Revista Eletrônica Total, São Paulo, nr 130, p. 50-55, março/abril, 2008.

APRENDA ELETRÔNICA



CURSO DE ELETRO

ELETRO
NICA
BÁSICA

Newton C. Braga



VOLUME
1

ELETRO
NICA
ANALÓGICA

Newton C. Braga



VOLUME
2

ELETRO
NICA
TAL - I

Newton C. Braga



VOLUME
3

ELETRO
NICA
DIGITAL - II

Newton C. Braga



VOLUME
4

ELETRO
NICA
TELECOM - I
ELETROCOMUNICAÇÕES

Newton C. Braga



VOLUME
5

ELETRO
NICA
TOMOTIVA - I

Newton C. Braga



VOLUME
6



No formato
Impresso e e-Book

newtoncbraga.com.br/livros



MOUSER ELECTRONICS



CIRCUITOS DE BACKLIGHT DOS TELEVISORES LCD LED

≡ Luis Carlos Burgos

Os televisores com tela LCD entraram com força no mercado a partir dos anos 2000, usando uma iluminação traseira para a tela com lâmpadas fluorescentes pequenas de catodo frio. Porém estas lâmpadas necessitavam de uma fonte de alta tensão (alguns KV) para acender. Tal fonte de alta tensão era um circuito inverter que transformava uma tensão DC de 12 ou 24 V na alta tensão alternada. A partir do final dos anos 2000 e início dos 2010 estas lâmpadas foram substituídas por leds de alto brilho que, além de proporcionarem um melhor brilho e contraste devido à possibilidade de controle em áreas específicas, também consomem menos energia e apresentam um televisor mais fino e esteticamente mais bonito. Num artigo anterior falamos sobre o circuito “buck” usado na alimentação dos leds de vários televisores Samsung, neste aqui falaremos de mais alguns circuitos de alimentação de leds de uma

forma geral. Veja na figura a seguir um exemplo de backlight de um televisor deste tipo:

Os leds estão dispostos em barras ligados em série entre si e no circuito eletrônico podemos ter várias possibilidades de alimentação destas barras incluindo o “buck” que já falamos em outro artigo.

1. LIGAÇÃO DAS BARRAS EM SÉRIE USANDO O “BUCK”

Este circuito já estudamos e vamos revisá-lo na figura 1.

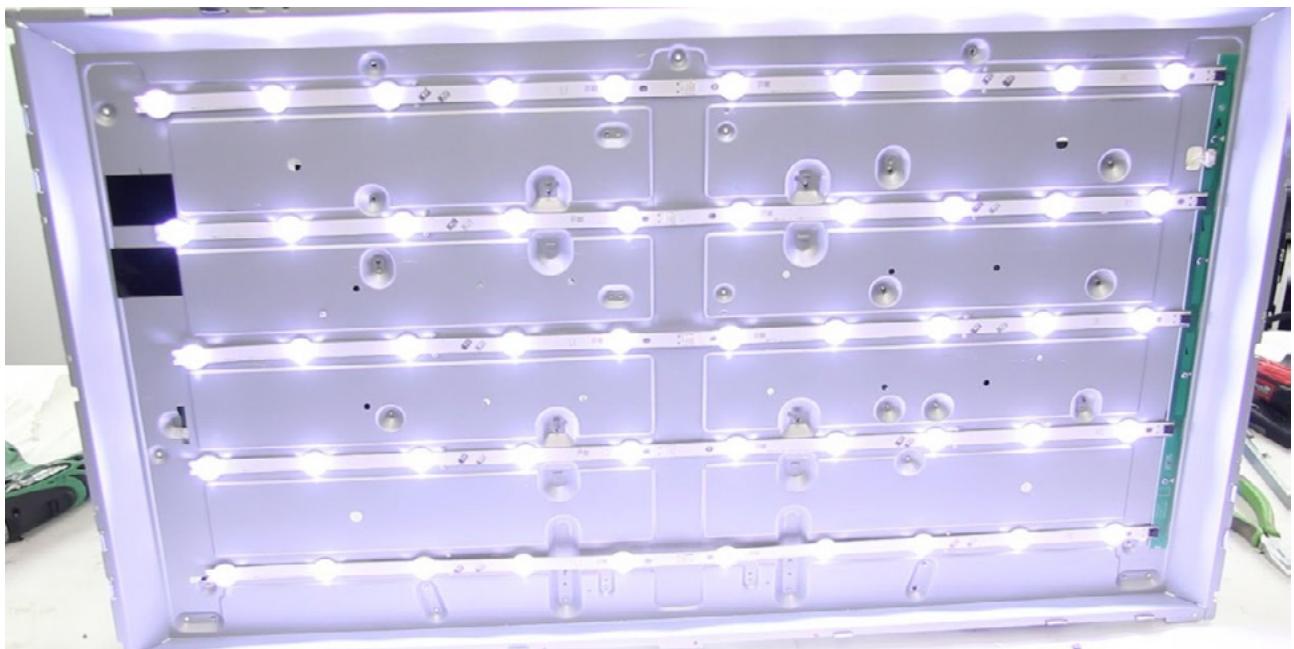


Figura 1

Este sistema é usado em alguns televisores Samsung. As três barras de LEDs estão em série. Se uma das barras queimar, as outras não acendem. Uma das pontas da série recebe uma tensão de 230V da fonte. A outra ponta vai ligada no circuito limitador de corrente e controle de brilho formado por R1 (resistor limitador de corrente), L1 e os chaveadores Q1 e Q2 em paralelo para dividir a corrente. D1 e C1 formam um circuito “snubber”. IC1 gera um PWM de dezenas de KHz para os gates de Q1 e Q2 via R2 e D3. Quando os gates estão em nível alto, os transistores conduzem, passa corrente crescente pelas barras de leds e por L1 que armazena uma energia magnética. Quando os transistores cortam, L1 gera uma tensão alta positiva nos drenos, fazendo D1 conduzir e descarregar a energia de L1 em C1 e na linha de alimentação, reduzindo a corrente nos leds que começam a apagar. Daí Q1 e Q2 conduzem e o ciclo reinicia. Então os leds acendem e apagam com uma corrente dente de serra proporcionada pela bobina e o brilho que enxergamos deles é o valor médio desta corrente. O controle de brilho DIM é um sinal PWM de baixa frequência em torno de 500 Hz com ciclo variável. Quanto maior o ciclo ativo, mais tempo o circuito funciona e maior é o brilho médio dos LEDs (figura 2).

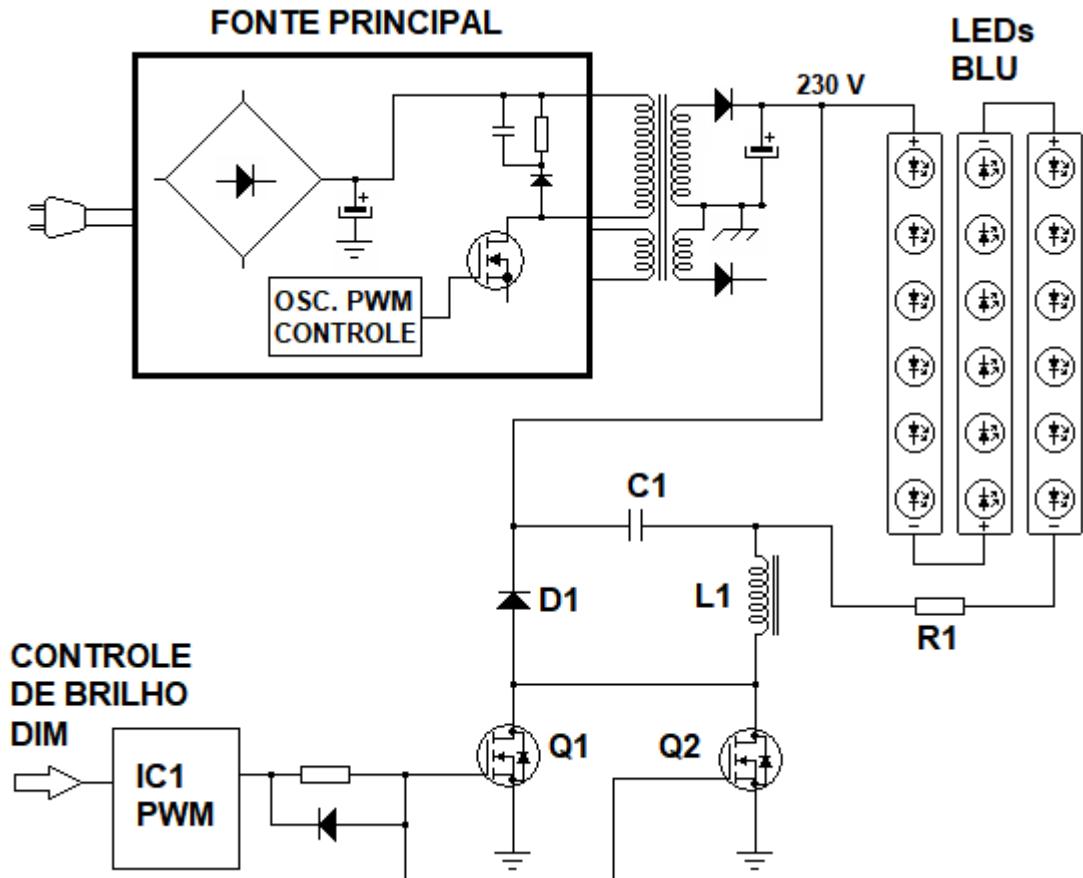


Figura 2

Veja como identificar as ligações no conector desta TV na figura 3.

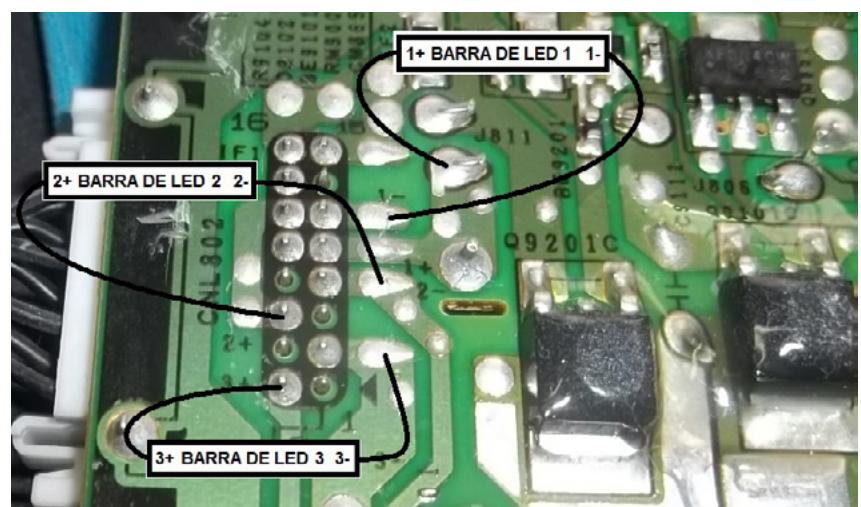


Figura 3

O backlight deste televisor é formado por três barras de LEDs ligadas em série: barra 1 (1+ e 1-), barra 2 (2+ e 2-) e barra 3 (3+ e 3-). Os dois maiores transistores que aparecem na foto formam o chaveador das barras de LEDs e a velocidade de comutação deles determina o brilho do backlight e da tela por consequência.

2. LIGAÇÃO DAS BARRAS EM PARALELO (FIGURA 4)

O terminal positivo das barras de LED recebe a mesma tensão da fonte ou conversor DC-DC, normalmente um valor baixo (entre 24 e 70 V). O gerador de PWM do conversor costuma ser um PF7900. O negativo das barras sofre um controle individual através de um CI PF7700.

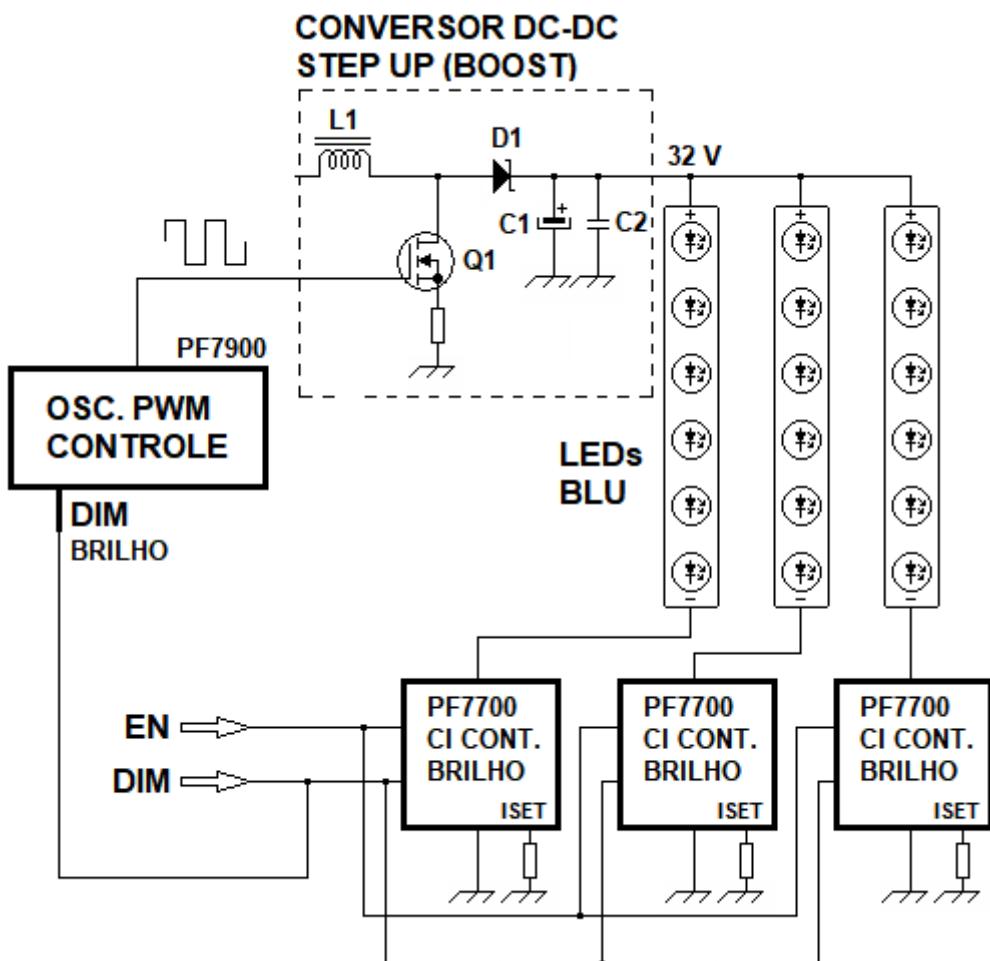


Figura 4

Tal CI possui um mosfet chaveador interno que pode trabalhar com tensão de até 70 V e controlar corrente dos LEDs até 240 mA. Cada barra possui um PF7700 para controle de brilho. Os CIs são controlados pelos pinos DIM (brilho) e EN (liga/desliga) ao mesmo tempo. O pino ISET tem um resistor para ajustar a corrente que o CI deixa passar pela barra e desta forma o brilho dos LEDs. Veja um exemplo de circuito de exemplo na figura 5.

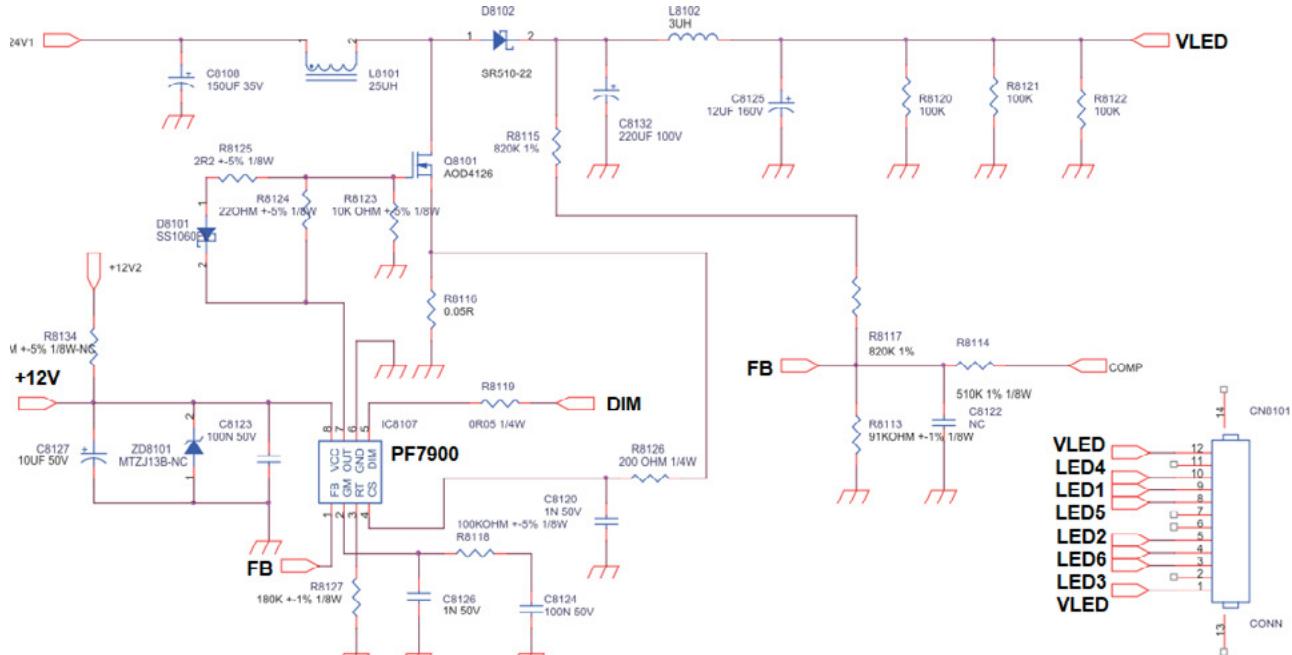


Figura 5

O CI PF7900 gera um sinal de PWM que chaveia o MOSFET do conversor DC-DC de 32 V. Esta tensão alimenta o terminal positivo das barras de LEDs neste esquema indicado por VLED. Há dois terminais VLED no conector e seis barras de LEDs no backlight desta TV. Os terminais LED1 ao LED6 correspondem ao negativo das barras e são controlados individualmente pelo circuito da figura 6.

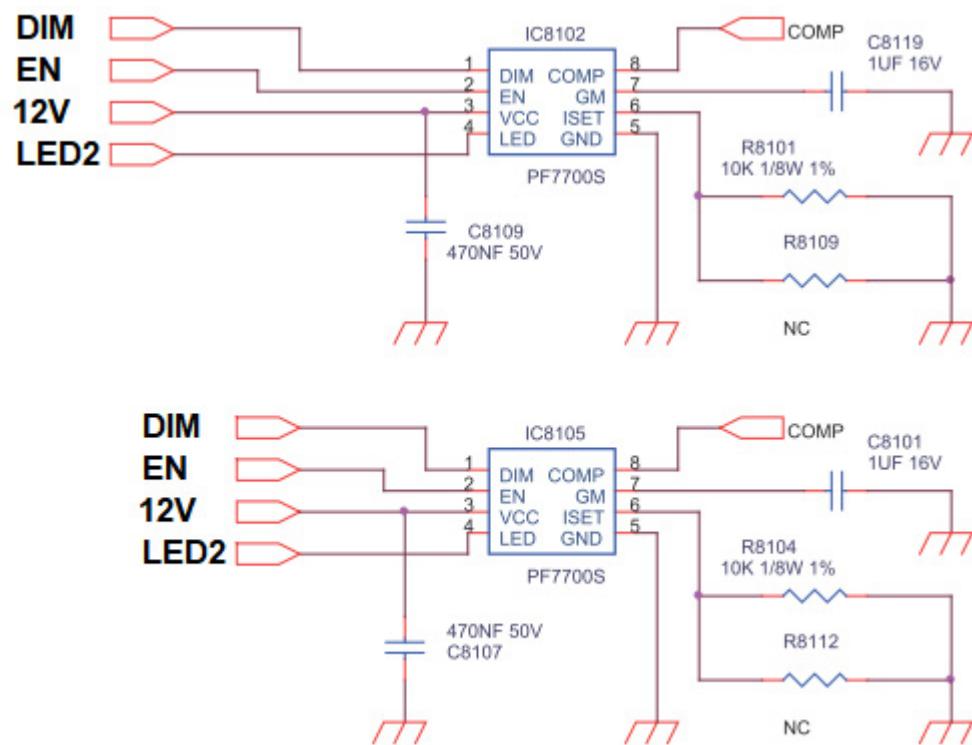


Figura 6

O desenho tem apenas duas barras de LEDs representadas, porém o funcionamento das outras quatro é exatamente o mesmo. Como podemos observar, o terminal negativo vai ligado num MOSFET interno do CI PF7700 (pino 4). Tal MOSFET chaveia e controla a corrente nos LEDs. O controle de brilho atua no pino 1 e o liga/desliga no pino 2 do CI. O resistor de ajuste de brilho do barramento vai ligado no pino 6. Quanto maior o seu valor, menor a corrente no barramento e vice-versa (figura 7).

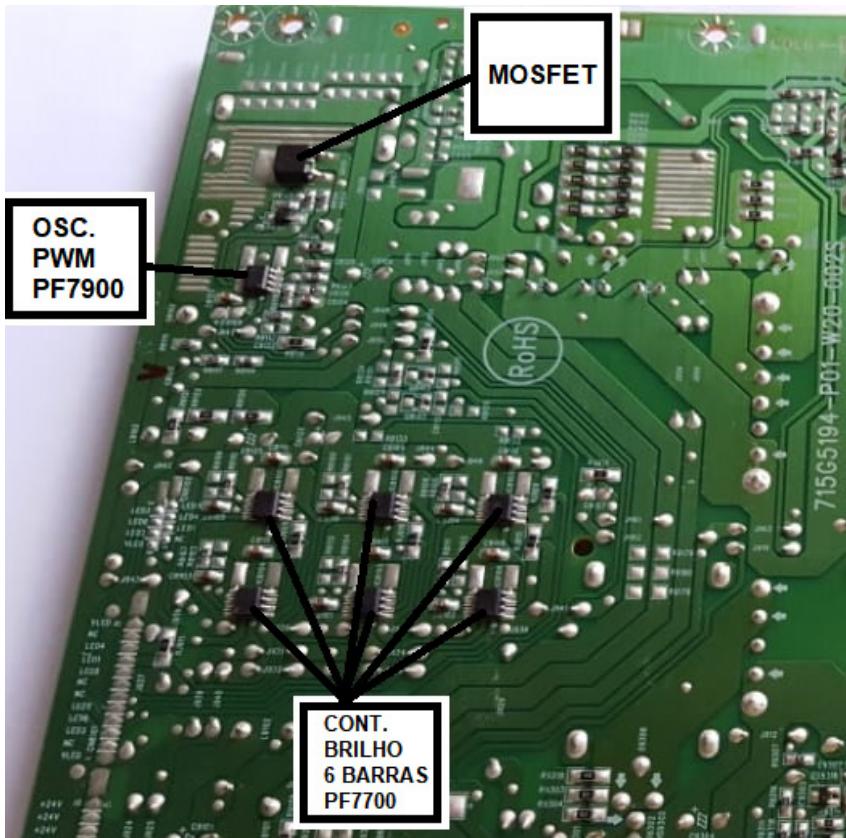


Figura 7

Como visto este CI pode controlar corrente de até 240 mA, possui circuito interno de proteção que desliga o barramento em caso de curto (SLP), abertura (OLP) e superaquecimento (OTP) dos LEDs.

O CI PF7900 é o oscilador de PWM que chaveia o MOSFET do tipo SMD para a produção do +B de 32V. Esta tensão alimenta o terminal positivo das seis barras de leds no pino VLED. Os terminais negativos (LED1 ao LED6) estão conectados aos seis CIs PF7700 do tipo SMD assim como o MOSFET e o PF7900.

3. BARRAMENTO DE LEDS USANDO APENAS DOIS TERMINAIS

Nos televisores de telas pequenas ou médias, como por exemplo 32", o barramento de LEDs costuma ter dois terminais: O positivo ligado no conversor DC-DC e o negativo conectado num MOSFET controlado pelo mesmo CI oscilador de PWM. Em vários casos o MOSFET do controle de brilho fica dentro do CI oscilador de PWM. Observe este exemplo do televisor LG chassis LJ7 (figura 8).

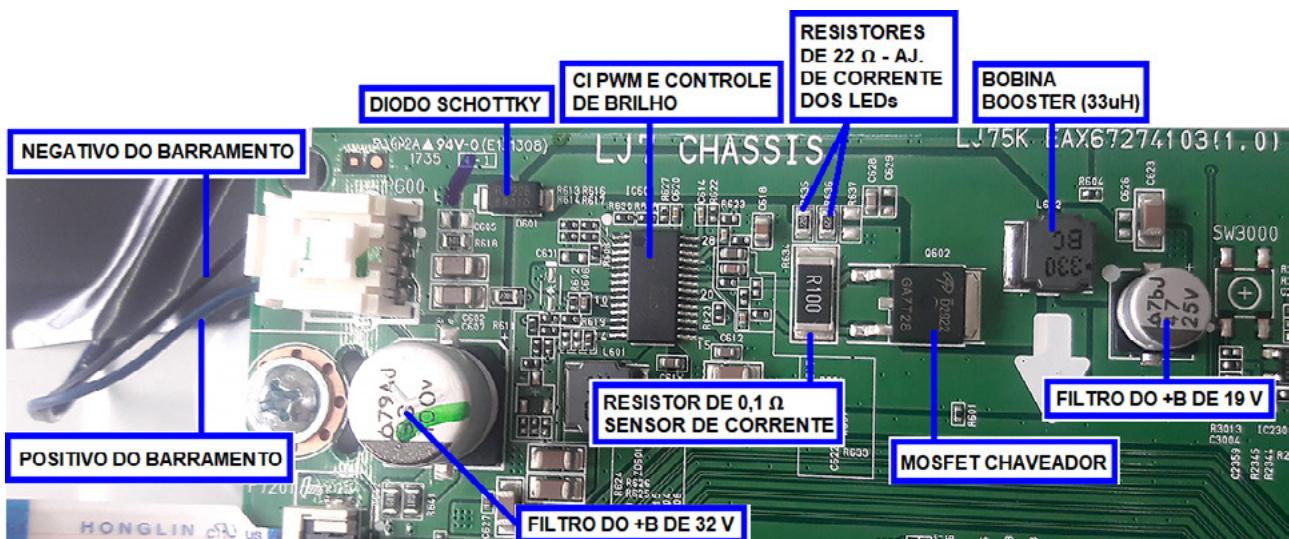


Figura 8

Neste circuito a tensão de 19 V proveniente da fonte passa pelo conversor DC-DC formado pela bobina booster, diodo retificador do tipo “schottky”, MOSFET chaveador e o CI oscilador de PWM. Após o diodo retificador temos 32 V no terminal positivo do barramento de LEDs. O terminal negativo está ligado no MOSFET controle de brilho interno ao CI. Quando o televisor está em standby, o conversor DC-DC não funciona e temos apenas 19 V no terminal positivo do barramento. Da mesma forma quando um LED queima (entra em curto ou abre), o oscilador de PWM também para de funcionar e temos apenas 19 V no terminal positivo do barramento. No terminal negativo podemos ter 19 V se o barramento estiver em curto ou perto de 0 V se estiver aberto.

ROTEIRO DE TESTES NO CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO DOS LEDS (CONVERSOR LED)

1. Meça a tensão no terminal positivo do barramento

Aí devemos ter a tensão nominal do barramento para aquele televisor. As tensões ficam entre 15 e 250 V dependendo do tipo de barramento. Veja na figura a seguir o teste da tensão do barramento de uma TV Samsung modelo 40J5500. Nesta TV desligando a fonte da placa principal o brilho do backlight fica no máximo caso esteja funcionando. Se houver 230 V ou próximo, a fonte está boa. Tensão menor, a fonte pode estar com defeito ou o backlight com LED em curto. Desligue o conector do backlight e veja se a fonte fica acima de 230 V. Se ocorrer, o backlight está em curto. Tensão acima de 230, por exemplo 280 a 300 V, indica backlight com LED aberto (figura 9).



Figura 9

Para descobrir o barramento aberto nesta TV use o procedimento a seguir:

Meça a tensão entre os pinos 1+ e 1- (1^a barra), depois entre 2+ e 2- (2^a barra) e por fim entre 3+ e 3- (3^a barra). Em cada par devemos ter entre 20 e 45V como na figura 10.

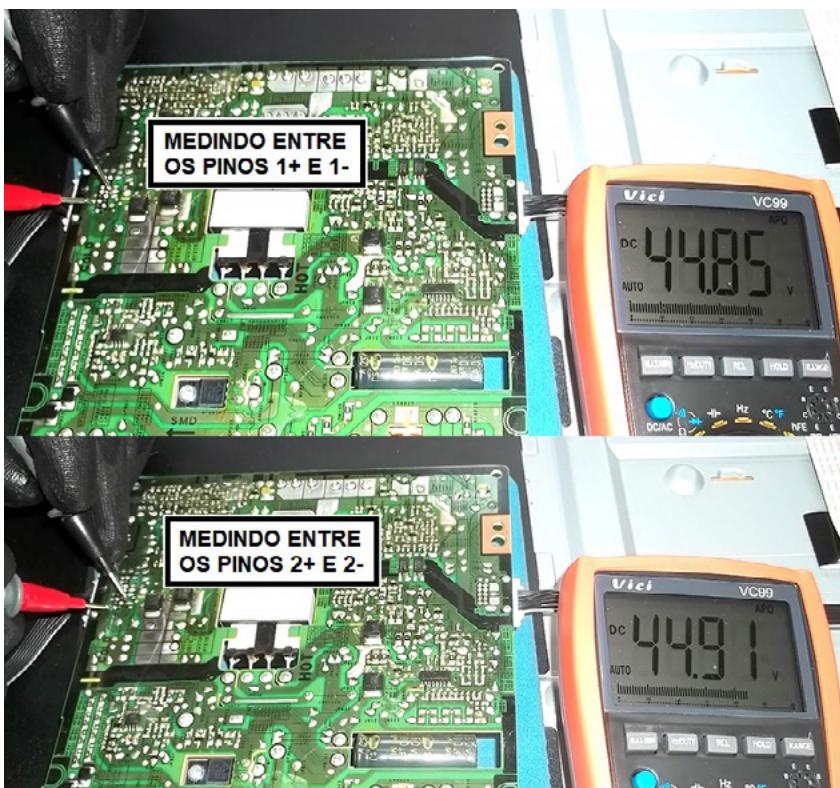


Figura 10

Se encontrarmos em algum par, por exemplo, 1+ e 1- uma tensão bem alta por exemplo 280, 290 V, a barra ligada neste par está queimada. Se entre 1+ e 1- por exemplo encontrarmos 0 V ou tensão muito baixa, uma das barras na sequência desta (2+ e 2- ou 3+ e 3-) está queimada. Lembre-se: um resistor (ou barras de LEDs) aberto fica com toda a tensão do circuito entre seus terminais.

No televisor LG chassis LJ7 o qual possui apenas dois terminais para o backlight, medimos a tensão no terminal positivo. Esta medida também pode ser feita no positivo do eletrolítico de filtro ou no catodo do diodo "schottky". O normal é 32 V como visto na figura 11.

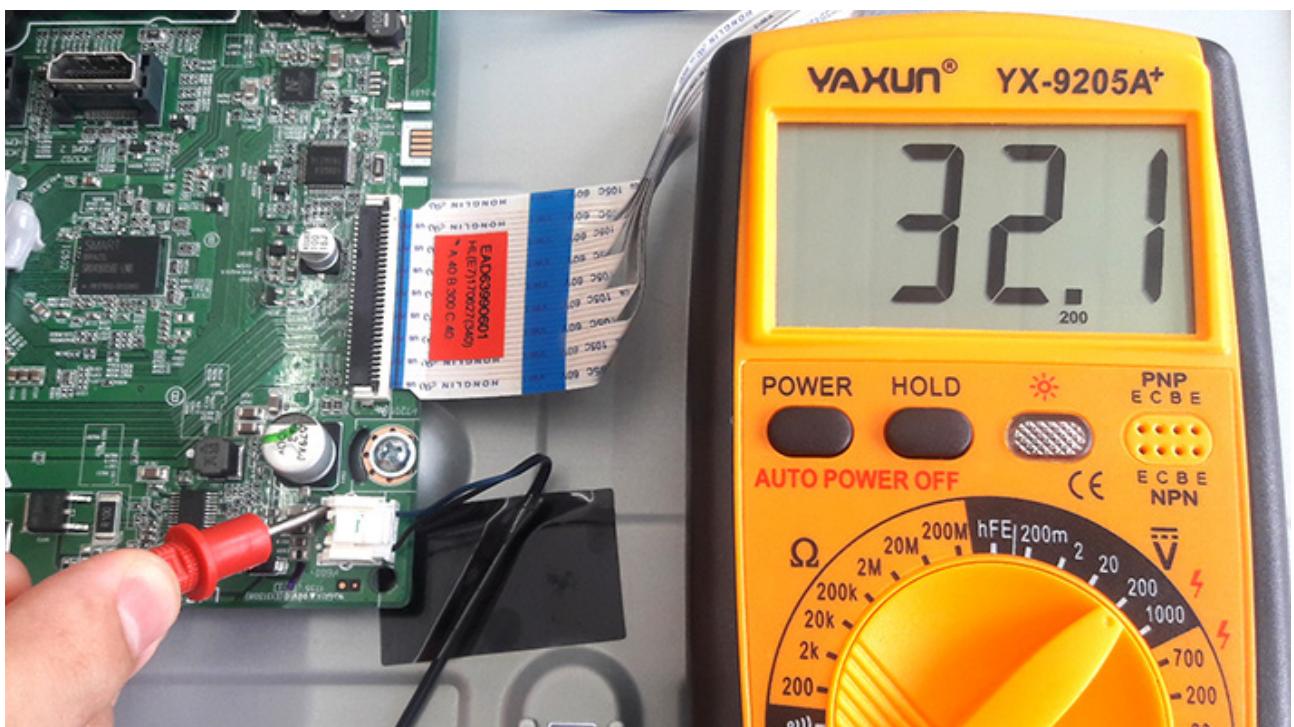


Figura 11

Em standby, teremos 19 V neste ponto, pois o CI gerador de PWM não funciona e o conversor DC-DC fica desligado. Se encontrarmos menos de 19 V, o conversor pode estar com defeito, mas desliguemos o conector do backlight para ver se a tensão normaliza. Se sim, o barramento de LEDs está em curto. Se a tensão neste ponto for a mais de 32 V e depois cair até 19 V, o barramento pode ter algum LED aberto e será necessário testá-lo.

2. Meça a tensão no terminal negativo do barramento

Se tiver vários barramentos controlados individualmente, seja por CI, MOSFET ou transistor bipolar, devemos medir a tensão em um por um no negativo destes barramentos.

Devemos encontrar uma tensão bem menor que no terminal positivo e que varia com o controle de brilho no menu da TV. Em geral, a tensão nos terminais negativos dos barramentos varia de 1 a 120 V, dependendo da TV. Na TV Samsung 40J5500 mostrada neste exemplo, o positivo dos barramentos funciona com 230 V e o negativo entre 115 e 150 V, como visto na figura 12.

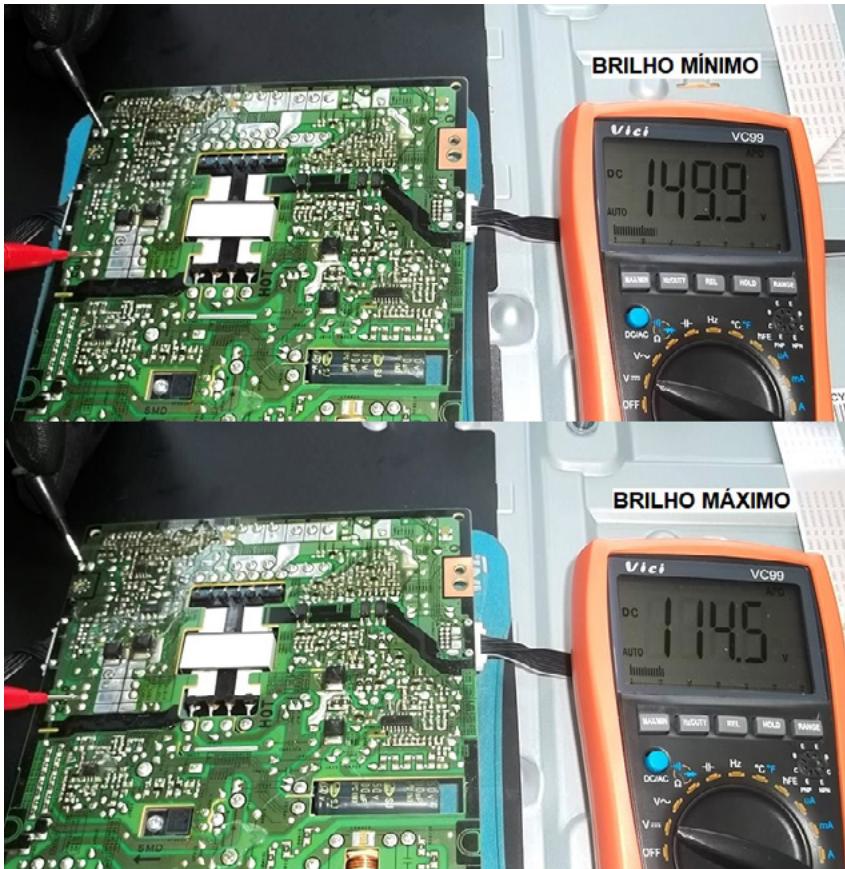


Figura 12

Neste caso a diferença de potencial entre os terminais (+) e (-) das barras varia entre 80 V (mínimo brilho) e 115 V (máximo brilho). Na TV LG chassis LJ7 varia entre 1,2 e 2,5 V como visto na figura 13.

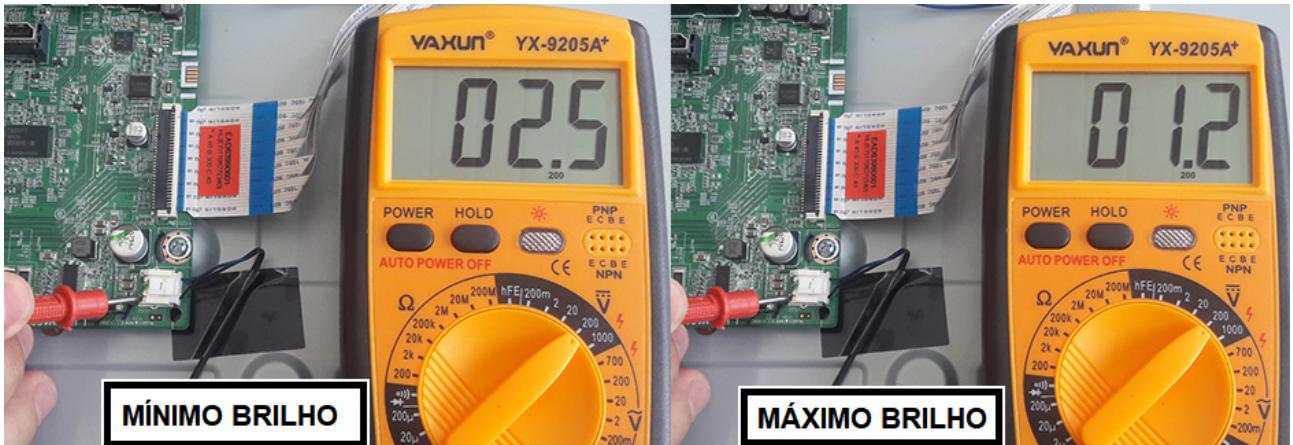


Figura 13

Se não houver tensão no terminal negativo do barramento, algum LED está aberto. Devemos testar um por um dos LEDs, se possível substituir o danificado e se não for possível, substituir o barramento defeituoso por inteiro. Se houver tensão muito alta no negativo do barramento, podemos ter um barramento com defeito (LED em curto), o circuito que controla o brilho com defeito ou desligado devido à algum barramento em curto. Se o televisor usa os barramentos controlados individualmente e

é fácil de descobrir, basta ver os terminais no conector indicados como LED1, LED2 ou LD1, LD2, etc, desligue a TV, desconecte o backlight da placa da TV e meça as resistências a frio em cada pino do barramento em relação ao terra comparando aquele que deu tensão errada com os outros. Se um deles der resistência diferente, o circuito de controle de brilho daquele barramento (Cl, MOSFET ou transistor bipolar) está com defeito. Se todos derem a mesma resistência, tente conectar outro barramento naquele pino do conector que deu tensão diferente e meça a tensão nele novamente. Se agora a tensão normalizar, temos um barramento com defeito (LED em curto por exemplo). Se a tensão permanece errada naquele pino o defeito é no circuito do controle de brilho.

3. FLUXOGRAMA DE TESTES E CONSERTOS NO CIRCUITO DO BACKLIGHT LED

Para um melhor entendimento de quais etapas precisam ser seguidas no teste e conserto do circuito do backlight LED, temos um fluxograma na figura 14.

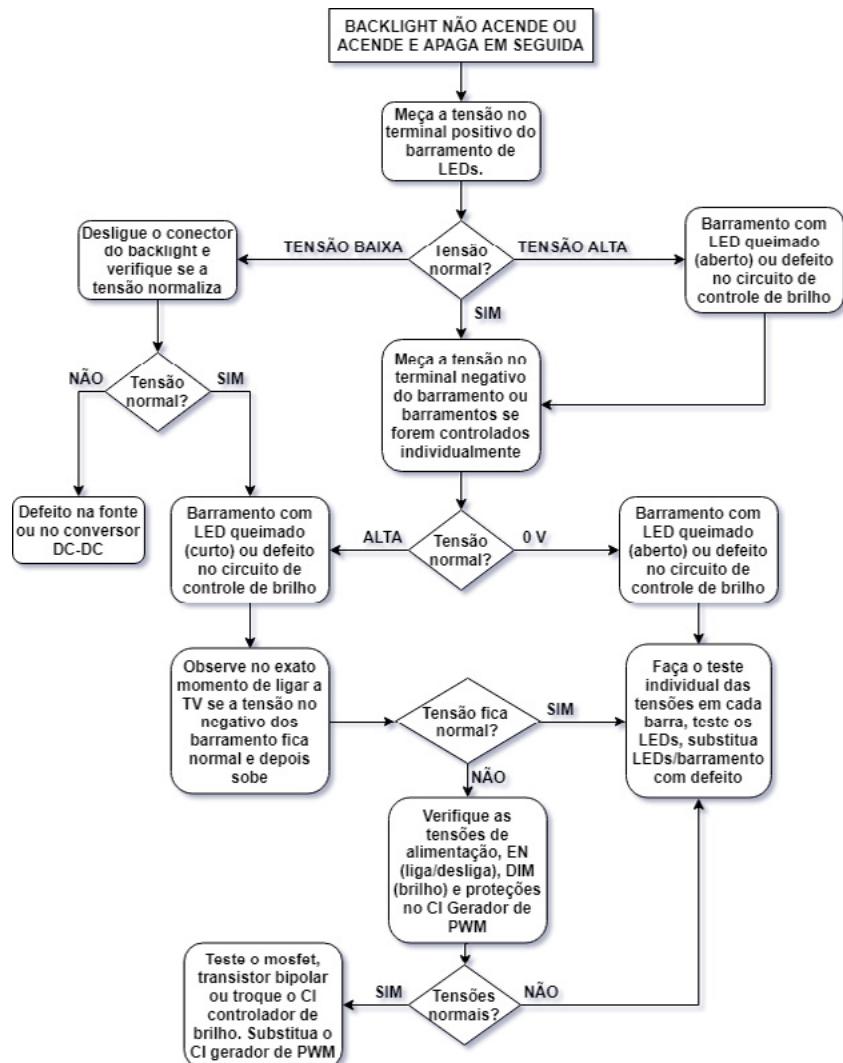


Figura 14

4. COMO TESTAR OS BARRAMENTOS E OS LEDS INDIVIDUALMENTE

Usaremos uma fonte de tensão contínua que se ajusta às tensões de funcionamento dos barramentos e LEDs encontrados no mercado. Há LEDs de 2 a 6 V e barramentos de 12 a 250 V conforme explicado. Estas fontes podem ser montadas para testes em backlights de LEDs de todas as marcas e modelos de TV. Na figura 15 temos o teste de um barramento triplô com 54 LEDs organizados em grupos de 18. Os anodos dos três conjuntos são ligados no pino (+) e os catodos ligados em separado nos pinos (-). O barramento possui 4 pinos desta forma, 1 (+) e 3 (-).



Figura 15

Importante: Não toque nas ponteiras com o aparelho ligado!!!

As ponteiras do multímetro podem ser colocadas em paralelo com as ponteiras do testador para medir a tensão das barras ou leds individuais. Também observe a polaridade das ponteiras e do barramento para testar. A vermelha vai no positivo e a preta no negativo das barras ou conjuntos. Em caso de não haver marcação, vai testando até descobrir a polaridade. Observe na figura 16, o teste de um LED individual o qual pode ser feito em vários modelos de barramentos. Em outros não é possível testar diretamente.

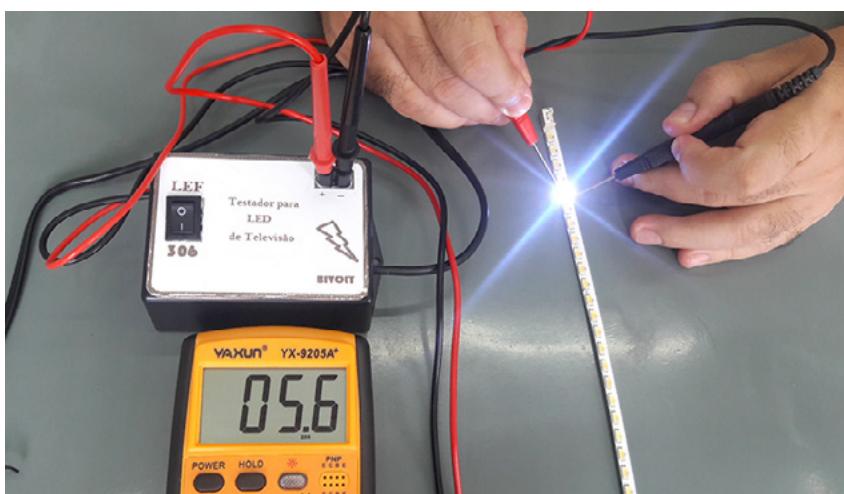


Figura 16

No caso deste barramento, como cada conjunto de LEDs funciona com 100 V e são 18 no total, a tensão individual é VLED = $100/18 = 5,6$ V (aproximadamente) como mostrado na foto. Neste barramento temos duas alternativas: Podemos testar os LEDs, um a um e se algum deles não acender, o barramento está com LED queimado ou podemos testar em grupos. Ele possui 4 pinos, 1 (+) e 3 (-), como não estão marcados na barra, colocamos a vermelha fixa num pino e a preta nos outros. Se acender os três conjuntos a barra está boa. Se não acender, passamos a vermelha para outro pino e repetimos o teste até acender os grupos. Se não acender, a barra está queimada.

Na figura 17 temos o teste de outra barra usada em vários modelos de TV com os LEDs recobertos por um acrílico.

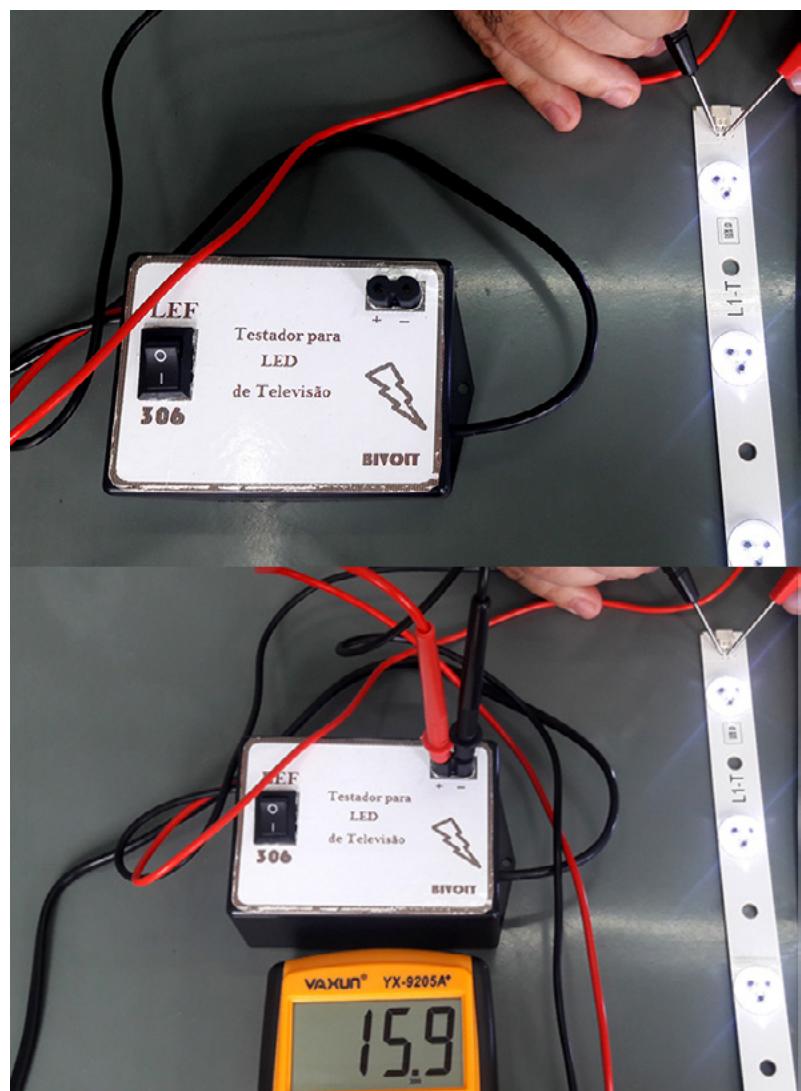


Figura 17

Como vimos, podemos usar o aparelho com e sem o multímetro. Esta barra funciona com 16 V. Como possui 6 LEDs, cada um funciona com VLED = $16/6 = 2,7$ V aproximadamente. Esta barra já não permite o teste individual dos LEDs e se ela estiver queimada, não é difícil de encontrar no mercado para a troca. Na figura 18 temos o teste do barramento da TV LG LJ7. Na figura 17 temos o teste de outra barra usada em vários modelos de TV com os LEDs recobertos por um acrílico.

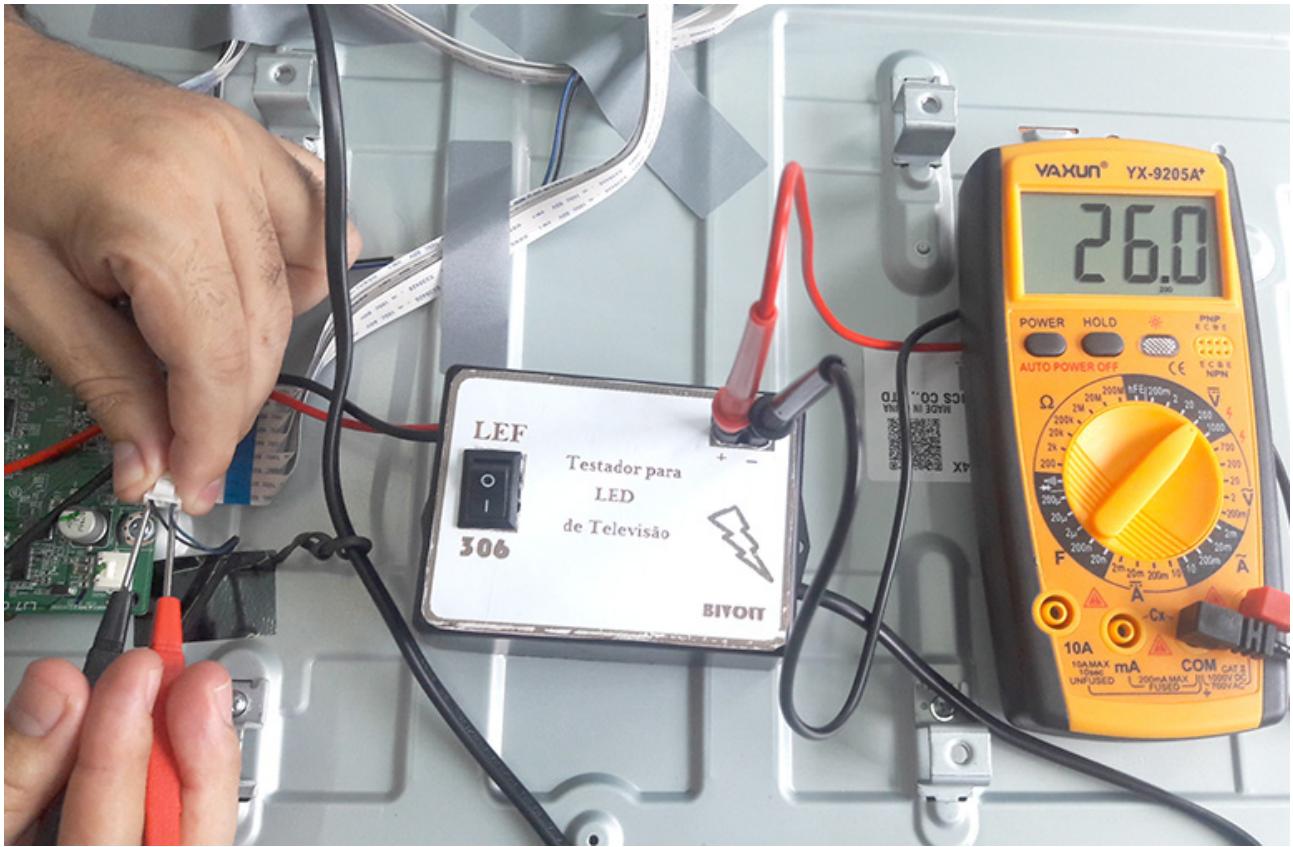


Figura 18

Neste caso o barramento funciona com 26 V no testador e na TV ele será submetido a tensões entre 29,5 e 30,8 V dependendo do brilho. Mas pode dar uma tensão um pouco menor no testador e a do circuito ser maior? Pode porque o brilho do LED depende mais da corrente que passa por ele do que da tensão. Então posso aplicar uma tensão maior no LED desde que o resistor ou resistência em série com ele permita a circulação da corrente dentro da faixa de funcionamento.

5. ESQUEMA DE UM TESTADOR DE BACKLIGHT

O conector U2 será onde colocaremos as ponteiras de teste sendo o terminal (+) ligado no terminal positivo das barras de leds. A vantagem deste simples testador é que podemos testar tanto leds individuais como barramentos independente da tensão de funcionamento e o resultado será o mesmo. Os resistores R2 e R3 são mantidos com a rede de 110/127 V (figura 19).

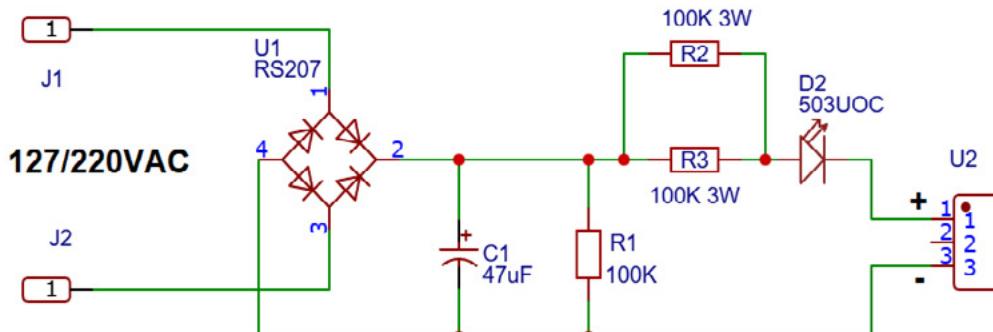


Figura 19

Para a rede de 220 V devemos retirar um destes dois resistores. O capacitor de filtro deve ser de 350 ou 400 V. O led D2 pode ser de qualquer cor. Na figura 20 temos o desenho da placa do testador.

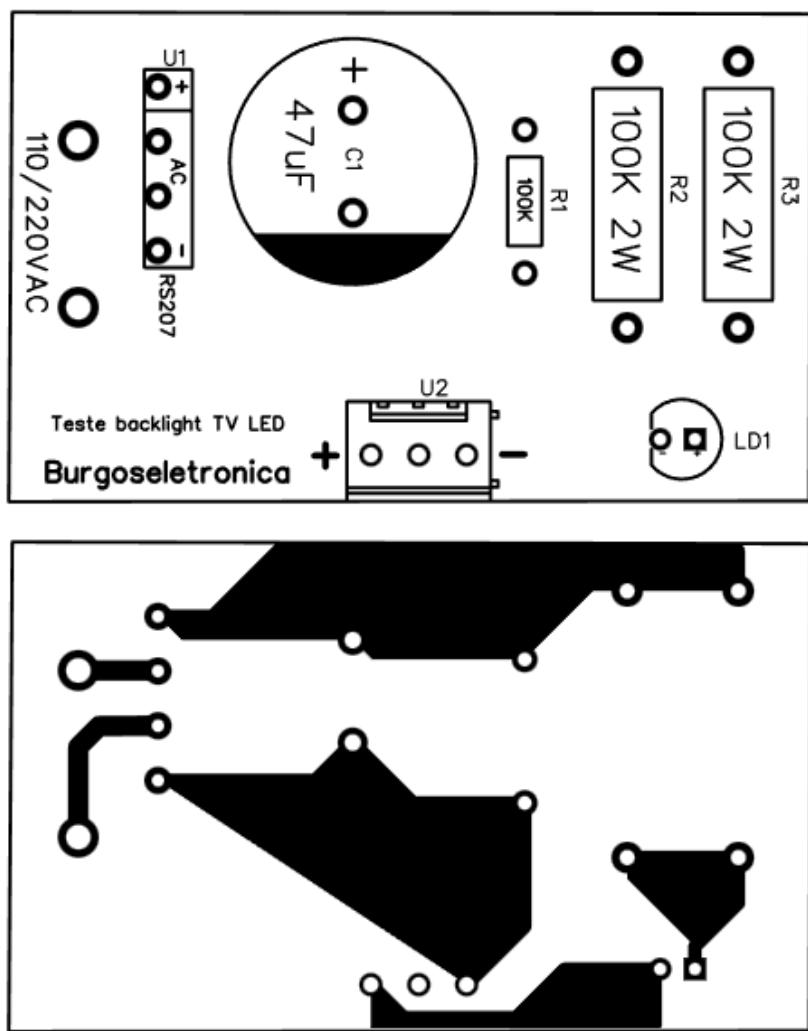


Figura 20

LISTA DE MATERIAIS

- 1 Cabo de força
- 2 Ponteiras de multímetros
- 1 Borne de três pinos
- 1 Ponte retificadora RS207 ou similar de 1 A ou mais
- 1 Capacitor eletrolítico de 47 μ F x 350 ou 400 V
- 1 Resistor de 100 K x 1/4 W
- 2 Resistores de 100 K x 3 W
- 1 Led de 5 mm de qualquer cor

A **Burgoseletronica Ltda** vende cursos e livros técnicos neste endereço:

<http://burgoseletronica.com.br>

Canal no YouTube: www.youtube.com/c/Burgoseletronica05

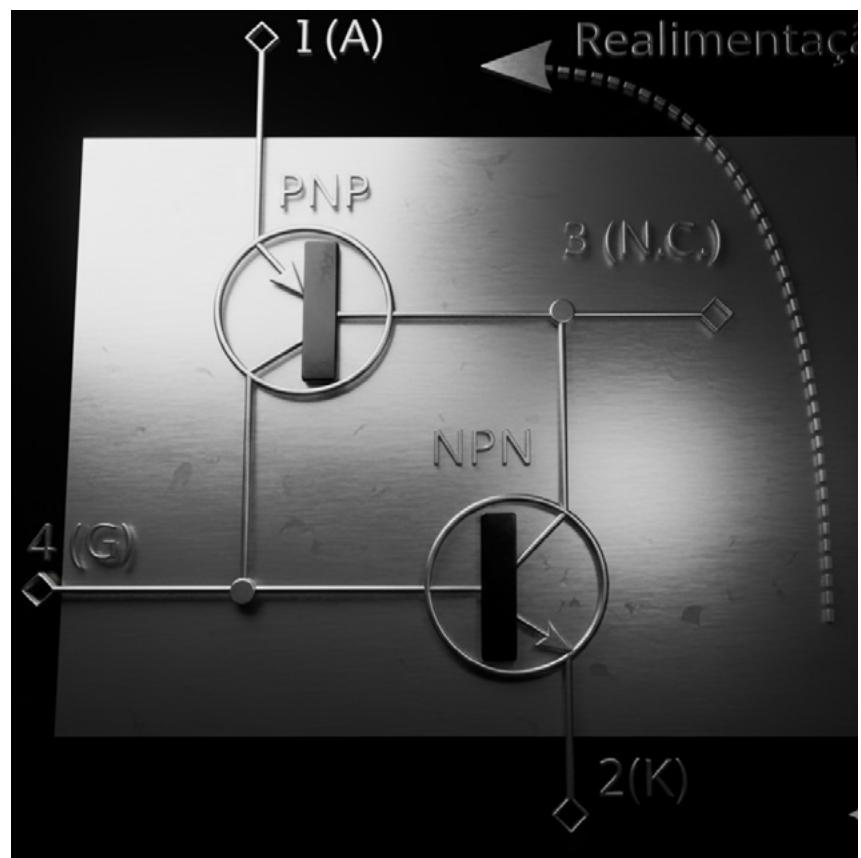
No QR code que acompanha o artigo temos alguns testes realizados no circuito do backlight de uma fonte usada em televisores da Philips de 42 e 46 polegadas.

A História da Eletrônica

Acompanhe em seu tocador de podcast preferido a saga da História da Eletrônica narrada pelo Prof. Newton C. Braga.



Toda semana um novo episódio



CONCEITOS DE MODULAÇÃO DIGITAL

≡ Newton C. Braga

Equipamentos de telecomunicações digital em geral, comunicação de dados, WLANs, IoT, controles remotos, sistemas de aquisição e monitoramento de dados são alguns exemplos de aplicações da modulação digital. Se você é engenheiro formado há mais de 10 anos ou profissional da área, certamente pode não estar atualizado sobre o assunto. As tecnologias de modulação de sinais digitais evoluíram rapidamente e você pode ter ficado para trás. Isso significa que uma abordagem didática do assunto, reciclando seus conhecimentos ou atualizando-os pode ser de

grande utilidade na sua vida profissional. Nesse artigo vamos relembrar alguns conceitos da modulação digital e tratar dos mais novos.

Nota: O primeiro artigo desta série é de 2008. Desde então surgiram muitos avanços nessas tecnologias os quais abordamos nessa nova versão do artigo.

Nos velhos tempos quando se falava em telecomunicações, as técnicas de modulação usadas eram poucas, com ênfase na modulação analógica. A modulação em amplitude, frequência e fase eram as mais estudadas e as demais encontravam uma gama de aplicação muito mais restrita.

Evidentemente, no rádio AM e FM atuais, na televisão analógica, ainda temos as técnicas tradicionais, mas certamente não será muito tempo.

Os tempos mudaram e as técnicas de modulação digital passaram a ser muito importantes, sendo usadas numa infinidade de aplicações práticas. Para que o leitor relembrar as técnicas de modulação, vamos começar justamente falando das analógicas.

MODULAÇÃO ANALÓGICA

Se bem que gradualmente estejam sendo deixadas em segundo plano, as técnicas de modulação analógica ainda são importantes, devendo ser estudadas. As duas principais técnicas de modulação ainda usadas em nossos dias são a AM e FM.

AM – AMPLITUDE MODULADA OU MODULAÇÃO EM AMPLITUDE

Conforme mostra a figura 1, nessa modalidade de modulação, temos uma portadora de alta frequência cuja intensidade ou amplitude varia conforme um sinal de baixa frequência, normalmente voz, música ou som de qualquer tipo.

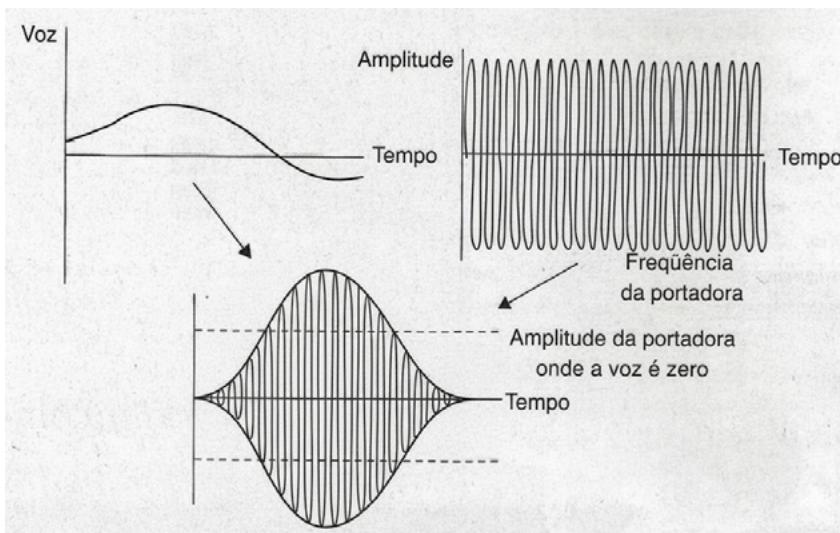


Figura 1 – Modulação em amplitude

O principal problema que os sinais modulados dessa forma apresentam é a sua sensibilidade ao ruído. Também temos de considerar o espalhamento da frequência emitida que reduz o aproveitamento da potência transmitida.

FM – FREQUÊNCIA MODULADA OU MODULAÇÃO EM FREQUÊNCIA

Nesse caso, o que varia é a frequência de um sinal portador de alta frequência em função das variações da amplitude de um sinal modulador de baixa frequência, conforme mostra a figura 2.

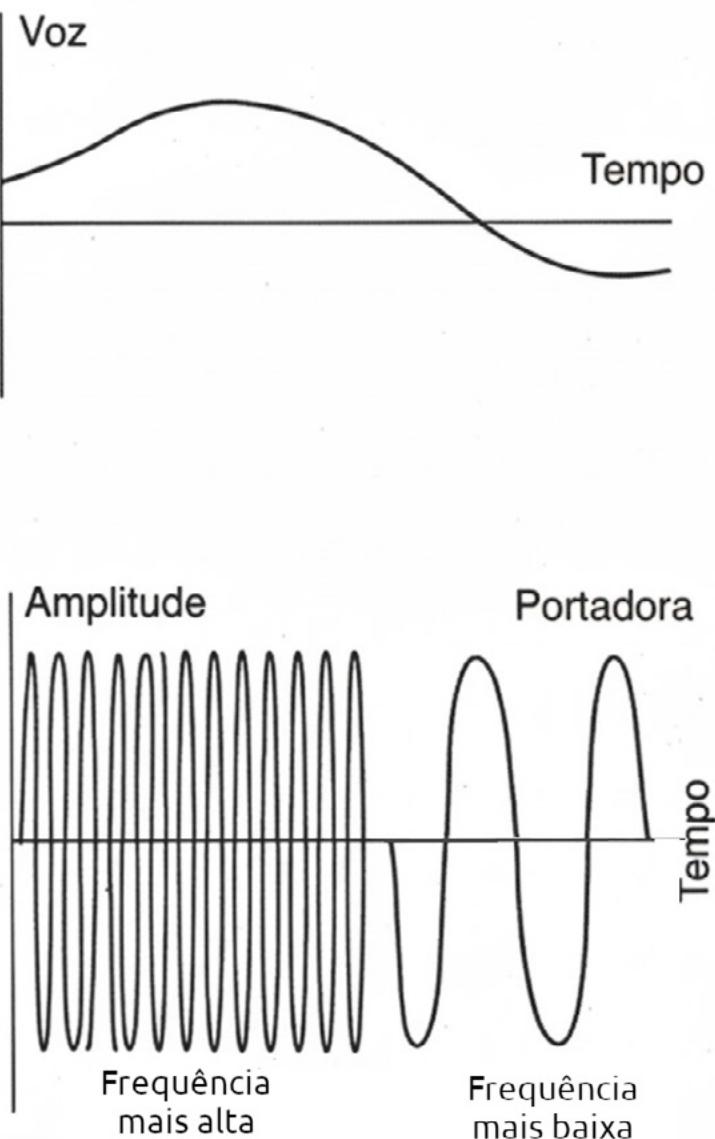


Figura 2 – A modulação em frequência

A vantagem principal desse tipo de sinal é que se pode fazer a recuperação do sinal modulador simplesmente detectando-se a passagem por zero do sinal modulado. Trata-se também de um sistema menos sensível à ruídos e variações da intensidade do sinal. Variações da amplitude não causam alterações na amplitude do sinal recuperado.

MODULAÇÕES DIGITAIS

Muitas técnicas são empregadas para se modular digitalmente um sinal, ou seja, fazer com que ele transporte informações na forma digital. Nesse ponto é importante distinguir bem o que é demodulação de um

sinal e o que é detecção de um sinal. Demodular um sinal é remover a portadora. Detectar é o processo de se retirar a informação que um sinal modulado contém. A detecção pode ser de dois tipos: coerente e não coerente.

Na detecção coerente, o receptor usa a fase da portadora para detectar o sinal. Na detecção não coerente, a fase não é importante para detectar o sinal. Nessa técnica, o receptor pode ser menos complexo, mas sua performance é pior. As diversas técnicas de modulação digital usadas atualmente se enquadram num ou outro grupo, ou podem usar os dois esquemas, conforme detalhamos a seguir:

PSK – Phase shift Keying – coerente

FSK – Frequency Shift Keying – coerente e não coerente

ASK – Amplitude shift Keying – coerente e não coerente

CPM – Continous Phase Modulation – coerente e não coerente

Híbrido – coerente e não coerente

Modulação Binária

Para a modulação binária podem ser usadas diversas técnicas.

ASK – AMPLITUDE SHIFT KEYING

Trata-se do processo mais simples de se enviar dados digitais. Nesse processo, como o nome diz “chaveamento da amplitude”, o que se faz é ligar e desligar o sinal de modo que ele represente zeros e uns. Podemos dizer que a telegrafia (CW) usada nos velhos tempos da comunicação sem fio usa esse tipo de modulação.

Na telegrafia, que seria o primeiro processo de modulação digital, o “keying” do nome do processo pode ser associado diretamente a um manipulador telegráfico.

FSK – FREQUENCY SHIFT KEYING

O Chaveamento da frequência consiste numa outra técnica de modulação binária. No FSK o que se faz é representar zeros e uns por duas frequências diferentes, conforme mostra a figura 3.

Assim, temos constantes mudanças da frequência representando os dados que devem ser enviados. O “shift” indica o deslocamento constante de uma para outra frequência. Nos antigos modems FSK e na gravação de dados em fita cassete dos primeiros microcomputadores era usado esse processo.

Eram gravados pulsos de 400 e 1000 Hz para representar os zeros e uns, resultando num ruído característico que muitos devem se lembrar.

Observe pelas formas de onda do sinal FSK que ele é, na realidade, modulado por duas frequências, mas ciclo a ciclo.

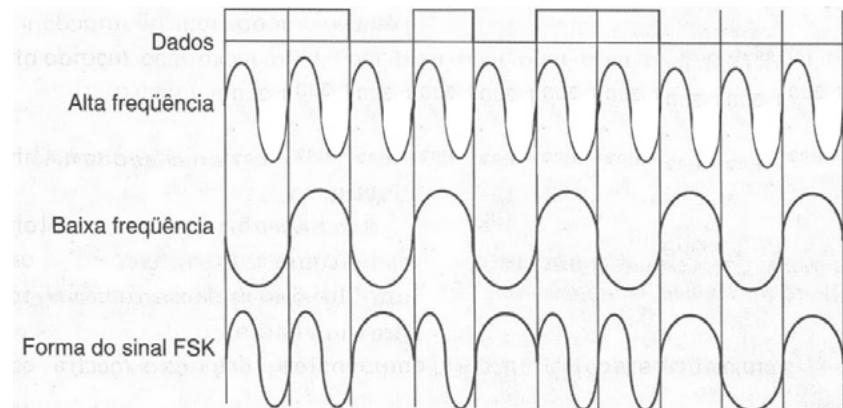


Figura 3

PSK – PHASE SHIFT KEYING

Chaveamento do deslocamento de fase é o nome do processo, traduzido para o português. O que se faz é chavear a fase de um sinal portador conforme os dados, obtendo-se assim a forma de sinal da figura 4.

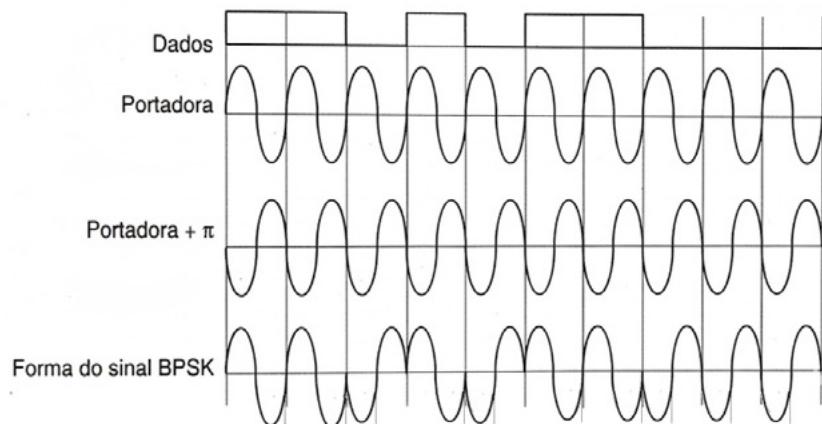


Figura 4

Num diagrama em que temos fase e amplitude, ou seja, num diagrama Q/I, temos a representação dos níveis lógicos transmitidos, conforme mostrado na figura 5.

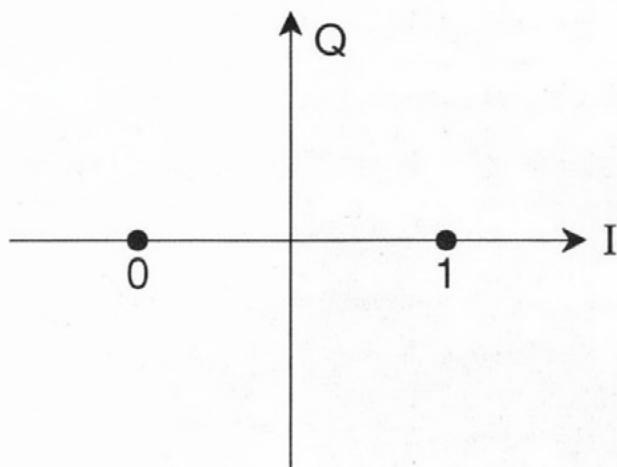


Figura 5 - A modulação FSK

Veja que os dois sinais, que representam zero e um, estão defasados de 180° . Esse tipo de modulação pode ser usado com sinais senoidais e é simples de implementar. Além disso, sua robustez permite que ele seja utilizado em sistemas críticos como, por exemplo, em comunicações via satélite.

QPSK – QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING

Com o chaveamento de fase em quadratura pode-se enviar dois bits simultaneamente em cada ciclo do sinal, o que torna esse sistema bastante interessante em termos de eficiência. Na figura 6 temos a representação do sinal num diagrama Q/I.

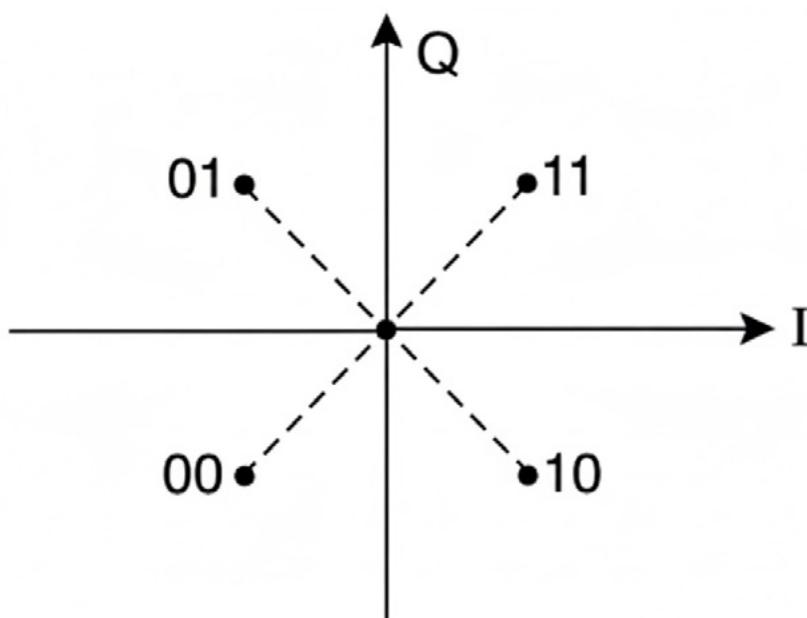


Figura 6 – Modulação QPSK

Veja que nesse tipo de modulação trabalhamos ao mesmo tempo a fase e a intensidade do sinal, sendo que a saída consiste na soma de sinais cossenoidais e senoidais. Se bem que a eficiência espectral desse sistema seja maior, a implementação de um receptor é mais complexa.

No entanto, com os recursos da tecnologia moderna isso pode ser obtido com facilidade.

MSK – MINIMUM SHIFT KEYING

Trata-se de uma forma de FSK em que temos o espaçamento mínimo entre duas frequências de modo que elas sejam ortogonais, conforme mostra a figura 7.

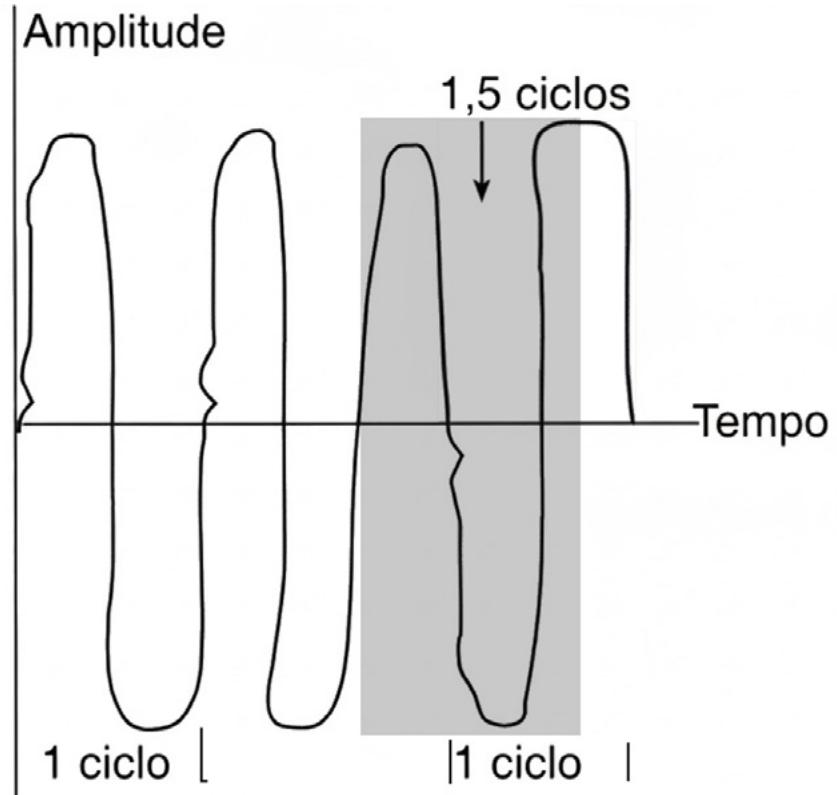


Figura 7 – A modulação MSK

O diagrama Q/I para essa modalidade é o mesmo do FSK, mas como mostra a figura, temos uma continuidade de fase nas transições de bits. Na figura 8 temos exemplo de como os sinais MSK são gerados nesse processo de modulação.

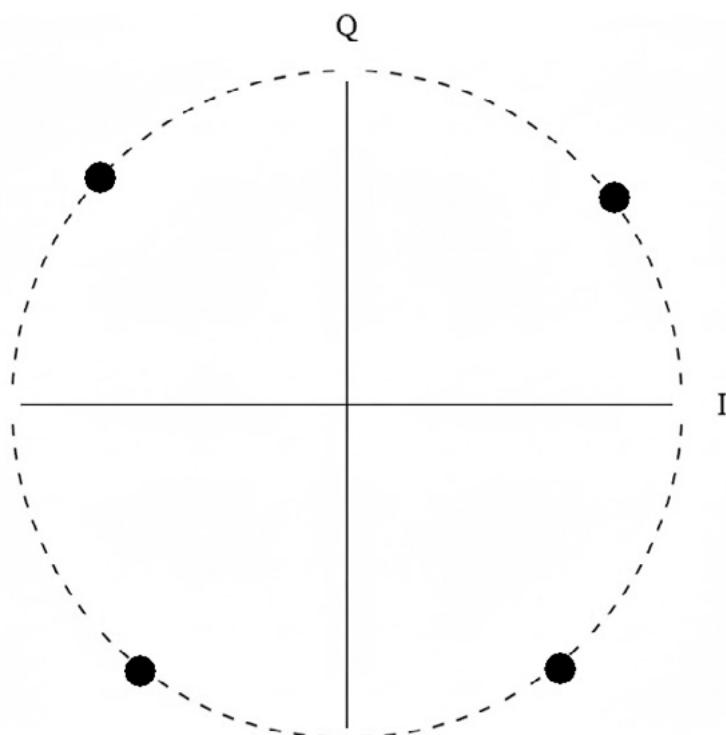


Figura 8 – Geração dos sinais MSK

Uma característica desse sistema é que não temos transições abruptas do sinal, o que o torna interessante em termos de EMI gerada quando numa transmissão via cabo e também menos sensível a problemas de impedâncias do meio de transmissão, ficando mais fácil fazer a sua detecção.

GMSK – GAUSSIAN MINIMUM SHIFT KEYING

O chaveamento mínimo gaussiano consiste no sistema MSK com um filtro passa-baixas gaussiano de pré-modulação. Com isso é possível aumentar a eficiência espectral com uma frequência de corte mais aguda. Com isso obtém-se também uma eficiência de potência maior devido a presença de um envelope constante.

Os telefones celulares da segunda geração (GM) e telefones sem fio utilizam esse esquema de modulação possibilitando taxas de transferência de 1,35 bps/Hz no GSM. Nos telefones sem fio DECT a taxa de transmissão chega aos 0,67 bps/Hz.

Na figura 9 mostramos a forma de sinal obtido, quando comparada com o MSK, observando-se que não existem mudanças repentinas de fase.

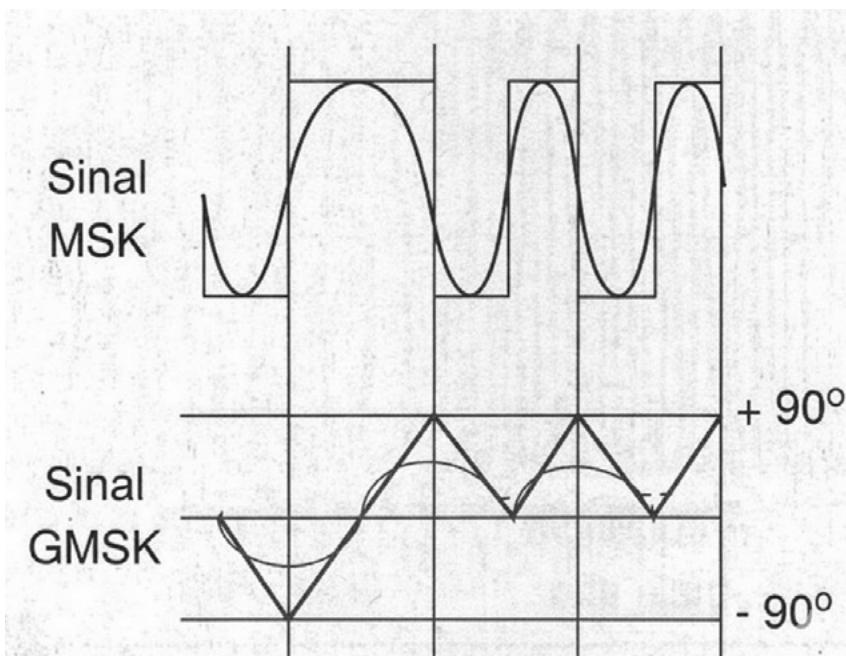
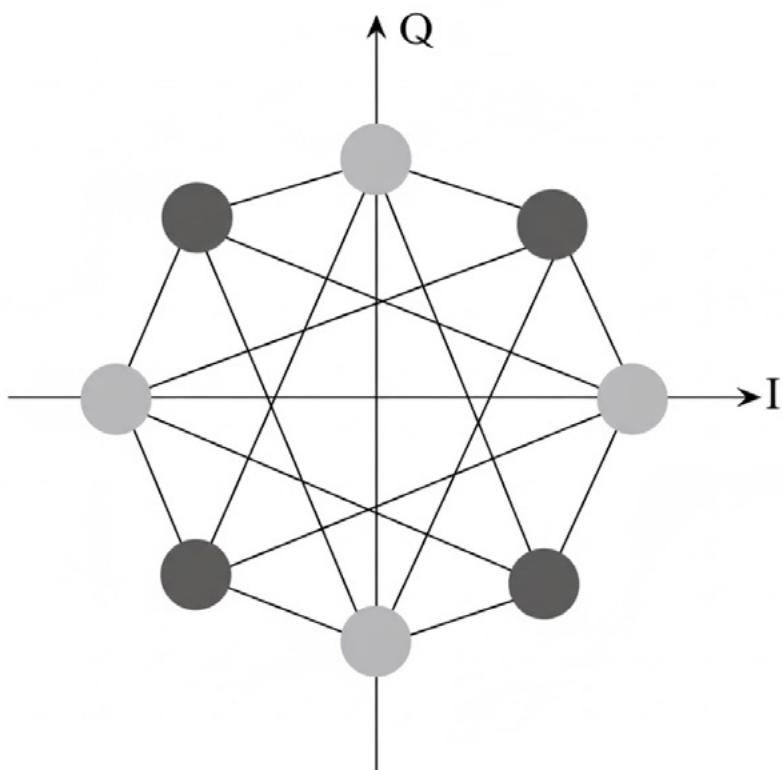


Figura 9 – Modulação GMSK

$\pi/4$ -SHIFTED QPSK

Nesse esquema temos transições do sinal tanto de intensidade como de fase, numa combinação de valores que é mostrada no diagrama Q/I da figura 10.

Figura 10 – A modulação $\pi/4$ QPSK

Observe que nesse esquema podemos enviar dois bits por símbolo, e que temos no máximo transições de 135 graus, diferentemente do QPFSK em que essa transição máxima de fase é de 180°. Isso é mostrado no diagrama da figura 11, onde se observa que as transições nunca passam pelo centro do diagrama.

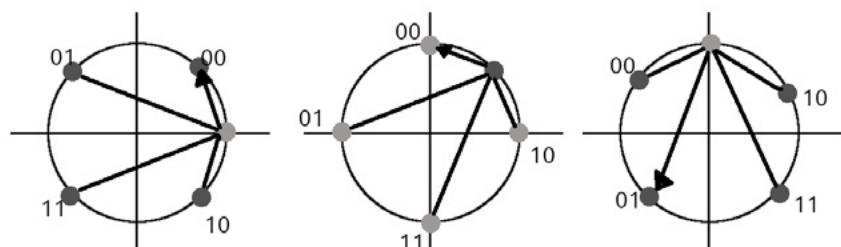


Figura 11 – As transições nunca passam pelo centro do diagrama

Com esse esquema temos uma eficiência duas vezes maior do que no GMSK e evitando-se a passagem das transições por zero de fase e amplitude, é facilitado o projeto dos amplificadores.

Outro ponto importante das características dessa técnica de modulação está no fato de que sempre temos uma mudança de fase na passagem de um par de bits para outro, o que permite que o sistema se auto-sincronize, ou seja, opere com um “self clocking” (autoclock).

Pela sua eficiência é usada no sistema de celulares digital IS-54 dos Estados Unidos com uma eficiência de 1,62 bps/Hz. No sistema celular digital do Japão, esse esquema também é usado com uma eficiência de 1,68 bps/Hz e no sistema europeu TETRA a eficiência é de 1,44 bps/Hz.

QAM – QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION

Modulação de amplitude e quadratura é o nome desse esquema que permite a transmissão de diversos bits por símbolo, conforme mostra a figura 12.

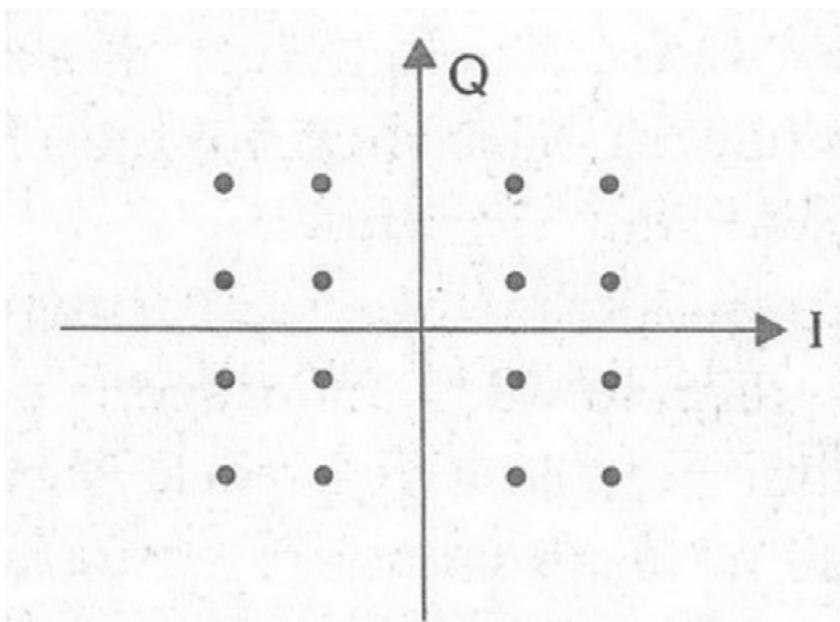


Figura 12 – Modulação 16-QAM

Nesse diagrama de constelação temos o 16-QAM que permite a transmissão de 16 símbolos ou 4 bits por símbolo.

É possível trabalhar com mais níveis de sinal e com mais valores de fases, obtendo-se assim constelações maiores como no 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM e 256 QAM, 512 QAM, 1024 QAM, 2048 QAM e 4096 QAM conforme mostra a figura 13.

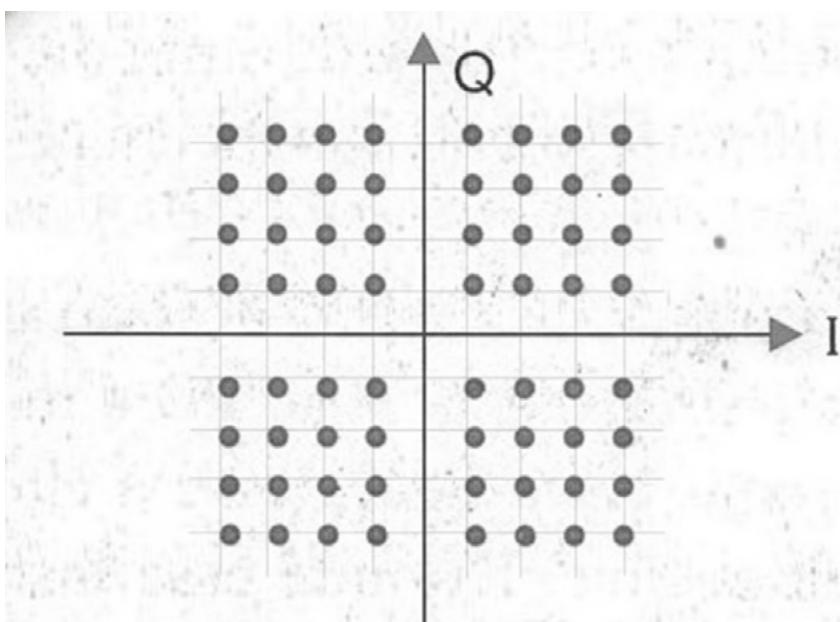


Figura 13 – Diagrama de constelação para a QAM 64

O número máximo de bits por símbolo dependerá da capacidade que o receptor tenha de diferenciar pequenas variações de fase e intensidade do sinal. Isso certamente será determinado pelas condições de ruído do local e também do próprio circuito que será usado no receptor.

Assim, se temos um ganho na capacidade de transmissão também temos uma redução da sensibilidade do receptor. Para incremento do processo, por exemplo, passando de QAM64 para QAM 128 temos uma degradação de 3 dB na sensibilidade do receptor e com isso o alcance.

A tabela abaixo dá uma ideia de como passando de 256-QAM para 4096-QAM temos um aumento da capacidade de transmissão para um canal de 56 MHz.

Bits por símbolo	Modulação	Capacidade Mbps	Aumento incremental
8	256-QAM	370	-
9	512-QAM	421	13,8%
10	1024-QAM	472	12,0%
11	2048-QAM	523	10,8%
12	4096-QAM	575	9,77%

O diagrama em que representamos a posição de cada símbolo no gráfico intensidade (I), quadratura (Q) é denominado diagrama de constelação. Na figura 14 temos o modo de se representar a modulação 512-QAM.

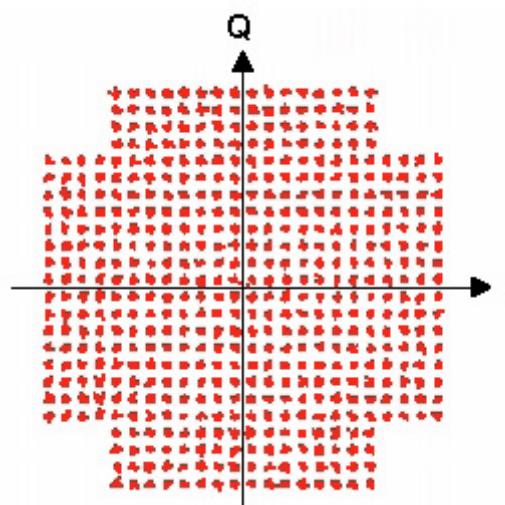


Figura 14 – As transições nunca passam pelo centro do diagrama

Para a modulação 4096-QAM em que temos 12 bits por símbolo temos o diagrama da figura 15.

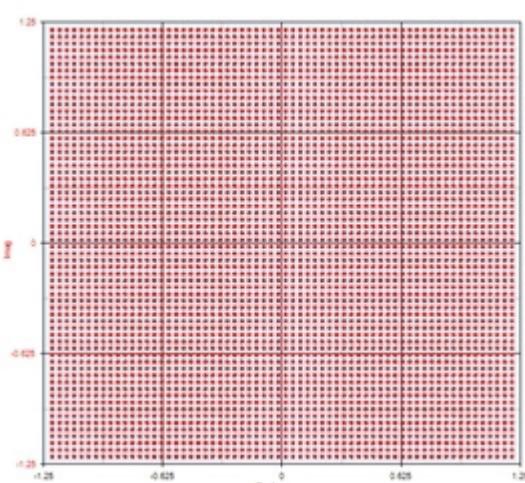


Figura 15 – Diagrama de constelação da 4096-QAM

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MODULAÇÃO QAM

Com este tipo de modulação podemos transmitir mais bits por sinal, sendo por isso o processo mais utilizado atualmente. As desvantagens é a dificuldade maior em se distinguir os diversos níveis e fases do sinal, exigindo-se uma relação sinal ruído (SNR) maior para a recepção. Além disso, os transmissores e os receptores têm de possuir elevado grau de linearidade.

CONCLUSÃO

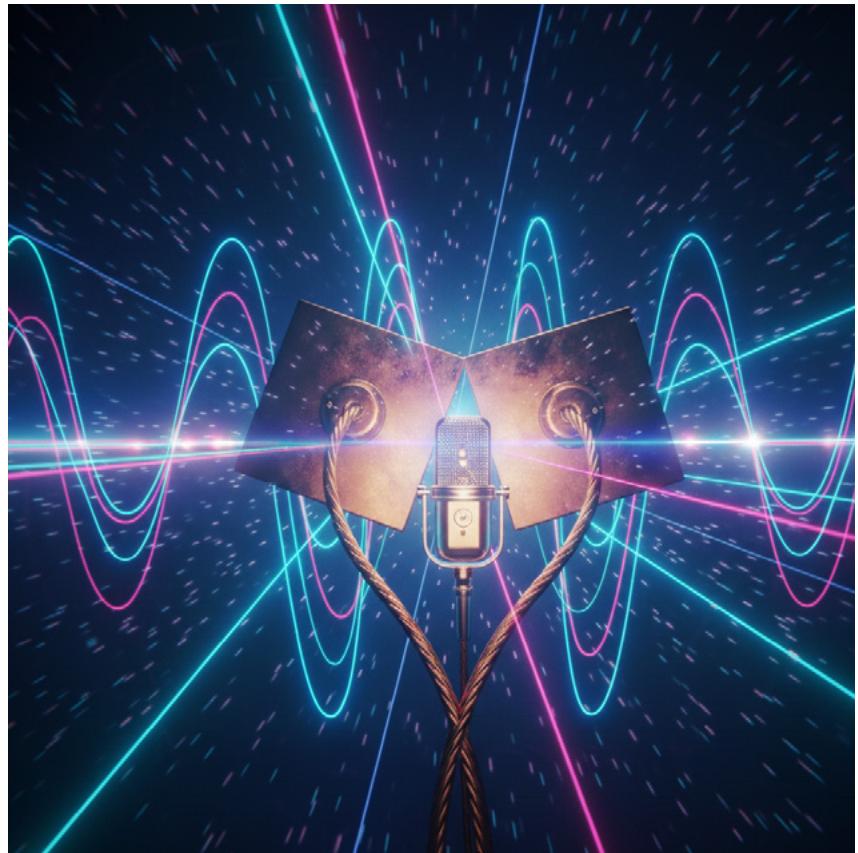
Os esquemas de modulação digital que vimos têm sido amplamente empregados em diversas aplicações práticas como as redes sem fio (WLAN), telefonia celular, telefones sem fios, IoT, controles remotos, comunicação via satélite e muito mais.

Entender como essas técnicas funcionam é fundamental para o profissional de telecom. O que vimos nesse artigo foi apenas uma reciclagem dos conceitos básicos que envolvem as diversas técnicas de modulação, visando justamente os profissionais que, por algum motivo, ou pela época em que cursaram as suas escolas técnicas e de engenharia, não as estudaram.

REFERÊNCIAS

Digital Modulation Techniques - Fuqin Xiong

<https://www.amazon.ca/Digital-Modulation-Techniques-XIONG/dp/0890069700>



MICROFONES CAPACITIVOS - COMO FUNCIONAM

≡ Newton C. Braga

Diversos são os tipos de microfones com que podemos contar para aplicações em áudio como gravações da palavra, música, sons ambientais e muito mais. Em nosso artigo “Como Funciona o Microfone” [1] abordamos o funcionamento de diversos tipos de microfones, falamos de suas características e até demos circuitos práticos. Naquele artigo, entretanto, não abordamos um tipo de microfone importante: o microfone capacitivo, microfone de condensador ou de capacitor.

Também conhecido como condenser microphone partindo de sua denominação em inglês, se bem que os americanos usem capacitor microphone, trata-se de tipo de microfone de grande fidelidade, robustez e fidelidade muito usado na atualidade. O leitor não deve confundir este microfone com os tipos de eletreto e de cerâmica que funcionam segundo princípios diferentes, abordados no artigo que indicamos na introdução.

Para entender como funciona esse tipo de microfone começamos por recordar como funciona um capacitor comum. Um capacitor é formado por duas armaduras separadas por um material isolante, denominado dielétrico. Aplicando uma tensão nas armaduras, cargas elétricas de sinal opostos ficam armazenadas.

Consideremos então um capacitor cujo dielétrico é o ar e que uma das armaduras seja fixa, por exemplo, uma placa de metal. A outra armadura consiste numa fina placa de metal flexível ou então num material plástico como o mylar, recoberto com uma finíssima película de metal que o torna condutor mas não elimina sua flexibilidade. Temos então uma estrutura como a mostrada na figura 1.

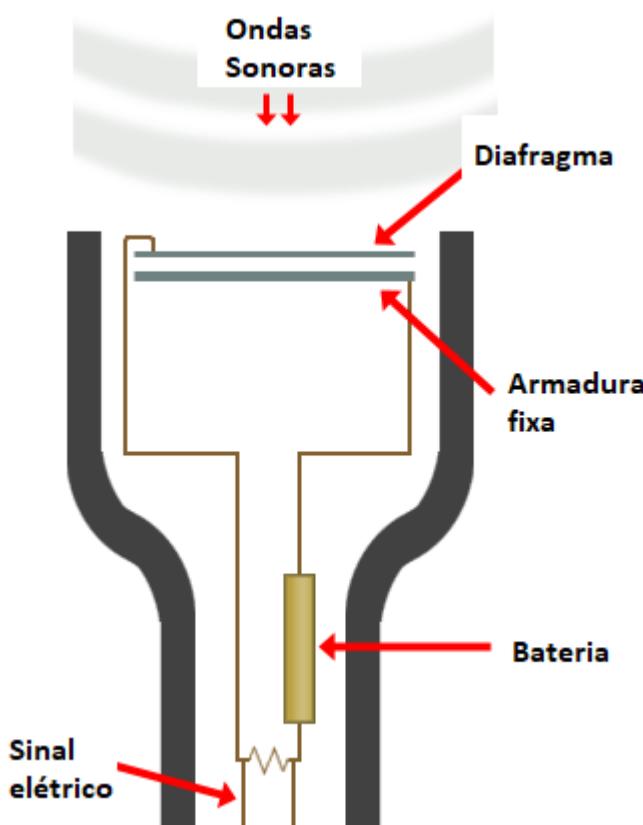


Figura 1 – O microfone de capacitor

O que ocorre com esse conjunto é que a capacitância apresentada pelo capacitor depende da distância entre as armaduras. Assim, quando a armadura flexível recebe uma onda sonora passando a vibrar sua distância em relação a armadura fixa muda constantemente e com isso a capacitância.

Temos então um transdutor que converte energia sonora (som) em capacitância. Se o capacitor for ligado a um circuito, por exemplo, com uma bateria e um resistor externo, conforme mostra a figura 2, a tensão apresentada entre as armaduras passa a depender da capacitância e com isso temos um sinal para um circuito externo.

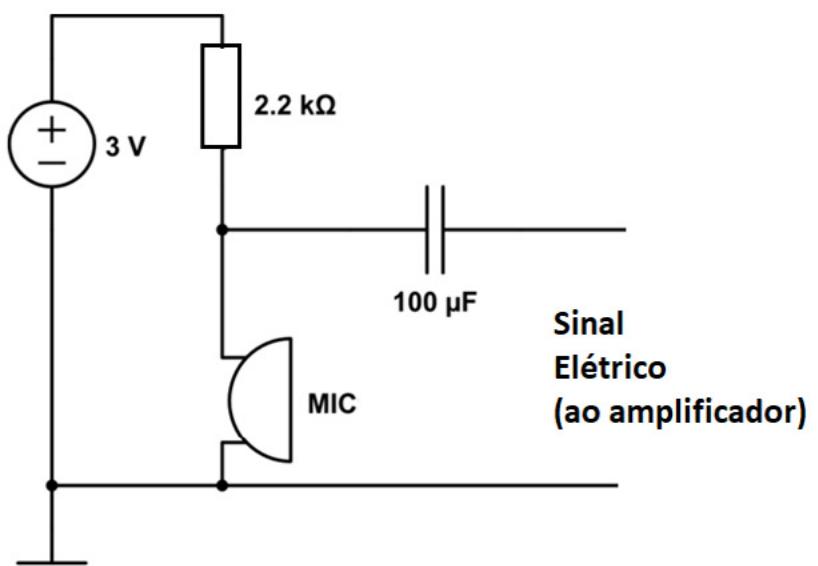


Figura 2 – O microfone de capacitor exige uma fonte de tensão (bateria)

O sinal tem uma intensidade muito pequena, exigindo um bom amplificador externo, mas em contrapartida as características acústicas são excelentes, com uma banda dinâmica ampla e sensibilidade elevada.

Veja que a semelhança como microfone de eletreto é muito grande. No microfone de eletreto o dielétrico é substituído por um material com propriedades piroelétricas: o eletreto. Esse material é dotado de cargas elétricas nas suas faces quando é fabricado. Assim, ele se comporta exatamente como um capacitor carregado.

A carga que ele apresenta, entretanto, muda quando ele sobre deforações. Basta então prendê-lo a um diafragma que já tenhamos um sinal elétrico quando a onda sonora é recebida. A polarização que ele exige é devido ao transistor amplificador que ele já inclui para amplificar as variações da tensão gerada pelo eletreto ao receber as ondas sonoras.



Figura 3 – Microfones de condensador

TWEETER ELETROSTÁTICO

Estruturas semelhantes a dos microfones de capacitor podem ser elaboradas para operar de forma inversa, gerando sons. As cargas elétricas opostas das armaduras de um capacitor carregado se atraem. Assim, se uma das armaduras for flexível, se aplicarmos um sinal elétrico as variações da tensão farão com que a força entre as armaduras varie e ela oscile com o som. O resultado será a produção de uma onda sonora, conforme mostra a figura 4.

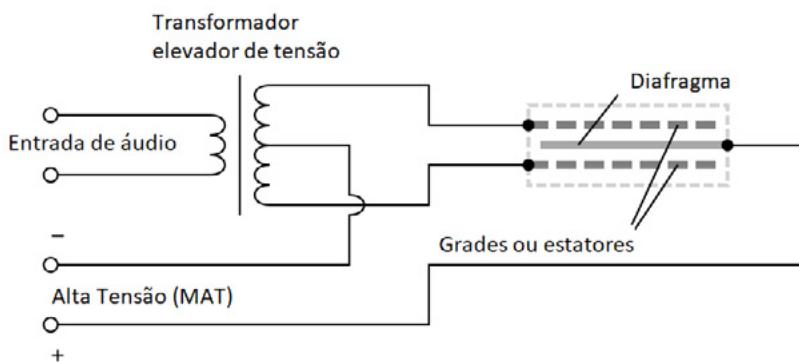


Figura 4 – O tweeter capacitivo ou de condensador também chamado de tweeter eletrostático

Evidentemente para termos uma força considerável e com isso boa potência a tensão entre as armaduras deve ser muito alta. Assim, os tweeters que usam esta tecnologia precisam ser alimentados através de transformadores que elevam a tensão do sinal a centenas ou mesmo milhares de volts.



Figura 5 – Um tweeter eletrostático

Veja no “Projetando um alto-falante de Plasma” [2] mais sobre este tipo de alto-falante que também recebe a denominação de Alto-Falante de Plasma.

REFERÊNCIAS

[1] Como Funciona o Microfone
- <https://newtoncbraga.com.br/projetos/12727-como-funciona-o-microfone-art2882.html>

[2] Projetando um alto-falante de plasma

<https://newtoncbraga.com.br/projetos/19552-projetando-um-alto-falante-de-plasma-art4068.html>



<https://www.r-type.org/articles/art-150.htm>

O NUVISTOR: A ÚLTIMA FRONTEIRA DA VÁLVULA TERMIÔNICA

≡ MSc. Eng. Prof. Antonio Carlos Gasparetti

APRESENTAÇÃO

O Nuvistor é um tipo de válvula termiônica (ou tubo de vácuo) em miniatura introduzido pela RCA (Radio Corporation of America) em 1959. Representou a tentativa final e mais avançada da indústria de válvulas de competir com a crescente popularidade dos transistores de estado sólido [1]. Seu nome combina “Novo” (Nu) com uma alusão a “Transistor” (vistor), refletindo seu design inovador e miniaturizado.

O NUVISTOR

O Nuvistor foi projetado para superar as principais desvantagens das válvulas convencionais (tamanho, fragilidade, calor excessivo) enquanto

retinha suas vantagens de desempenho [2]. O design revolucionário utilizava uma estrutura de eletrodos cilíndricos e suportada por cantilever, alojada em um invólucro completamente de metal e cerâmica, o que lhe conferiu uma robustez e precisão incomparáveis na época [3, 5].



Figura 1 - Comparaçāo de Tamanho: Nuvistor (6CW4) ao lado de válvulas miniatura de vidro para ilustrar a miniaturização extrema.

Característica	Nuvistor	Transistor (Início dos Anos 60)	Vantagem para o Nuvistor
Construção	Invólucro Metal-Cerâmica	Semicondutor (Germânio ou Silício)	Robustez e Precisão: Alta resistência a vibrações e estabilidade térmica [3].
Linearidade	Excelente (Baixa distorção de intermodulação)	Média (Sofria com IMD em sinais fortes)	Essencial para RF com múltiplos canais e áudio de alta fidelidade [7].
Ruído (em VHF)	Muito Baixo (Estrutura compacta)	Alto (Ruído intrínseco em alta frequência)	Figura de ruído (noise factor) superior aos triodos de grade de quadro (frame-grid) da época [7].

ESTRUTURA INTERNA E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O segredo da performance do Nuvistor residia na precisão de sua montagem. A simetria cilíndrica e a montagem em jigs de tolerância estreita permitiam um espaçamento extremamente próximo e uniforme dos eletrodos [3]. A técnica de brasagem a alta temperatura eliminou a necessidade de espaçadores de mica e resultou em uma estrutura virtualmente livre de tensões, ideal para alta frequência e alta temperatura [3, 5].

CUTAWAY VIEWS

Showing Cylindrical Electrodes and Tripod-Like Supports

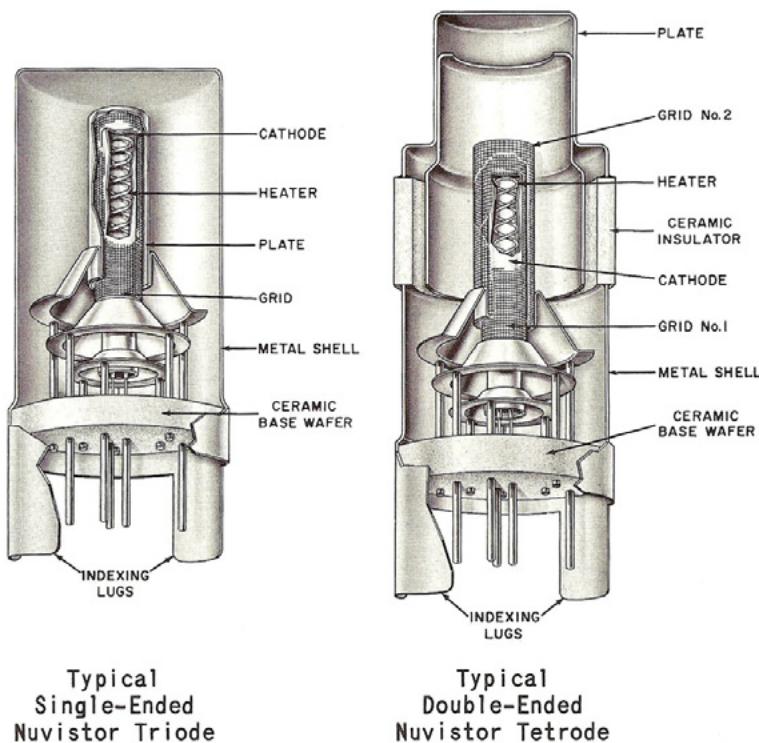


Figura 2 - Estrutura Interna: Diagrama de corte transversal do Nuvistor, mostrando os eletrodos cilíndricos concêntricos, curtos e rígidos, e o invólucro metal-cerâmica.

MODELOS CHAVE E CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS (EXEMPLO: 6CW4)

O Nuvistor também possuía “Dark Heaters” (filamentos escuros) operando em temperatura reduzida, o que aumentava significativamente a vida útil e a confiabilidade [3]. O 6CW4, por exemplo, alcançava desempenho de baixo ruído em frequências de até 400 MHz devido à sua baixa indutância do terminal [2, 3].

Modelo	Tipo	Tensão de Heater (Ef)	Corrente de Heater (If)	Tensão Típica de Placa (Ep)	Fator de Amplificação (μ)
6CW4	Triodo Alto μ	6.3 V	135 mA	110 V	≈ 65
8056	Triodo Médio μ	6.3 V	150 mA	50 V (Baixa Tensão)	v
2CW4	Triodo Alto μ	2.1 V (Baixa Tensão)	450 mA	110 V	≈ 65

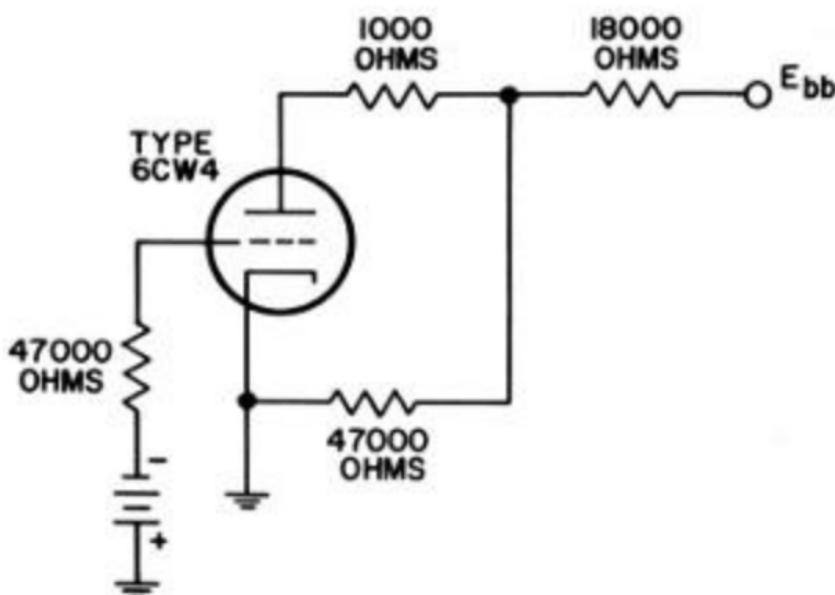


Figura 3 - Esquema Elétrico Típico: Configuração típica usando um nuvistor 6CW4. Ebb 70 ~ 80V Filamento 6.3V Application Note AN 191 RCA -1961

APLICAÇÕES DO NUVISTOR

O uso do Nuvistor era focado em aplicações que exigiam alta transcondutância em baixa corrente de placa e excelente estabilidade em altas frequências [3, 7].

APLICAÇÃO - TIPO DE APARELHO/MODELO COMERCIAL

Televisores - Sintonizadores VHF (tuners) de alta sensibilidade da linha “New Vista” da RCA (1961). O Nuvistor 6CW4 tinha um fator de ruído aproximadamente 1.5 dB melhor do que os triodos de grade de quadro da época, crucial para a recepção em áreas de fraca cobertura [7].

Instrumentação - Osciloscópios de banda larga da **Tektronix** e pré-amplificadores de ruído ultrabaixo, usado em medições de espectros de ruído de baixa frequência [6].

EQUIPAMENTOS ESPACIAIS, MILITARES E A QUESTÃO DA RADIAÇÃO

O Nuvistor foi explicitamente projetado para atender às Especificações Militares (MIL-SPEC). Modelos como o JAN-7586 e JAN-7587 eram versões premium [3].

Resistência à Radiação (EMP): Testes mostraram que o Nuvistor estava “em uma classe de componentes de circuito eletrônico ativos menos suscetível a falhas catastróficas devido à radiação nuclear” [3, 4].

Aplicações: Empregado no Programa Espacial Ranger da NASA e em aviônicos militares, onde a confiabilidade sob estresse ambiental era vital.

O FIM DO NUVISTOR

A produção em escala comercial pela RCA foi gradualmente encerrada, com o final da produção principal no início dos anos 70 (cerca de 1971) [3]. O Nuvistor foi superado pelo desenvolvimento rápido e exponencial dos Circuitos Integrados (CIs), que ofereciam densidade de empacotamento, consumo de energia e longevidade insuperáveis. A necessidade de aquecimento do filamento, mesmo que reduzida, foi a desvantagem final que não pôde ser superada [1].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Livro de História da Eletrônica (Referência de Contexto):

STOKES, John W. 70 Years of Radio Tubes and Valves: A Guide for Engineers and Collectors. Vestal Press, 1982. ISBN 0-911572-80-0.

[2] RCA Datasheet (6CW4):

RADIO CORPORATION OF AMERICA (RCA). 6CW4 High-Mu Triode Nuvistor Type Datasheet. Harrison, N.J.: RCA Electron Tube Division, Jan. 1963. Disponível em: http://n.manet.nu/tubedoc/RCA_Nuvistor_data.pdf. (Fonte primária de dados elétricos).

[3] RCA Manual Industrial/Militar (Construção e Robustez):

RADIO CORPORATION OF AMERICA (RCA). RCA Nuvistor Tubes For Industrial and Military Applications (ICE-280). Harrison, N.J.: RCA Electron Tube Division, Jun. 1963. Disponível em: http://www.bitsavers.org/components/rca/nuvistor/ICE-280_RCA_Nuvistor_Tubes_For_Industrial_and_Military_Applications_Jun1963.pdf. (Fonte confiável sobre design militar e resistência).

[4] Artigo Especializado (Aplicações Militares e Radiação):

SCHIESSL, A. E. Electron Tubes for Severe Military and Industrial Environments. Bell System Technical Journal, v. 40, n. 4, p. 1163–1187, Jul. 1961. Disponível em: [Link de um repositório acadêmico/técnico para o artigo de Schiessl]. (Publicação da Bell Labs, fonte acadêmica/industrial altamente confiável).

[5] Artigo Técnico (Detalhes de Construção):

R-TYPE.ORG. Nuvistor Valves. Disponível em: <https://www.r-type.org/articles/art-150.htm>. (Detalha a eliminação de espaçadores de mica e o design interno).

[6] Artigo de Aplicação (Instrumentação de Baixo Ruído):

TAYLOR, J. H.; BARRON, R. L. A System for Measuring Low-Frequency Noise Spectra of Thermal Detectors. The Review of Scientific Instruments, v. 33, n. 6, p. 654-656, Jun. 1962. Disponível em: https://pubs.aip.org/aip/rsi/article-pdf/33/6/654/19249519/654_1_online.pdf.

[7] RCA Engineer (Vantagem sobre Transistores):

HERMELING, J. A. The RCA 6CW4 Nuvistor Triode in VHF Tuners. The RCA Engineer, v. 6, n. 2, p. 28-30, Set.-Out. 1960. Disponível em: <http://rca.vobj.org/RCA%20Engineer/RCA%20Engineer%20v06/RCA%20Engineer%20v06n2/p28Hermeling-NuvistorVHFTuner.pdf>. (Artigo de engenharia interna da RCA, confirmando melhoria do fator de ruído).

[8] RCA – AN 191 Electron Tube Division - 1961 Radio Corporation of América

MANUAL DE MECATRÔNICA

Reunimos neste livro uma enorme quantidade de informações, fórmulas e tabelas para ajudar àqueles que elaboram projetos, fazem instalações ou reparos em máquinas, circuitos, automatismos e muito mais. O autor apresenta de forma didática as ciências por trás de cada uma das áreas que envolvem a Mecatrônica.

Uma obra onde o autor nos leva passo a passo do conceito à montagem de protótipos simples utilizados no ensino da Mecatrônica.

IMPRESSO
OU E-BOOK

+INFORMAÇÕES

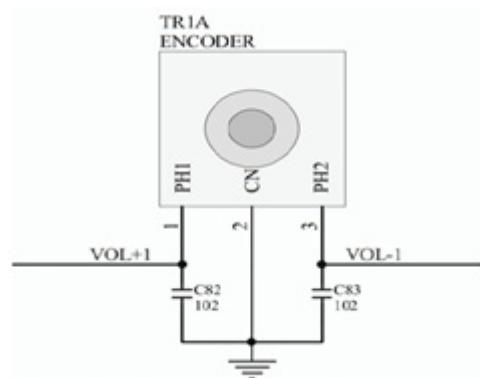


Ficha: 121 **Defeito:** Volume aumentando e diminuindo aleatoriamente

Marca: Philips

Aparelho/Modelo: Mini System FWP2000

Autor: Alexandre J. Nário



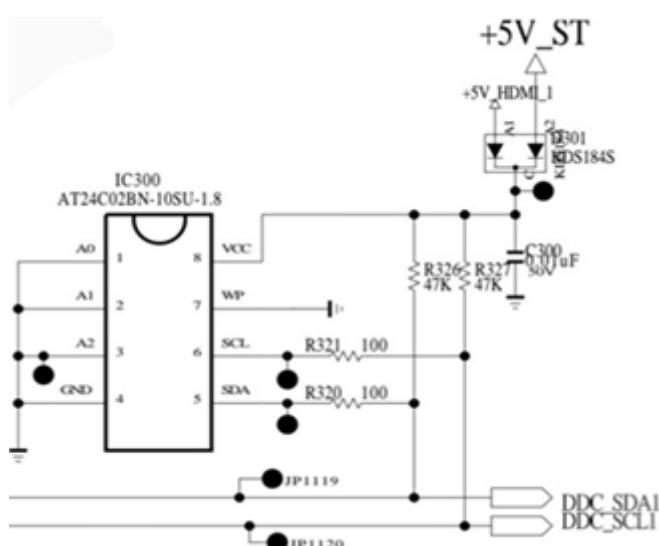
Pelas características do defeito apresentado, minhas suspeitas recaíram sobre algum problema mecânico no encoder responsável pelo controle de volume do aparelho. O encoder é um dispositivo/sensor eletromecânico que conta, reproduz ou transforma pulsos elétricos digitais a partir do movimento rotacional de seu eixo. Tem a mesma função dos potenciômetros antigos. Abri o Mini System, desmontei o encoder TR1A e realizei uma limpeza no seu interior com álcool isopropílico. Mas ao montar o componente e testar o aparelho, o defeito persistiu. Ao verificar os componentes associados ao encoder de volume, encontrei os capacitores cerâmicos SMD C82 e C83 (ambos de 1nF) com fugas, ocasionando o aumento e diminuição do volume de forma aleatória. Fiz as trocas por capacitores discretos comuns de mesmo valor, e com isso o som voltou a reproduzir normalmente, sem alterações.

Ficha: 123 **Defeito:** Mudança das funções intermitente ou muito lenta

Marca: LG

Aparelho/Modelo: TV LCD 32LG60UR

Autor: Alexandre J. Nário



Na análise inicial verifiquei que o aparelho estava muito lento ou intermitente para realizar qualquer mudança de funções tanto no controle remoto quanto no painel do televisor. Minhas suspeitas recaíram na memória EEPROM ou em algum componente associado ao protocolo I²C (linhas do barramento SDA e SCL). Coloquei o osciloscópio nos terminais 5 e 6 da memória EEPROM IC300 e notei na tela do instrumento que o fluxo de dados era bastante irregular ao atuar nas funções básicas do televisor. Fiz a substituição da memória EEPROM IC300 (24C02), mas o defeito persistiu. Ao realizar testes ôhmicos, com o aparelho desligado da rede elétrica, nos componentes adjacentes à memória e ao barramento, encontrei os resistores R320 e R321 (ambos de 100Ω) abertos. Ao fazer a troca dos componentes alterados o televisor voltou a funcionar novamente de forma correta.

Ficha: 122**Defeito:** Funcionamento Intermitente**Marca:** Philips**Aparelho/Modelo:** Blu-ray Disc Player BDP7100**Autor:** Alexandre J. Nário**Relato:**

Segundo relato do cliente, o aparelho só entrava em funcionamento após uns 20 minutos ligado e, a partir daí, o funcionamento era intermitente. As informações do cliente são importantes e fundamentais para o técnico que irá trabalhar no reparo do equipamento, já que elas podem fazer toda diferença na assertividade da solução. As causas dos defeitos intermitentes podem ser as mais diversas: mau contato, solda fria, componentes com fugas ou valores alterados, etc.

De início, abri o aparelho e fiz uma inspeção visual detalhada em busca de algumas anormalidades, mas nada foi encontrado. Como o equipamento só funcionava quando estava quente e de maneira aleatória, resolvi aquecer por alguns minutos, com o auxílio de uma estação de ar quente, o principal componente do aparelho que possui encapsulamento BGA (Ball Grid Array): o microcontrolador MIC1 (SMP8634). Ao realizar tal procedimento o blu-ray entrou em pleno funcionamento.

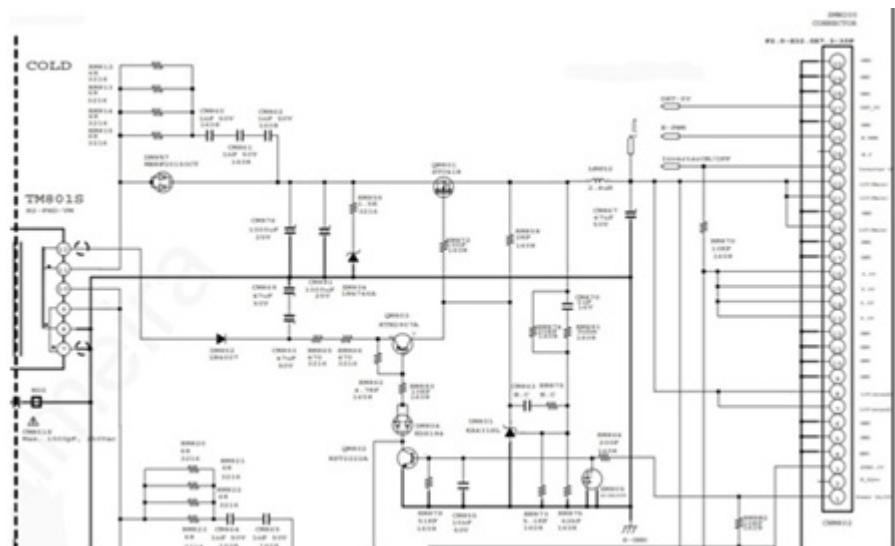
Desliguei o aparelho e, com autorização do cliente, fiz um reflow no microcontrolador. Reflow é uma técnica onde o chip BGA é aquecido ao ponto de fusão das esferas (soldas), elas voltam então a fixar contato entre componente e placa. No caso específico, deixei a estação de ar quente sobre o microcontrolador MIC1 durante 5 minutos na temperatura de 300°C. Ao realizar tal procedimento, o aparelho voltou a funcionar corretamente.

IMPORTANTE: o procedimento do reflow só deve ser realizado com autorização do dono do equipamento, pois é uma técnica que tem a finalidade de fazer o recondicionamento das soldas (esferas de chumbo) no componente, podendo apresentar os mesmos problemas depois de um certo tempo de uso.

Ficha: 124**Defeito:** Desligando aleatoriamente**Marca:** Samsung**Aparelho/Modelo:** TV LCD LN40B530**Autor:** Alexandre J. Nário

De acordo com as características do defeito, liguei o aparelho e esperei a intermitência se manifestar para analisar as tensões no conector CNM802, saída da fonte chaveada. A tensão de +13V estava abaixo do normal, algo em torno de 11V, além de uma leve oscilação. Suspeitei de instabilidades no integrado regulador UM801 (KA431), mas ao testá-lo não apresentou problemas. Verificando os componentes adjacentes a linha +13V, encontrei o capacitor SMD CM867 (47uF/50V) com fugas elevadas.

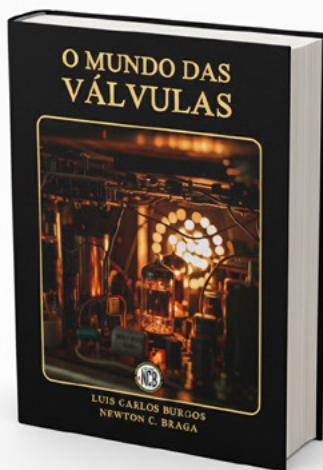
Fiz a sua troca por um capacitor eletrolítico comum de mesmo valor de capacitância e tensão de trabalho e, com isso, o televisor voltou a funcionar normalmente.



Literatura Técnica



**Linguagem C#
Na prática de verdade**
Wagner Rambo



O Mundo das Válvulas
Luis Carlos Burgos e
Newton C. Braga



Para mais livros
acesse nossa seção "**Livros Técnicos**" e
tenha acesso ao nosso catálogo de obras técnicas
acesse: www.newtoncbraga.com.br