Revista

SABER

45

Cr$ 15,00

ELETRÔNICA

MONTAGENS:
Provador de Continuidade
Cronômetro Digital



Controle para Autorama

HOBBY



Amplificadores Operacionais

Reparação - Transistorizados



ENSINO PROFISSIONALIZANTE

Transistores de Efeito de Campo

Circuitos Lógicos



ELETRÔNICA AVANÇADA

CURSO COMPLETO DE ELETRÔNICA

Radio - TV - Som - Instr.

EM INSTRUÇÃO PROGRAMADA

editorial

Ao lançarmos esta Revista o fazemos com a certeza de que estamos contribuindo, a exemplo de publicações congêneres, para o incremento da eletrônica nacional.

Partindo da excelente imagem formada pela Revista Eletrônica, editada pela ETEGIL – Editora Técnico-Gráfica e Industrial Ltda., interrompida em 1971 em seu número 44, decidimos dar prosseguimento à sua edição, seguindo a mesma linha de alto padrão técnico, adaptando-a, entretanto, à nossa época.

O principiante, o "hobbysta", o amador, o estudante, poderão contar com uma publicação que certamente atenderá suas necessidades. Abordaremos tudo que interesse ao praticante de eletrônica, seja estudante, técnico ou engenheiro.

Nossos artigos serão tanto práticos como teóricos; informações e noticiários objetivos; nossas montagens, antes de divulgadas, serão comprovadas em laboratório e empregarão componentes existentes no mercado especializado brasileiro.

Nossa Revista procurará contribuir com o esforço das congêneres no sentido de dar ao leitor o que de melhor houver em matéria de eletrônica. E nesta oportunidade, dirigimos nossas homenagens a: A ELETRÔNICA EM FOCO, ANTENNA, ELETRÔNICA POPULAR, REVISTA MONITOR DE RÁDIO E TELEVISÃO, MUNDO ELETRÔNICO e RÁDIO-TV TÉCNICO. A estas e a outras que surjam, nossas páginas estarão sempre abertas.

Estaremos inteiramente à disposição do pesquisador, do projetista ou de quem julgue que possa contribuir, de alguma forma, para o desenvolvimento da eletrônica nacional; seus trabalhos sempre serão avaliados para eventual divulgação.

(CONTINUA NA 3ª. CAPA)

Revista
ELETRÔNICA

Nº 45
março
1976

SABER

EDITORA SABER LTDA.

diretor superintendente: Savério Fittipaldi

diretor administrativo: Élio Mendes de Oliveira

diretor de produção: Hélio Fittipaldi

REVISTA SABER ELETRÔNICA

diretor de redação: Alexandre V. Martins

diretor técnico: Newton C. Braga

diretor de publicidade: Nilton C. Pimenta

serviços gráficos: W. Roth & Cia. Ltda.

distribuição nacional: ABRIL S.A. - Cultural e Industrial

diretor responsável: Élio Mendes de Oliveira

Revista Saber ELETRÔNICA é uma publicação mensal de Editora Saber Ltda.

Redação e Administração e Publicidade:
Av. Dr. Carlos de Campos, 275/9
03028 - S Paulo - SP
Correspondência:
Caixa Postal, 50450
03028 - S Paulo - SP

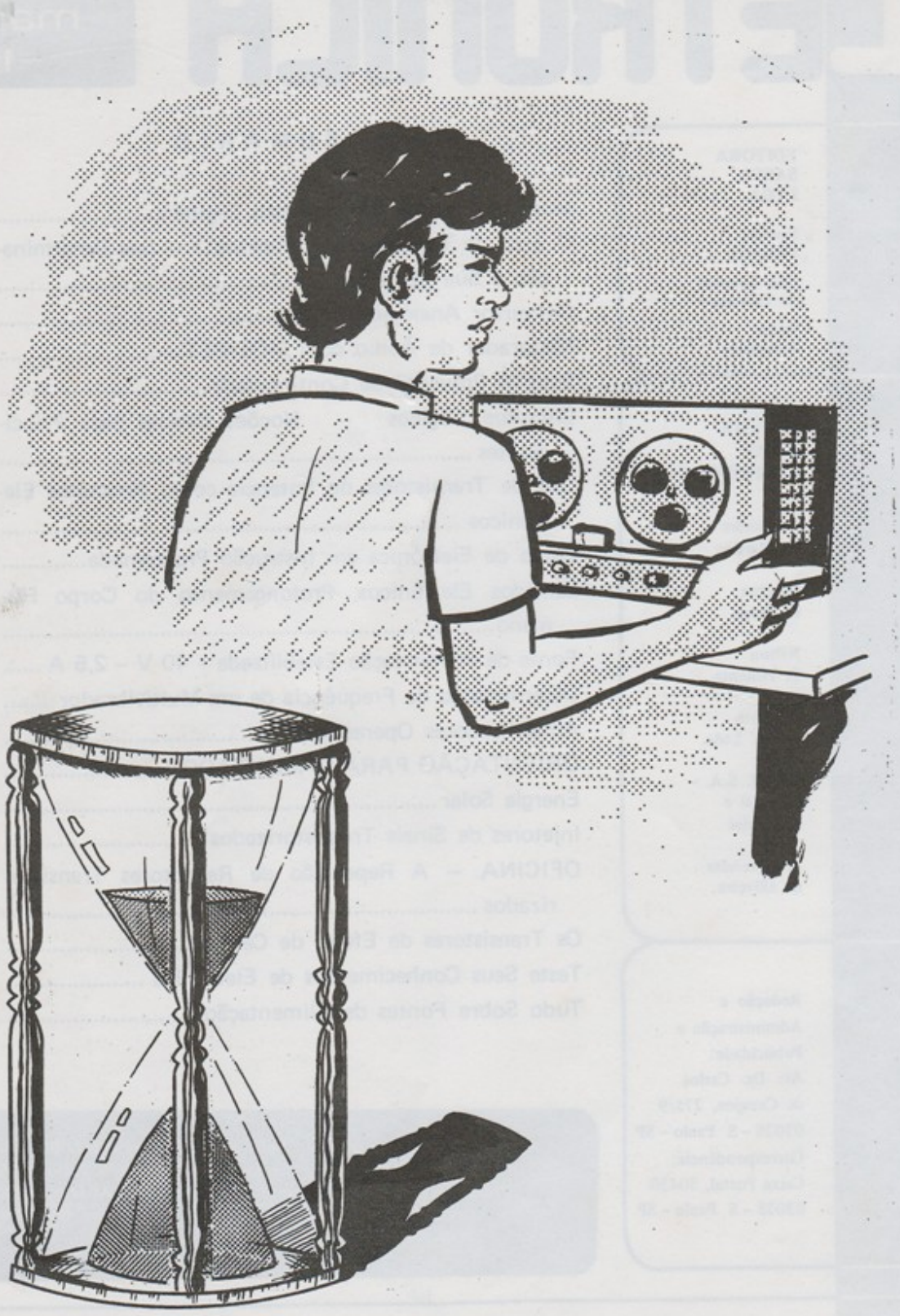
SUMÁRIO

Montagem de um Cronômetro Digital 2
O Erro de Traçamento ("tracking") — Sua Determinação e Sua Correção 8
Conversor Analógico-Digital 13
Misturador de Áudio com MOS-FET 17
Simples Provador de Continuidade 19
Circuitos Lógicos — Noções Básicas para Principiantes 20
Uso de Transistores de Potência como Reostatos Eletrônicos 27
Curso de Eletrônica em Instrução Programada 31
Sentidos Eletrônicos, Prolongamento do Corpo Humano 33
Fonte de Alimentação Estabilizada - 40 V - 2,5 A 37
Determinação da Frequência de um Multivibrador 39
Amplificadores Operacionais 41
ORIENTAÇÃO PARA O MONTADOR 47
Energia Solar 50
Injetores de Sinais Transistorizados 52
OFICINA — A Reparação de Receptores Transistorizados 57
Os Transistores de Efeito de Campo 59
Teste Seus Conhecimentos de Eletrônica 69
Tudo Sobre Fontes de Alimentação 71

CAPA: Característica de nossa linha editorial, representada por fotografias de bancada de aeromodelista ("hobby"), curso de eletrônica da Escola Roberto Simonsen - SENAI (ensino profissionalizante) e mesa de projeto de circuitos (eletrônica avançada).

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, sob pena das sanções legais, salvo mediante autorização por escrito.

MONTAGEM DE UM



CRONÔMETRO DIGITAL

Paulo César Maldonado

Muitas vezes já nos vimos às voltas com problemas de determinação de tempos; isso acontece normalmente aos que se dedicam à gravação de fitas de áudio, pois que é necessário, ou melhor, indispensável controlar com certa precisão o tempo de duração dos programas gravados para não ter o dissabor de "faltar" fita para terminar uma gravação. De há algum tempo a esta data uma emissora de rádio da Capital de São Paulo (Rádio Eldorado) transmite, em FM estéreo, músicas para serem gravadas em casa, cuja programação é antecipadamente informada através do jornal "O Estado de São Paulo", que fornece a ficha técnica das diversas músicas e o tempo de duração de cada uma.

Existem os cronômetros mecânicos que podem perfeitamente resolver o problema, mas são muito caros e bastante frágeis, isto sem falar na dificuldade de leitura que o mostrador da maior parte deles apresenta.

A evolução da técnica eletrônica, sobretudo no campo dos circuitos digitais, fez surgir o cronômetro digital. Suas vantagens são enormes e entre elas podemos destacar: maior precisão, maior durabilidade (não há nenhuma peça móvel sujeita a desgaste), facilidade e comodidade de leitura, etc.

O cronômetro especialmente projetado para este artigo não chega a ser um dispositivo altamente sofisticado semelhante aos que se encontram em laboratórios ou aos que tivemos ocasião de ver usados para a cronometragem do Grande Prêmio do Brasil de Fórmula 1. Mas sua precisão e funcionamento torna obsoletos e ultrapassados os cronômetros mecânicos e temos a certeza de que irá ser útil a muitos dos nossos leitores.

FUNCIONAMENTO

Nosso dispositivo é constituído por quatro dígitos e uma expansão opcional de dois diodos LED para indicação de uma, duas e, no máximo, três horas.

Na figura 1 podemos observar, sob a forma de diagrama em blocos, o princípio básico do circuito do cronômetro digital por nós projetado. Reduzimos ao máximo a quantidade de componentes, o que tornou tudo bastante simples e de relativa facilidade de montagem para o leitor que esteja familiarizado com o manuseio de circuitos integrados.

Podemos observar na citada figura as seguintes partes:

- Gerador de 1 Hz
- Comutador
- Divisor por 10
- Divisor por 6
- Divisor por 10
- Divisor por 6
- Divisor por 6
- Sistema de "reset" (zeramento)

É fácil de se concluir que o dispositivo nada mais é do que um circuito de relógio convencional pouco modificado e desprovido dos indicadores decimais de horas.

Passemos ao estudo do funcionamento e do circuito de cada bloco ilustrado na figura 1. É importante o leitor seguir atentamente estes detalhes, pois que futuramente iremos apresentar diversos projetos na área digital que envolverão certos princípios agora usados.

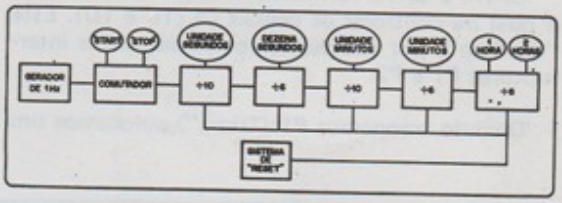


Figura 1

GERADOR DE 1 Hz

Consiste num circuito capaz de fornecer pulsos de 1 segundo de largura para a entrada do cronômetro.

Como objetivamos a máxima precisão, é indispensável que estes pulsos sejam constantes, regulares e uniformes; isto depende de uma freqüência elevada e estável para que possamos reduzí-la à que nos é conveniente.

Existem várias formas disso ser conseguido. Deter-nos-emos apenas no processo de divisão digital, pelo qual optamos. Para processá-la é importante saber-se qual a freqüência da rede de energia elétrica a ser utilizada. Na Capital de São Paulo e na quase totalidade das cidades do Brasil é de 60 Hz, o que dispensa circuitos osciladores a cristal, bobinas, circuitos ressonantes, etc.

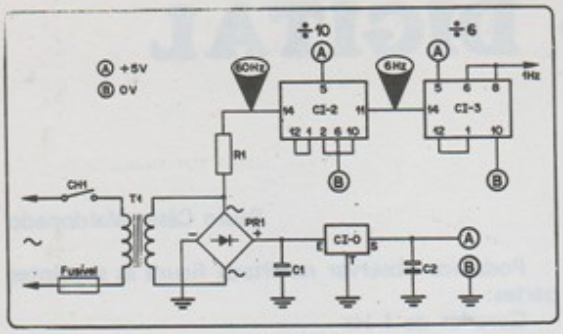


Figura 2

Observando a figura 2 vemos como são gerados os pulsos de 1 Hz a partir dos 60 Hz disponíveis na rede de energia elétrica. Na mesma figura apresentamos a fonte de alimentação do circuito, bem como o "casamento" entre os 60 Hz da rede e os circuitos lógicos, este efetuado somente pelo resistor R3 (1,2 kΩ).

CIRCUITO COMUTADOR

Pode ser observado na figura 3, onde também esquematizamos todo o diagrama lógico do cronômetro.

É formado por CI-1A a CI-1D, P1, P2 e os dois diodos LED (um vermelho e outro verde).

CI-1A e CI-1B formam um "fip-flop" cruzado, o qual irá controlar os demais CI (1C e 1D). Este "flip-flop", por sua vez, é controlado pelos interruptores P1 e P2.

Quando acionamos P1 ("start") colocamos um nível "baixo" em CI-1A (pino 1) e, conseqüentemente, um nível "alto" no pino 3 de CI-1A. A porta CI-1A se manterá "trancada" pelo pino 2 mesmo após desacionarmos o interruptor P1.

Um nível "alto" em CI-1C (pino 10) habilita a porta CI-1C e deixa passar os pulsos de 1 Hz pelo pino 9 de CI-1C; isto faz aparecer pulsos em CI-4 (pino 14).

A situação se inverte ao pressionarmos o interruptor P2, ("pause") isto é, o pino 10 de CI-1C fica "baixo" e não deix passar os pulsos de 1 Hz para o contador.

Os diodos LED vermelho e verde servem para indicar o estado do cronômetro: ativo ou inativo; são alimentados pelas portas CI-1D e CI-1B.

DIVISOR POR 10

É constituído por CI-4 e indica as unidades de segundos decodificadas através de CI-8 (ver figura 3).

DIVISOR POR 6

É formado por CI-5 e indica as dezenas de segundos decodificadas por CI-9 (ver figura 3).

DIVISOR POR 10

Reside em CI-6 e indica as unidades de minutos decodificadas por CI-10 (ver figura 3).

DIVISOR POR 6

É constituído por CI-7 e indica as dezenas de minutos decodificados por CI-11 (ver figura 3).

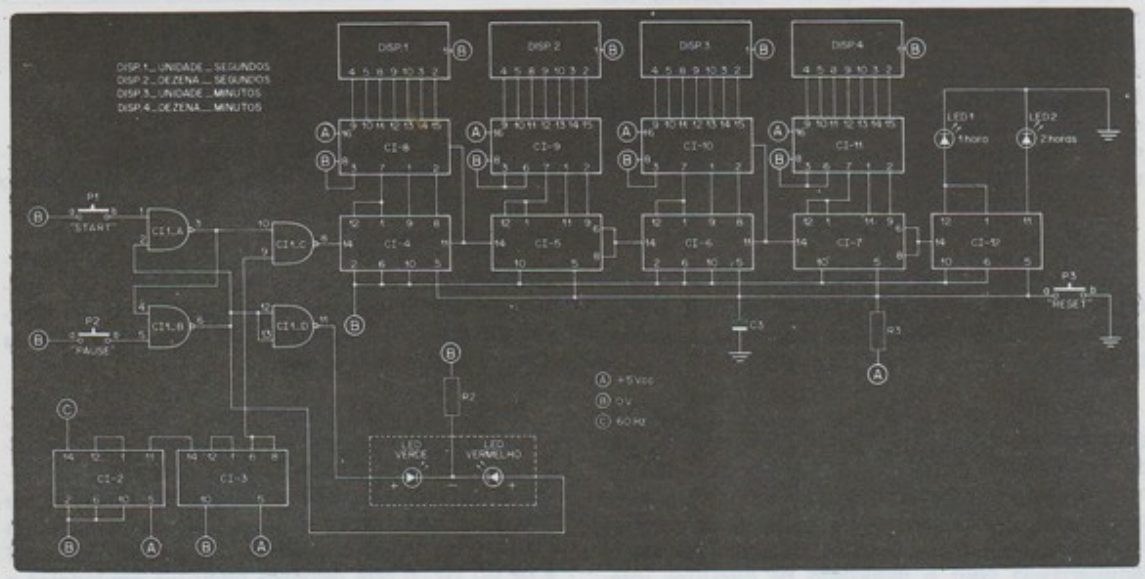


Figura 3

DIVISOR POR 6

O próximo divisor por 6 é formado por CI-12 e indica a contagem de horas. Quando diodo LED 1 está aceso nos informa que o cronômetro está em funcionamento há uma hora mais os minutos e segundos que se lerem no "display". Quando o diodo LED 2 estiver aceso e o LED 1 apagado nos indica que o cronômetro está em funcionamento há duas horas mais os minutos e segundos lidos no "display". Por outro lado, quando os LED 1 e 2 estiverem simultaneamente acesos isso quer dizer que o cronômetro está em funcionamento há três horas mais os minutos e segundos lidos no "display".

O presente cronômetro foi projetado para a capacidade máxima de contagem de três horas, 59 minutos e 59 segundos. Se ele for deixado em funcionamento após esse tempo a leitura será irreal; deverá ser "zerado" e iniciar nova contagem.

Em resumo:
Aceso o LED 1 = 1 h de funcionamento + minutos e segundos

Aceso o LED 2 = 2 h de funcionamento + minutos e segundos

Acesos os LED 1 + 2 = 3 horas de funcionamento + minutos e segundos

SISTEMA "RESET"

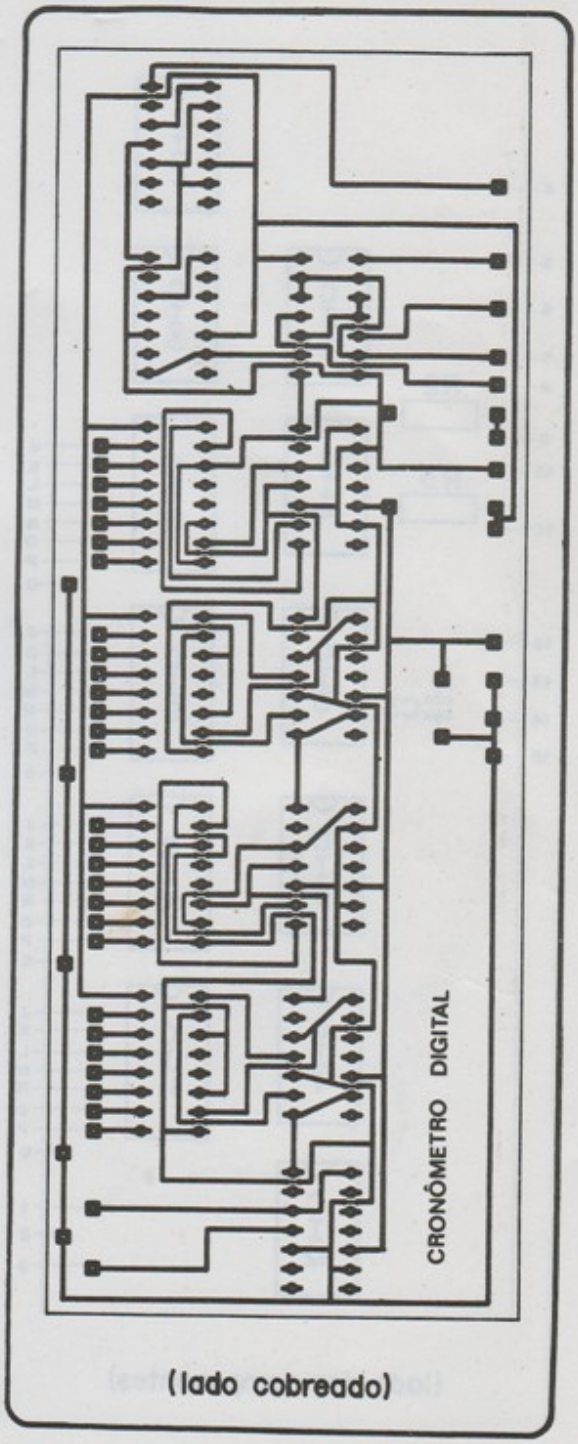
Para que a contagem possa voltar a zero utilizamos um artifício que torna possível o "reset" utilizando-se o mínimo de componentes. Para tanto "forçamos" todos os contadores a serem "aterrados" pelo lado da alimentação positiva durante breve instante enquanto é pressionado o interruptor P3. Os contadores, uma vez "desalimentados", precisam se "realimentarem" de forma suave e não abrupta; isto se consegue por meio de C1 (100 μF).

ATENÇÃO: o interruptor "reset" deve ser pressionado rapidamente, pois do contrário estaremos colocando a fonte de alimentação com 4,7 Ω entre a terra e o VCC, o que produz grande elevação da corrente podendo provocar a destruição do regulador de tensão CI-0.

MONTAGEM

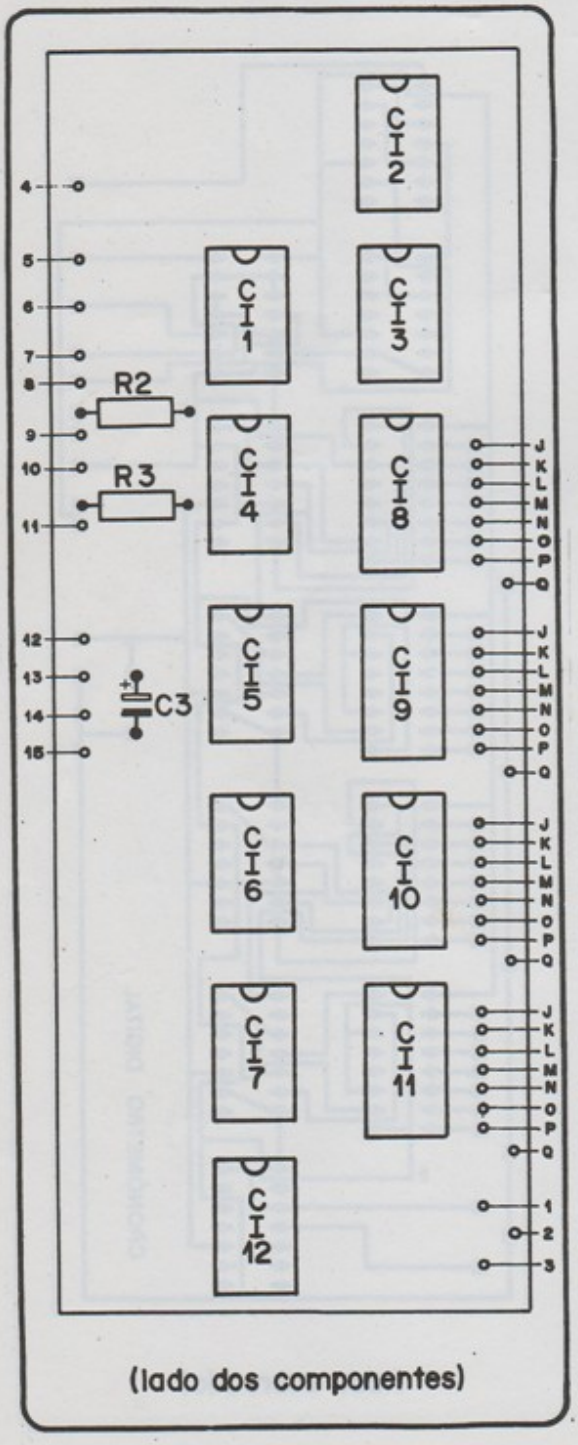
A placa de fiação impressa apresentada em tamanho natural na figura 4 bem como a disposição dos componentes representada na figura 5 tornam a montagem bastante simples para quem está habituado a esta moderna técnica. Para maior facilidade, na figura 4, indicamos suas ligações externas, com as quais o leitor deverá tomar o máximo cuidado para não cometer erros.

O cronômetro inicialmente foi projetado para que os decodificadores CI-8 a CI-11 fossem conectados a "displays" FND 70. No entanto, o uso do FND 500 também é possível, com a



vantagem de que, estes, sendo de 12,5 mm (1/2"), permitem uma leitura mais confortável e a maior distância. A tabela anexa fornece os elementos necessários para que o leitor use FND 70 ou FND 500.

Note que os decodificadores (9368) são os mesmos para qualquer das opções. O FND 500 apenas difere do FND 70 nas dimensões físicas e nas ligações de seus pinos; portanto, muita atenção para este detalhe.



Convém montar a fonte de alimentação numa placa de fiação impressa à parte, não esquecendo que ela deve ter boa ventilação e o regulador de tensão (CI-0) dotado de um bom dissipador de calor. O restante do circuito não é crítico em relação ao calor devido à pequena dissipação de potência e reduzido número de componentes; no entanto, se todo o conjunto for abrigado numa caixa, que temos a certeza que o leitor irá procurar caprichar no acabamento, convém deixar aberturas estrategicamente colocadas para uma razoável circulação de ar.

Omitimos alguns detalhes de funcionamento básico de contadores, "displays", etc., pois o assunto já foi bastante detalhado na imprensa especializada. Sua excessiva simplicidade não justifica cansar o leitor.

O protótipo deste cronômetro tem sido utilizado sobretudo no controle de tempos de gravação de fitas de áudio, laboratorio fotográfico – para esta finalidade é extraordinário, pois o "display" convenientemente localizado atrás de um painel de acrílico fumê, é excelente para ser usado em câmaras escuras – e em muitas experiências em laboratórios escolares. Só não pode ser utilizado para a marcação de tempos esportivos por não ser portátil, visto necessitar dos 110 Volts e dos 60 Hz da rede elétrica domiciliar para seu funcionamento; além do mais, um cronômetro para esta finalidade teria outro projeto bastante diferente e de custo muito elevado.

Os interruptores P1, P2 e P3 devem ser do tipo de pressão, de muito boa qualidade e confiabilidade; optamos e usamos no protótipo os de referência 8221 fabricados pela C & K Components, Inc..

RELAÇÃO DE COMPONENTES

CI-O – 7805 (ver texto)
CI-1 – 7400
CI-2,4,6 – 7490
CI-3,5,7,12 – 7492
CI-8 a 11 – 9368
Disp 1 a 4 – FND 70 ou FND 500 (ver texto)
CI – 2 000 μF @ 15 V
C2,3 – 100 μF @ 15 V
R1 – 1,2 kΩ @ 1/2 W
R2 – 100 Ω @ 1/2 W
R3 – 4,7 Ω @ 1/2 W
P1 a 3 – Inter. pressão C & K 8221 (ver texto)
LED 1 e 2 – FLV 110 ou equiv.
PR1 – Ponte retificadora 1,5 A
T1 – prim.: rede local; sec., 6 V/1 A
I1 – Interruptor
Fus. – Fusível 1 A

Pino na Placa de Fiação Impressa	Pino Decodif. 9368	Entrada Disp. FND 70		Entr. Disp. FND 500	
		Pino	Segmento	Pino	Segmento
J	15	2	F	9	F
K	14	3	G	10	G
L	13	10	A	7	A
M	12	9	B	6	B
N	11	8	C	4	C
O	10	5	D	2	D
P	9	4	E	1	E
Q	Terra	1	Catodo	3	Catodo



O erro de Traçamento (TRACKING)

Eng. Luiz Alberto Leme Salvatori



sua determinação é sua correção

Com o advento dos modernos toca-discos manuais e, paralelamente, dos braços de alta precisão (que podem trabalhar com pressões de agulha menores que 1 grama), torna-se imperioso para o técnico e para o audiófilo conhecer em detalhes a maneira de manter e calibrar estes braços em relação ao prato do toca-discos de forma a minimizar o erro de traçamento e a conseqüente distorção do som daí resultante. O problema do erro de traçamento provém do fato de os discos serem gravados com um cabeçote que percorre o disco linearmente em direção ao centro, enquanto que na reprodução, via de regra, o cabeçote percorre o disco com um movimento em forma de arco.

Em rápidas palavras, o erro de traçamento é devido, portanto, à diferença que existe entre a posição ideal do cabeçote (em seu eixo longitudinal sempre perpendicular ao raio do disco no ponto de tangência) e sua posição real, que não é exatamente perpendicular ao raio, ao longo da trajetória da agulha sobre o disco e que depende da geometria do braço.

Os fabricantes dotam seus braços de geometrias que levam ao menor erro de traçamento possível, porém cabe ao técnico instalador resolver onde colocar o braço em relação ao centro do toca-disco de forma a minimizar o erro. Para um dado comprimento de braço existe apenas uma distância radial correta entre o centro do ponto e o "pivot" de articulação do braço. O mesmo pode ser dito da posição angular do cabeçote. A combinação destas duas considerações é muito importante.

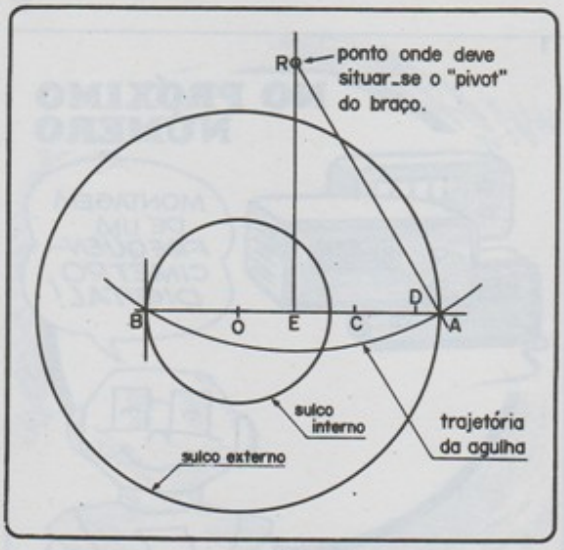


Figura 1

O estudo da geometria braço-prato do toca-disco leva a uma consideração muito simples e interessante: a articulação deve se situar no bissetor perpendicular da linha AB (fig. 1), onde B está sobre o sulco mais central do disco e A está no sulco mais externo, do outro lado do disco. Com esta montagem verifica-se que o erro de traçamento será zero em apenas dois pontos da trajetória da agulha, ou seja: ao movermos o braço dos sulcos exteriores do disco para os sulcos internos, o erro aumenta até um máximo, para depois diminuir até zero (fig. 2). Ajustando-se a posição correta da articulação do braço,

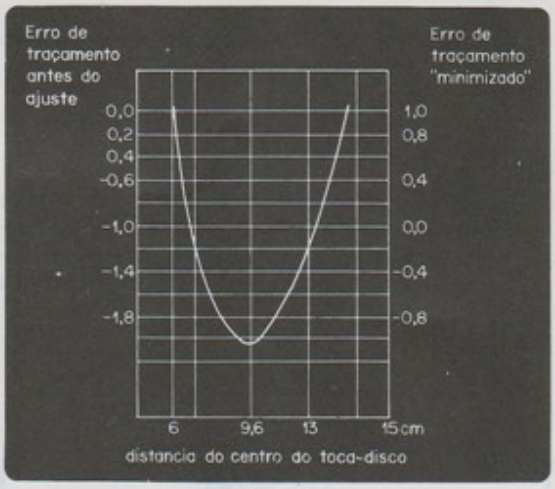


Figura 2

podemos fazer com que o erro saia de um valor positivo, diminua até zero, torna-se negativo até um certo ponto para depois retornar a zero e, finalmente, a um valor positivo, quando a agulha estiver nos sulcos finais do disco. Na posição correta, o erro máximo positivo dos sulcos mais externos e dos sulcos mais internos do disco deve ser igual ao erro máximo negativo encontrado no centro da superfície gravada.

Partindo-se destas premissas, apresentamos um gráfico de ajuste que permite posicionar o braço, regular o ângulo de traçamento e medir o erro resultante. Este gráfico é reproduzido em tamanho natural podendo ser recortado e colado numa cartolina, tornando-se uma útil "ferramenta" de trabalho toda vez que for necessário montar ou ajustar um braço para toca-discos. Ele pode ser usado com qualquer formato ou comprimento de braço.

A seqüência de operações necessária para ajustar um braço é bastante simples. De acordo com o que dissemos anteriormente a agulha, em sua trajetória, deve passar sobre o sulco mais externo (ponto A) e sobre o sulco mais interno (ponto B): estes pontos estão marcados numa linha radial de nosso gráfico. Sobre a mesma linha radial estão marcados os pontos C e D que são utilizados para o ajuste do ângulo da cápsula em relação ao braço. Para ajudar a visualização do ângulo de traçamento em diversos pontos da superfície do ponto do prato traçamos diversas perpendiculares à radial AB. Sobre esta radial marcamos o ponto E, que é a intersecção da perpendicular sobre a qual teremos que montar a articulação do braço (fora dos limites do ponto e do nosso gráfico).

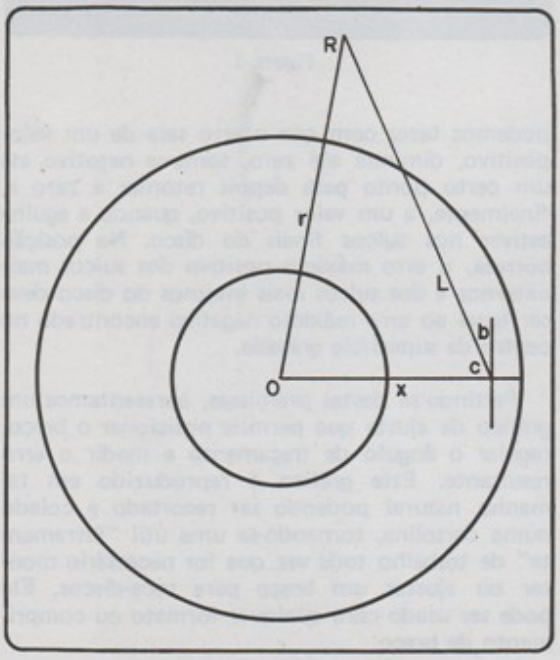
AJUSTE N.º 1

Localizar a articulação do braço na posição e na distância correta em relação ao seu centro.

a) coloque o gráfico sobre o prato com o pino central através do furo;

b) posicione o "pivot" do braço na sua posição aproximada;

c) ajuste a posição do braço de forma a que a agulha passe sobre os pontos A e B, mantendo-se fixo o gráfico de ajuste. A articulação deve cair no prolongamento da linha ES.



AJUSTE N.º 2

Ajuste da posição angular correta da cápsula.

a) coloque o gráfico sobre o prato, como no ajuste n.º 1;

b) coloque a agulha na posição C;

c) soltando-se os parafusos de fixação da cápsula, gire-a sobre seu eixo vertical de forma a que seu eixo longitudinal se torne perpendicular à radial B;

d) mova a agulha para o ponto D; neste ponto a cápsula deverá estar também perpendicular à radial AB. Se não estiver, o ajuste n.º 1 estará errado;

e) se o ajuste n.º 2 mudar a distância inicialmente determinada pelo ajuste n.º 1, repita este ajuste e, depois, o ajuste 2. Estes dois ajustes asseguram o menor erro de traçamento possível.

AJUSTE N.º 3: Medindo o erro de traçamento:

a) com o gráfico em posição sobre o prato, coloque a agulha na distância desejada a partir do centro do toca-discos;

b) gire o gráfico até que a cápsula esteja perpendicular ao raio;

c) faça com que a linha radial passe diretamente sob a agulha. Leia o erro na borda do gráfico.

Bibliografia: Áudio – Julho 1966 – Tracking Error Determination and Minimination.



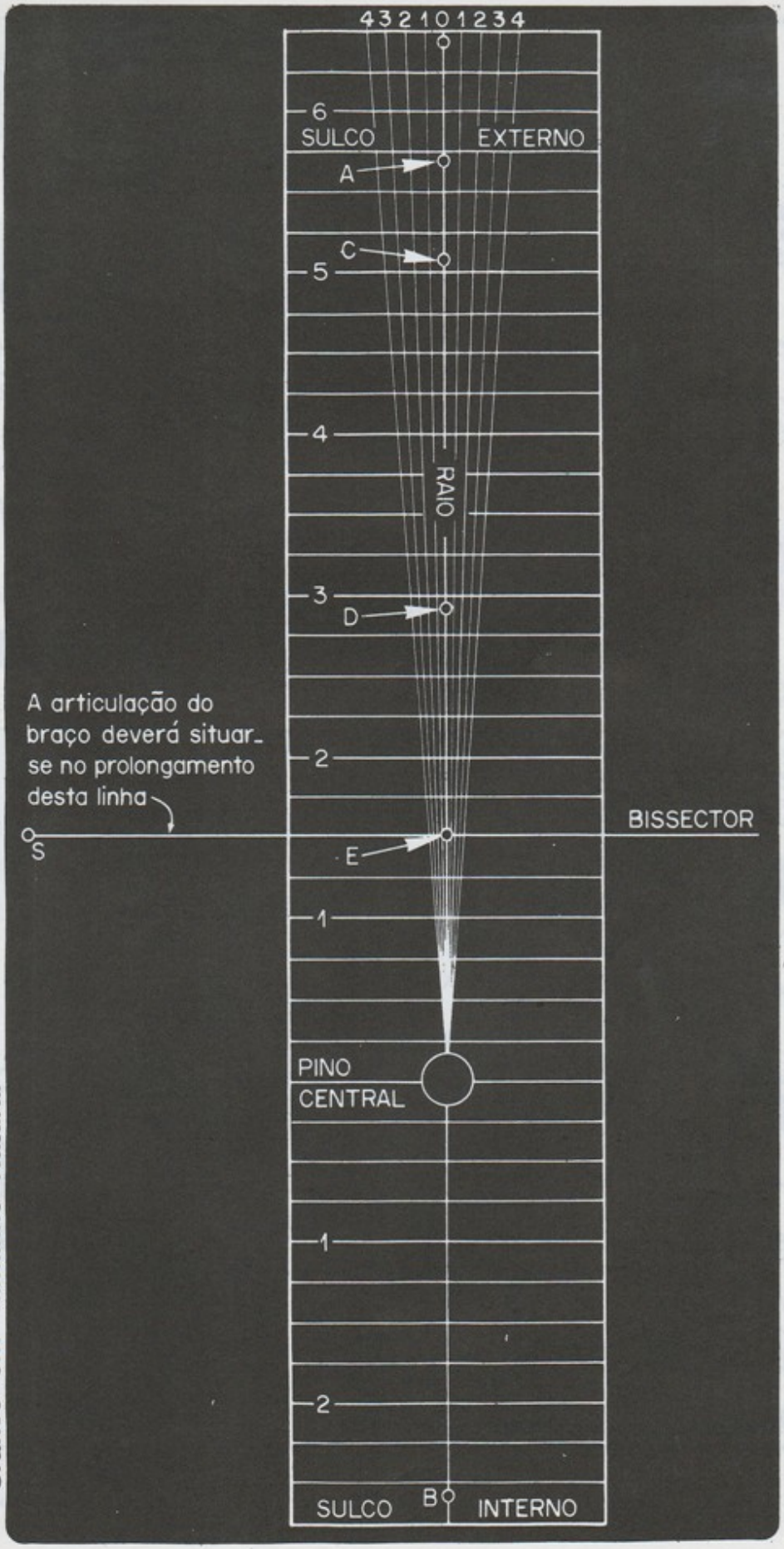
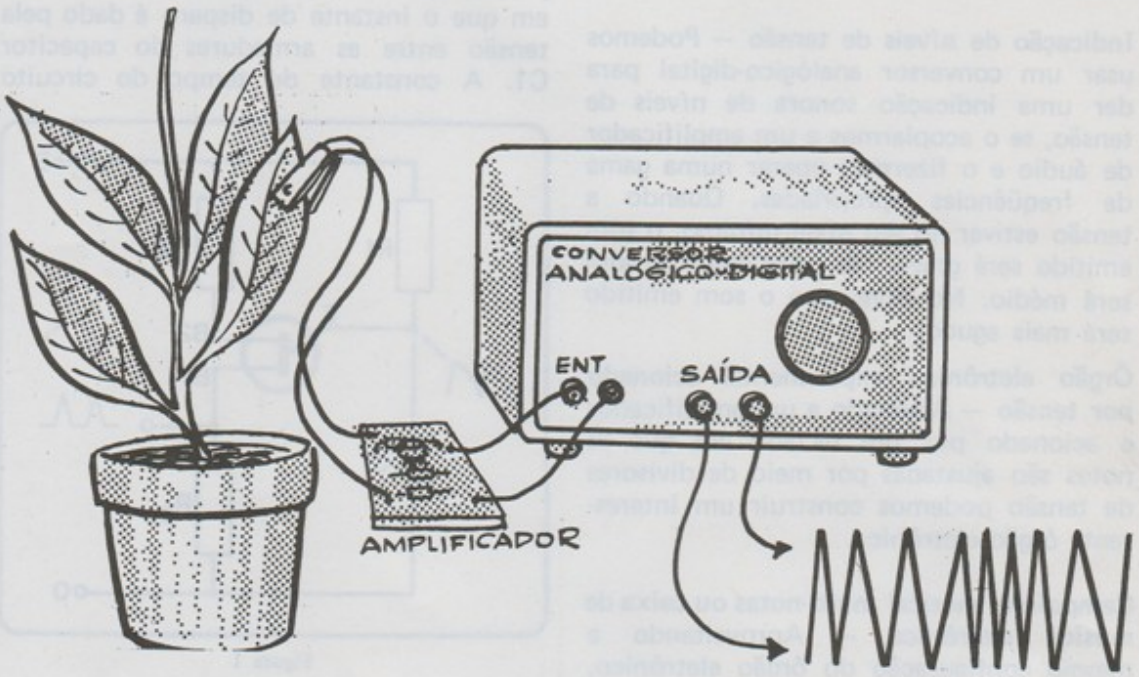


Gráfico em Tamanho Natural


QUE VOCÊ ACHA DO MEU SUPER-HIPER-ASPIRADOR ELETROSTÁTICO?
?
É, EU TENHO UM PROJETO DE UM CRONÔMETRO DIBITAL E EU QUERIA PUBLICAR UM ARTIGO...
REDATOR
?
?!
DIRETOR
É UM NOVO SOLDADOR ALIMENTADO A DINAMO QUE ELE INVENTOU...

CONVERSOR ANALÓGICO DIGITAL ©



Uma variação contínua da tensão de entrada entre dois limites pré-estabelecidos provoca uma variação da freqüência de saída também entre dois valores pré-determinados.

Quais são as aplicações práticas para um conversor analógico digital?

O que são os conversores analógicos-digitais e como funcionam?

Abordaremos não só alguns aspectos práticos dos conversores analógicos digitais, descrevendo em pormenores a construção de um bastante simples, como analisaremos seu funcionamento sugerindo algumas aplicações para esse tipo de circuito.

Um conversor analógico-digital é um circuito em que uma variação de uma grandeza numa gama contínua de valores (analógica) produz uma variação de uma grandeza numa gama de valores discretos (digital).

A freqüência do sinal de saída, uma grandeza que pode ter apenas valores discretos, é dependente da tensão de entrada, uma grandeza que pode variar numa gama contínua de valores.

Dentre as possíveis aplicações para um

circuito desse tipo, podemos citar as seguintes:

Medida de tensões ou grandezas contínuas por meio de instrumentos digitais – Se alaborarmos uma escala apropriada, podemos converter tensões, correntes ou resistências em freqüências de valores proporcionais. Conhecendo a relação de dependência entre essas grandezas podemos usar um freqüencímetro digital na sua medida.

Indicação de níveis de tensão – Podemos usar um conversor analógico-digital para dar uma indicação sonora de níveis de tensão, se o acoplarmos a um amplificador de áudio e o fizermos operar numa gama de freqüências apropriadas. Quando a tensão estiver no seu nível mínimo, o som emitido será grave. No nível médio o som será médio. No nível alto o som emitido será mais agudo.

Órgão eletrônico experimental acionado por tensão – Acoplado a um amplificador e acionado por um teclado em que as notas são ajustadas por meio de divisores de tensão podemos construir um interessante órgão eletrônico.

Campainha musical multi-notas ou caixa de música eletrônica – Aproveitando a mesma configuração do órgão eletrônico, mas fazendo o acionamento automático do circuito divisor de tensão por meio de um gerador seqüêncial de impulsos e uma matriz de diodos programada segundo a música desejada, podemos gerar seqüências quaisquer de notas musicais em quantidade que dependerá do número de pulsos de cada ciclo do gerador seqüencial.

Monitor de variações de tensão para o laboratório de biologia – O conversor analógico-digital pode ser acoplado a um amplificador monitor e a células de organismos em estudo. As variações dos potenciais dessas células poderão provocar variações do som emitido pelo amplificador, permitindo a monitoração dos fenômenos que ocorrem. Esta aplicação, bastante interessante no laboratório de biologia, tem sido notada especialmente na monitoração das variações dos potenciais de células vegetais quando então se obtém interessantes efeitos sonoros que inclusive chegaram a ser abordados e envolvidos por certo teor "fantástico" em programas de televisão.

COMO FUNCIONA

Na figura 1 temos ilustrado um oscilador de relaxação básico com transistor unijunção. Neste circuito o transistor unijunção opera como dispositivo comutador em que o instante de disparo é dado pela tensão entre as armaduras do capacitor C1. A constante de tempo do circuito

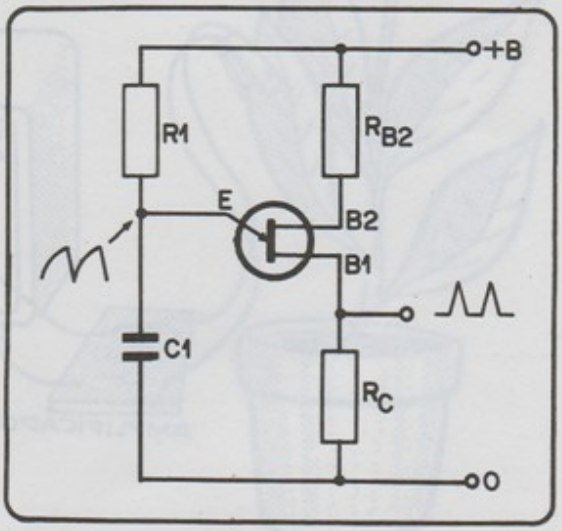


Figura 1

formado por R1 e C1 determina, portanto, a freqüência do oscilador. O capacitor carrega-se por meio de R1 até que a tensão de disparo do transistor unijunção seja atingida. Neste instante o transistor conduz intensamente fazendo com que o capacitor se descarregue através do circuito de carga. Um pulso bastante agudo é então gerado, sendo sua duração dada pelo valor do capacitor e pelo resistor de carga.

Uma vez descarregado, o transistor volta ao seu estado de não condução e um novo ciclo se inicia. Podemos alterar a freqüência do oscilador de relaxação quer seja alterando o valor de R1, o valor de C1 ou ambos, quer dizer, a constante de tempo do circuito RC.

No nosso circuito conversor analógico-digital substituiremos por um transistor o resistor em questão. O transistor comportar-se-à como um resistor variável cujo valor é função de sua polarização (figura 2). Isso significa que a resistência entre o emissor e o coletor do transistor será dada pela tensão de entrada que determinará a corrente de base.

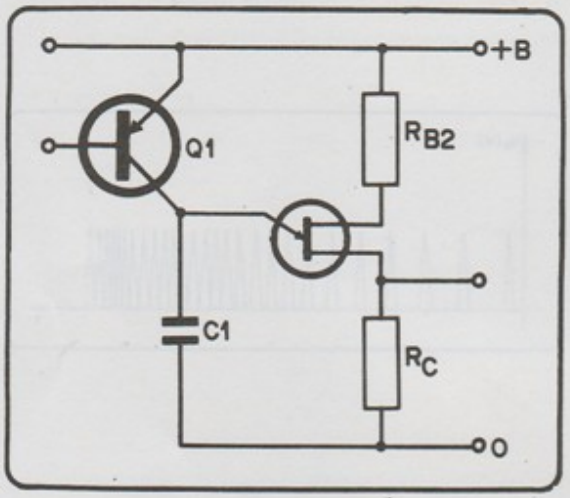


Figura 2

Por meio do potenciômetro R3 (figura 3) 3) podemos controlar a resistência representada pelo transistor na ausência de sinal de entrada e com isso determinar a gama de tensões de entrada do circuito.

Conforme o caso, poderemos fazer o circuito operar somente com tensões positivas de entrada e inclusive com tensões negativas.

O potenciômetro R4 determina a tensão de disparo do oscilador, permitindo um ajuste da freqüência inicial (fo) em função também da tensão de entrada.

O valor do resistor R1 é determinado pela gama de tensões de entrada, situando-se na faixa dos 100 aos 470 kΩ para tensões de entrada da ordem de alguns Volts e na faixa dos 2,2 aos 4,7 MΩ para tensões de entrada da ordem de dezenas de Volts.

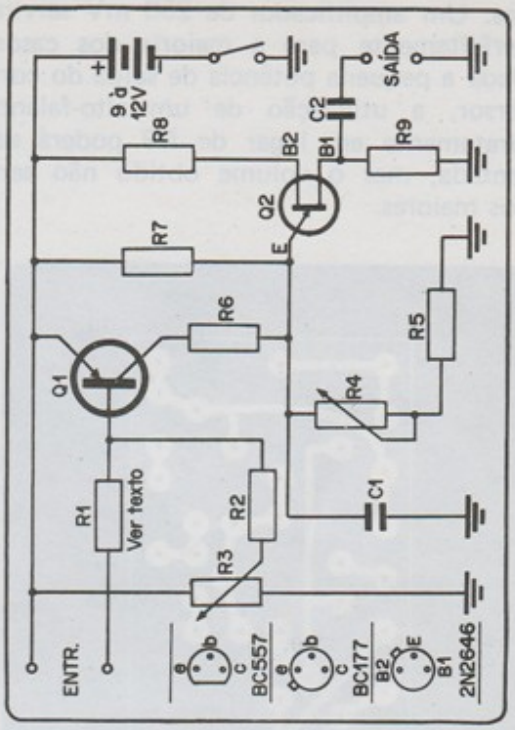


Figura 3

Com os valores dos componentes dados no circuito, a faixa de freqüências obtidas nas melhores condições de ajuste vai de 100 Hz na ausência de sinal ou com o nível mínimo à 5 kHz para excitação máxima, ou seja, quando Q1 se encontrar saturado.

MONTAGEM E COMPONENTES

Evidentemente, a montagem do circuito é feita numa placa de fiação impressa cuja configuração damos na figura 4.

Os resistores usados são todos de 1/8 W e os capacitores de poliester.

Os cuidados com a montagem são os normais. Um ferro de soldar de pequena potência deve ser usado (no máximo 30 W) para evitar qualquer dano aos componentes.

A conexão do conversor ao amplificador deve ser feita por meio de fio blindado para se evitar a captação de zumbi-

dos. Um amplificador de 250 mV servirá perfeitamente para a maioria dos casos. Dada a pequena potência de saída do conversor, a utilização de um alto-falante diretamente em lugar de R9 poderá ser tentada, mas o volume obtido não será dos maiores.

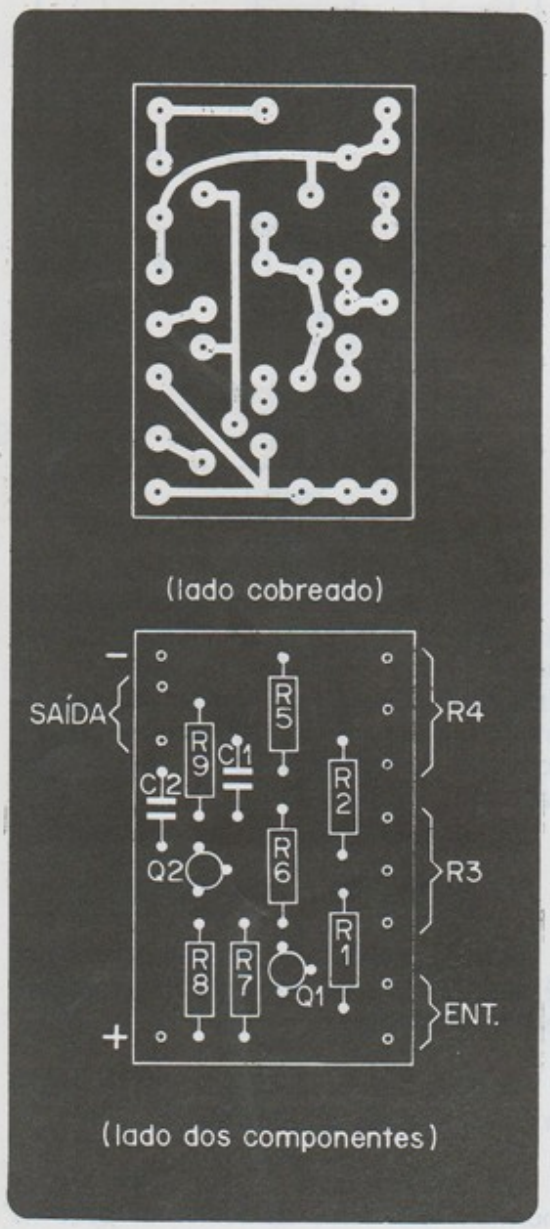
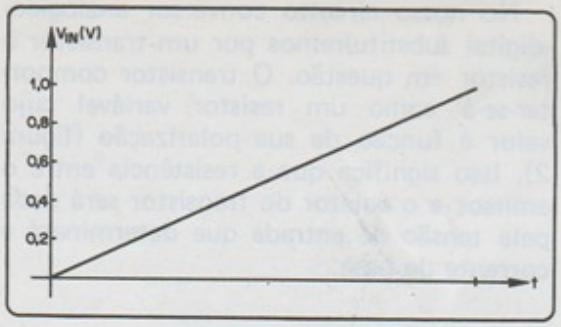
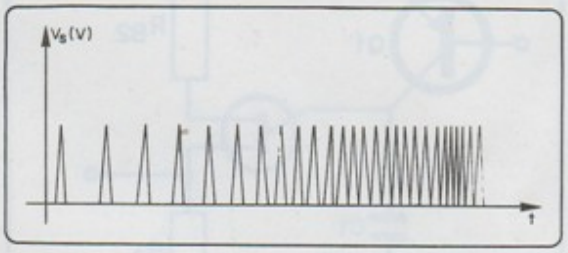
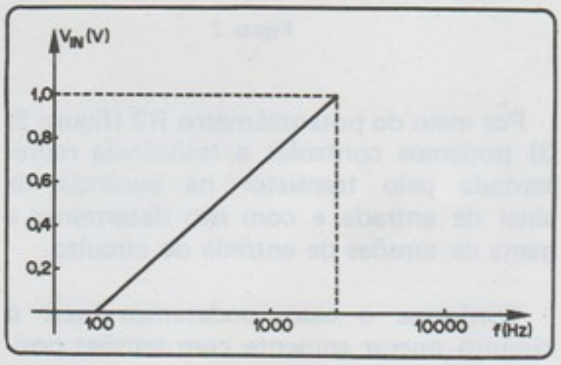


Figura 4

Com relação à fonte de alimentação, deve fornecer uma tensão entre 6 a 12 V, podendo ser usadas pilhas comuns, bateria, ou ainda a fonte que forneça uma tensão em torno de 9 Volts.







RELAÇÃO DE COMPONENTES

Q1 – BC557 ou BC177
Q2 – 2N2646 – transistor unijunção
R1 – Ver texto
R2 – 220 kΩ@ 0,5 Watt
R3 – 5 kΩ pot. lin.
R4 – 220 kΩ pot. lin.
R5 – 22 kΩ@ 0,5 W
R6 – 2,2 kΩ@ 1/8 W
R7 – 560 kΩ@ 1/8 W
R8 – 470 Ω@ 1/8 W
R9 – 100 Ω@ 1/8
C1, C2 – 0,1 μF – poliester ou cerâmica

MISTURADOR DE ÁUDIO COM MOS-FET

Newton C. Braga

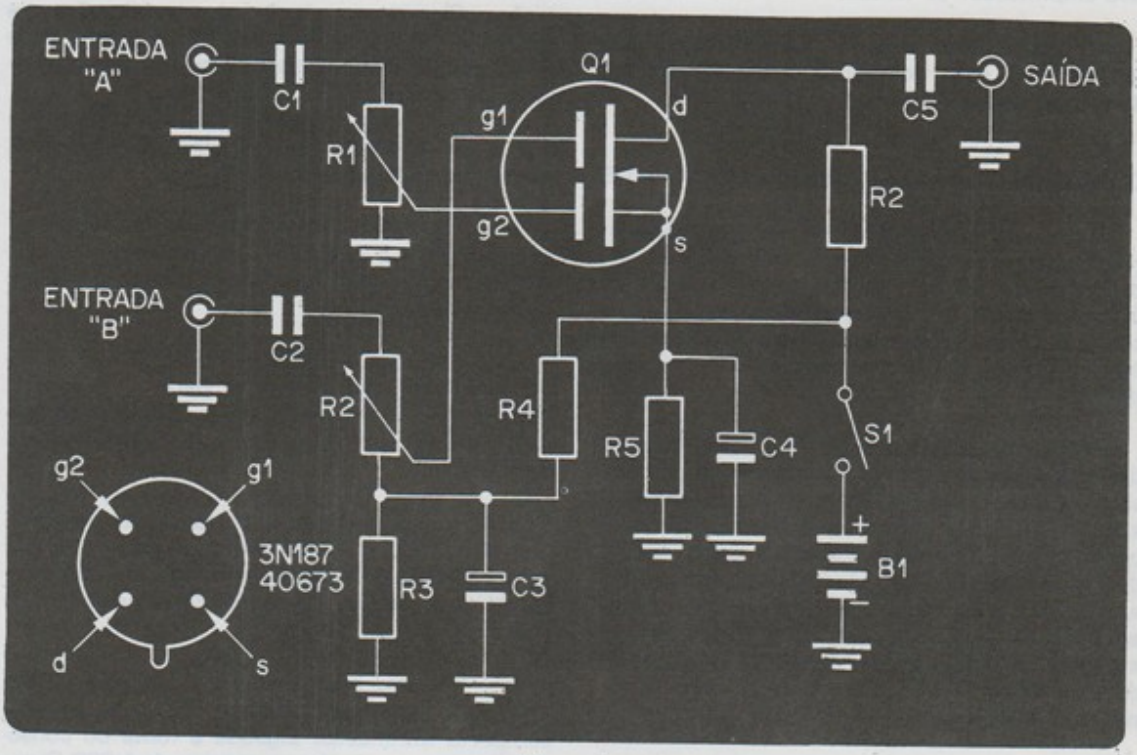


Figura 1

Este misturador de áudio de duas entradas (fig. 1), cuja impedância depende dos valores do potenciômetro de cada uma, pode ser usado em conjunto com microfones, cápsulas de cerâmica ou cristal ou com qualquer outra fonte de programa convencional. O uso de um transistor MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor – Field Effect Transistor) neste circuito, entre outras, apresenta a característica de possuir uma reduzidíssima modulação cruzada.

A impedância de entrada, conforme dissemos, dependerá dos valores dos potenciômetros usados na entrada podendo este situar-se entre valores compreendidos entre 100 kΩ e 5 MΩ. Lembramos, entretanto, que, o uso de potenciômetros de valores mais elevados implica na possibilidade maior de captação de ruídos e zumbidos devendo as devidas precauções serem tomadas nestes casos.

Para uma tensão de alimentação de 6 Volts este circuito drena, sem sinal, uma corrente de 3 mA

O ganho do circuito sem carga é de 10, sendo a amplitude máxima do sinal de entrada permitida, sem haver distorção por ceifamento, de 0,1 Volts R.M.S. em ambas as entradas. Um ajuste da amplitude correta do sinal nas entradas do transistor é feita pelos potenciômetros correspondentes.

Para a montagem os cuidados normais para este tipo de circuito devem ser observados: ligações curtas, diretas e blindagens sempre que houver necessidade.

O MOS–FET

MOS-FET significa Metal Oxide Semiconductor – Field Effect Transistor, ou, traduzindo para o português, Transistor de Efeito de Campo de Óxido de Metal Semicondutor. Neste semicondutor o eletrodo de comporta consiste numa pequena placa de metal isolada do substrato por uma finíssima camada de óxido de silício.

Como a corrente que pode circular por essa camada de isolamento é da ordem de 10 pico Ampères (10^{-11} A), ou seja, muito menor que nos transistores de efeito de campo comuns; o resultado é a obtenção de uma resistência de entrada da mesma ordem que a das válvulas termo-iônicas. Assim, nos circuitos práticos, o MOS-FET atua essencialmente como um dispositivo amplificador de tensão.

Comercialmente os MOS-FET podem apresentar uma ou duas comportas e podem ou não apresentar proteção interna.

CUIDADOS COM O MANUSEIO DOS MOS–FET

O principal ponto que deve ser observado em relação à constituição física dos MOS-FET é a delicadeza da película de óxido que isola a comporta do substrato. Qualquer descarga eletrostática ou sobrecarga por transientes ou excesso de tensão pode perfurá-la inutilizando o semicondutor.

Entretanto existem MOS-FET que possuem uma proteção interna contra este perigo que consiste na ligação de diodos zener em oposição na entrada conforme mostra a figura 2. Abaixo de certa tensão os diodos oferecem extremamente alta resistência à circulação de qualquer corrente e, portanto, não afetam de modo sensível o sinal aplicado ao transistor; quando a tensão limite é atingida, os diodos zener conduzem intensamente curto-circuitando o sinal e evitando assim dano à película de óxido.

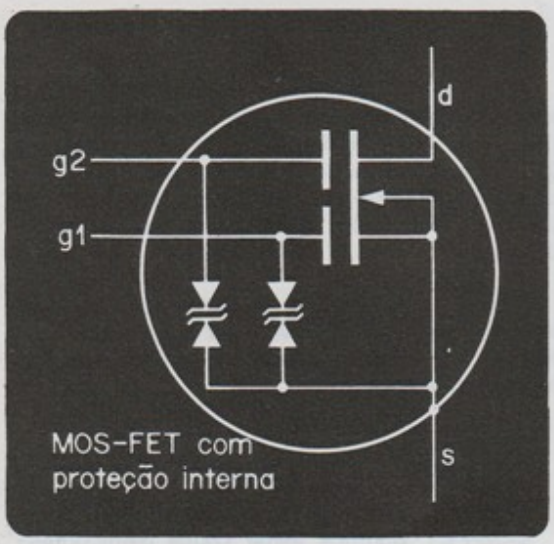


Figura 2

Assim, enquanto que os transistores de efeito de campo sem proteção são extremamente delicados em relação até mesmo a cargas no corpo do técnico, de ferramentas próximas, exigindo uma técnica toda especial de manuseio, os MOS-FET com proteção podem ser manuseados com os mesmos cuidados tomados com um transistor comum.

Para maior segurança, podemos dizer que, para o manuseio de um MOS-FET, devemos observar as seguintes regras:

1 – Siga rigorosamente as especificações dos diagramas em que o MOS-FET é usado. Não altere valores de componentes ou use tensão diferente da recomendada.

2 – Tome o máximo de cuidado em relação à identificação dos terminais do MOS-FET; use um soquete para sua instalação.

3 – Não deixe cair o componente, não torça seus terminais e nem o submeta a esforço mecânico excessivo; sendo muito frágil pode danificar-se facilmente.

4 – Não deixe o invólucro do MOS-FET fazer contacto com nenhuma parte do circuito, pois, sendo eletricamente ligado ao substrato, podem ocorrer curto-circuitos que o danificariam facilmente.

5 – Ligações diretas e curtas, corte de terminais curtos são recomendáveis de modo a se evitar a captação de ruídos e zumbidos ou realimentações que possam afetar o funcionamento do circuito.

6 – Se usar apenas uma das entradas de um MOS-FET de duas entradas não deixe livre a comporta inutilizada. Ligue-se à fonte ou conecte-a à terra através de um resistor de 1 000 Ohms aproximadamente.

7 – Não deixe que campos magnéticos fortes atinjam o MOS-FET.

8 – Na soldagem, evite que o calor desenvolvido no processo atinja o corpo do componente. Use soldadores de pequena potência (máximo 30 w) e as técnicas de dissipação de calor conhecidas de todos os montadores que trabalham com transistores. Jamais use pistola de soldar!! . . .

RELAÇÃO DE COMPONENTES

Q1 – MOS-FET – 3N187 ou 40673
R1, R2 – Potenciômetros lineares - ver texto
R3 – 1,5 kΩ @ 1/8 Watt
R4 – 4,7 kΩ @ 1/8 Watt
R5 – 330 Ω @ 1/8 Watt
R6 – 1,8 kΩ @ 1/8 Watt
C1 – C2 @ 0,1 μF – poliester
C3 – 100 μF @ 12 V – eletrolítico
C4 – 50 μF @ 12 V – eletrolítico
C5 – 0,1 μF – poliester
B1 – 6 Volts (4 pilhas pequenas em série)
S1 – Interruptor simples

SIMPLES PROVADOR DE CONTINUIDADE

Geralmente o técnico reparador ou o amador costuma usar nas provas de continuidade de enrolamentos de transformadores, motores, cabos de alimentação, fusíveis, etc., o multímetro colocado na posição de medida de menores resistências. tências.

Entretanto, em alguns casos em que não se pode dispôr do próprio multímetro para as provas de continuidade, ou se se tratar de principiantes que ainda não possuem esse instrumento, nada melhor do que um provador de continuidade para este tipo específico de prova.

O provador que descrevemos apresenta uma série de vantagens que podem tornar-se bastante úteis na bancada de trabalho. A corrente de prova, por exemplo é bastante pequena o que nos garante que qualquer que seja o componente analisado não haverá perigo de dano, já que a tensão também é baixa.

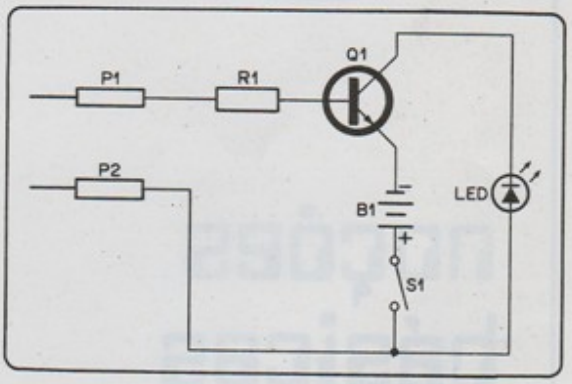
Do mesmo modo sua sensibilidade é bastante grande para que, mesmo que o circuito em prova apresente uma resistência de alguns milhares de Ohms, ainda assim tenhamos uma indicação visível de continuidade.

A alimentação, feita com uma tensão de 4,5 V, permite uma montagem bastante compacta tornando o instrumento perfeitamente portátil.

O transistor pode ser de qualquer tipo para uso geral NPN de baixa potência como o BC108, BC548, etc.

O LED pode também ser de qualquer tipo devendo, apenas, na instalação, ser observada sua polaridade. LED (diodos emissores de luz) vermelhos, verdes ou amarelos poderão ser usados indistintamente nesta montagem.

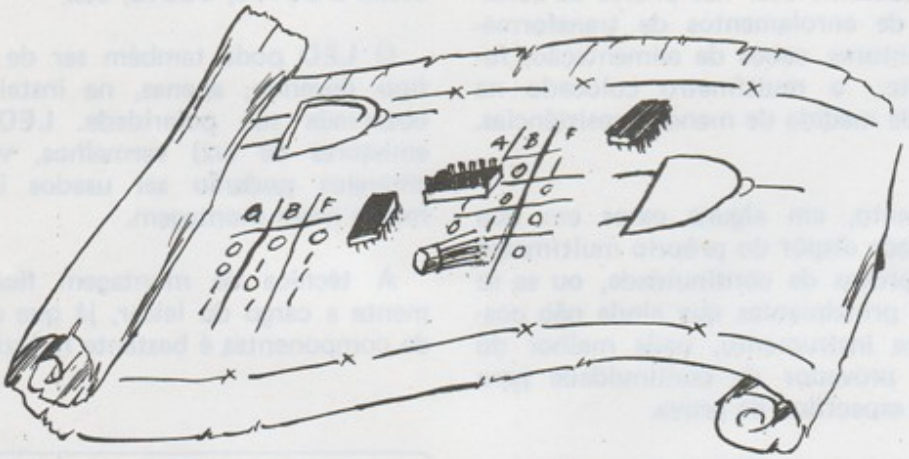
A técnica de montagem fica inteiramente a cargo do leitor, já que o número de componentes é bastante reduzido.



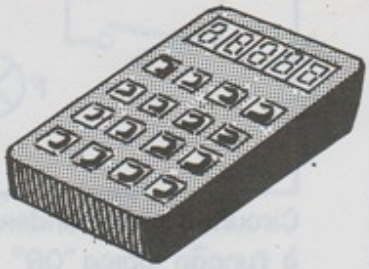
Lista de Material

TR1 – Transistor NPN (ver texto)
R1 – 1 kΩ @ 0,5 W
B1 – 4,5 V (3 pilhas ligadas em série)
S1 – Interruptor simples
LED – FLV110, CQA60X ou equivalente
P1, P2 – pontas de prova, vermelha e preta

CIRCUITOS LÓGICOS



noções básicas para principiantes



A palavra "logos" tem sua origem na Grécia antiga, tendo sido empregada por Heráclito para explicar, de forma racional, que tudo na natureza se encontra num estado de fluxo constante.

"Logos" significa palavra, razão e, na matemática, como na ciência em geral, a lógica é a disposição ordenada do conhecimento já adquirido mediante a qual pode ser deduzida premissa posterior baseando-se na prévia sem a necessidade de se realizar experimentos.

Jorge Boole, no século XVII, desenvolveu um processo bastante simples de álgebra lógica que entretanto foi naquela época de uso prático muito reduzido.

Com o desenvolvimento das calculadoras eletrônicas e dos ordenadores, somente um processo racional de descrever seu complexo funcíonamento poderia permitir seu projeto e a Algebra Booleana encontrou uma aplicação prática bastante importante.

De maneira simplificada podemos dizer que a Álgebra Booleana se baseia no conceito de que somente existem duas alternativas possíveis para uma pergunta: certo ou errado, ou ainda, sim ou não.

Isso nos leva aos circuitos elétricos mais simples como o formado por uma pilha, um interruptor e uma lâmpada. Neste circuito, também temos dois estados possíveis: ou a lâmpada está acesa ou está apagada conforme a posição do interruptor, aberto ou fechado. (figura 1)

Podemos então associar dois algarismos a estas condições: 0 e 1.

Associamos o algarismo 0 ao interruptor aberto e também à lâmpada apagada; zero indica, portanto, a ausência de corrente.

Associamos o algarismo 1 ao interruptor fechado e também à lâmpada acesa. Um indica, portanto, a presença de corrente.

Através de uma tabela é viável representar todas as situações possíveis para nosso circuito. Nesta tabela colocamos as situações do interruptor e as situações correspondentes da lâmpada. Denominada **tabela verdade** é largamente usada nas análises dos circuitos lógicos.

interruptor	lâmpada
0	0
1	1

Evidentemente, nosso circuito lógico é dos mais simples. O que ocorre na sua entrada (interruptor) ocorre também na sua saída (lâmpada). Podemos dizer que ele corresponde a uma **igualdade lógica.** Se representarmos sua entrada (interruptor) por A, e sua saída (lâmpada) por F, resulta:

$$A = F$$

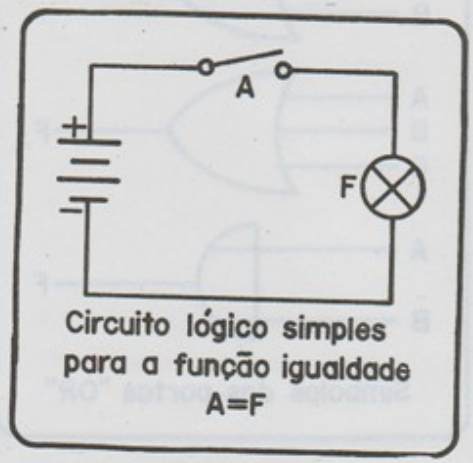


Figura 1

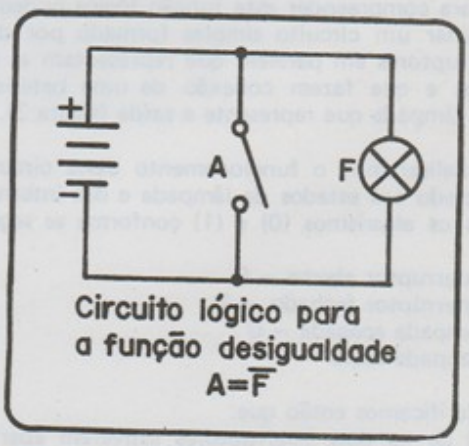


Figura 2

Naturalmente, não é este o único meio de ligarmos o interruptor no mesmo circuito, o que nos leva à possibilidade de representar a **desigualdade lógica.**

Se ligarmos o interruptor em paralelo com a fonte (figura 2) vemos que, quando o interruptor se encontra aberto (0), a lâmpada se encontra acesa (1). Quando fechamos o interruptor, isto é, o levamos ao estado (1), a lâmpada apaga, isto é, é levada ao estado (0). Na saída temos uma situação diferente de entrada. Uma tabela verdade pode ser feita do seguinte modo:

Interruptor	Lâmpada
0	1
1	0

Os circuitos lógicos mais complexos são formados por diversos tipos de circuitos comutadores cujas tabelas verdade e as entradas são bastante distintas. Normalmente encontramos diversas entradas e uma saída podendo ter como base para seu funcionamento não realmente interruptores comuns, mas interruptores eletrônicos ou seja, transistores.

Assim, como nas aplicações práticas diversas **funções lógicas** devem ser empregadas pelo projetista, pois permitem a obtenção de determinados tipos de sinais de saída em função de determinadas entradas, passamos a estudar as principais.

As **funções lógicas primárias** que estudaremos a seguir são as seguinte:

AND ou em português E
OR ou em português OU
NAND ou em português E NÃO
NOR ou em português OU NÃO

FUNÇÃO OR

Para compreender esta função lógica podemos imaginar um circuito simples formado por dois interruptores em paralelo que representam as entradas e que fazem conexão de uma bateria a uma lâmpada que represente a saída (figura 3).

Analisaremos o funcionamento deste circuito associado aos estados da lâmpada e dos interruptores os algarismos (0) e (1) conforme se segue:

interruptor aberto – 0
interruptor fechado – 1
lâmpada apagada – 0
lâmpada acesa – 1

Verificamos então que:

a) Se os dois interruptores estiverem abertos não haverá alimentação para a lâmpada; podemos então dizer que quando as duas entradas forem (0) a saída também será (0);

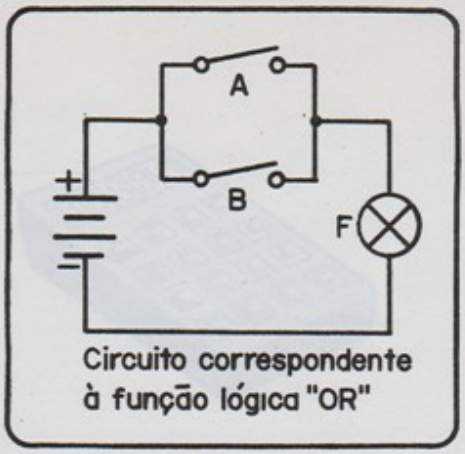


Figura 3

b) Entretanto, se um **OU** outro interruptor for fechado, ou seja, se A ou B for acionado, haverá percurso para a corrente e a lâmpada acenderá; isso quer dizer que se uma das entradas for (1) a saída também será (1); quando uma **OU** outra entrada for (1) a saída também será (1);

c) É evidente que, se os dois interruptores forem fechados, a lâmpada acenderá o que quer dizer que também teremos uma saída (1) quando as duas entradas forem (1).

Podemos elaborar então a seguinte tabela ver-

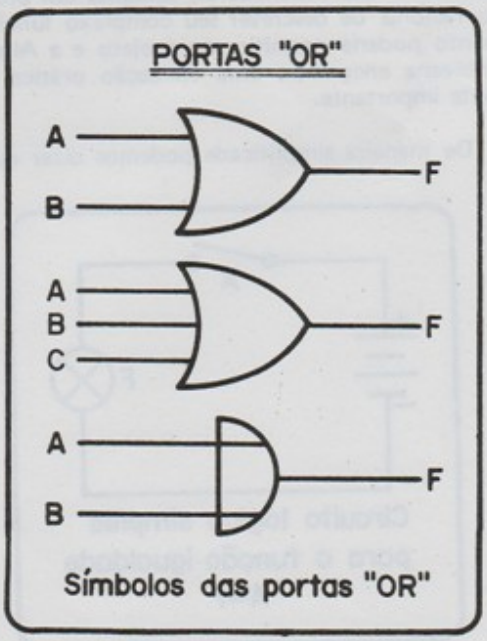


Figura 4

dade para a função lógica **OR.**

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Os símbolos adotados para o circuito correspondente à função lógica OR, ou seja, para a porta OR são dados na figura 4. Configurações de mais duas entradas são comuns em aplicações práticas, sendo entretanto seu princípio de funcionamento absolutamente o mesmo.

FUNÇÃO LÓGICA AND

Para entendermos a função lógica AND imaginamos um circuito simples em que dois interruptores são ligados em série e conectando uma bateria a uma lâmpada (figura 5). Novamente, atribuiremos os algarismos 0 e 1 aos estados do interruptor e lâmpada conforme adotamos na explicação da função OR.

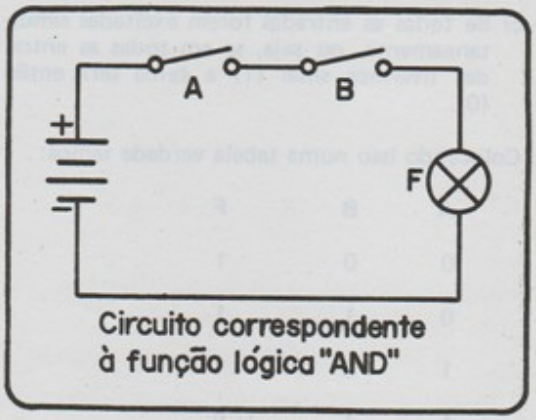


Figura 5

Verificamos então que:

a) Se os dois interruptores estiverem abertos, a lâmpada não acenderá; quando, então, as entradas forem (0) a saída também será (0);

b) Se fecharmos apenas um dos interruptores, seja o primeiro ou o segundo, ainda assim a lâmpada não acenderá pois não haverá a circulação de corrente; quando apenas uma das entradas for (1) a saída ainda será (0).

c) Para que a lâmpada acenda tanto um como outro interruptor devem ser fechados; somente assim teremos percurso para a corrente e portanto uma saída; para que a saída seja (1), um e outro interruptor devem ser acionados.

Para a porta AND podemos elaborar então a seguinte tabela verdade:

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Representamos as portas AND conforme mostra a figura 6, podendo ser encontradas com diversas entradas, sendo porém seu princípio de funcionamento sempre o mesmo.

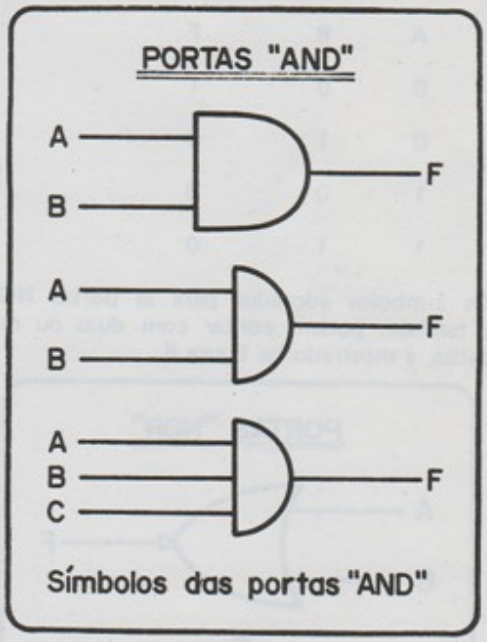


Figura 6

FUNÇÃO LÓGICA NOR

A função lógica NOR pode ser analisada como uma negativa de função OR, ou seja teremos uma saída (1) quando nem um nem outro interruptor forem fechados, isto é, quando não houver nenhuma entrada.

Podemos imaginar seu funcionamento adicionando ao circuito convencional um outro que inverta a saída, ou melhor, torne (1) quando for (0) e torne (0) quando for (1). (figura 7)

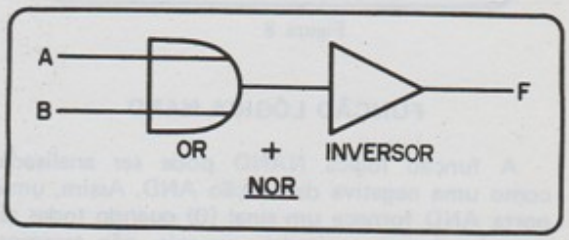


Figura 7

Analisando as possíveis situações para a porta NOR temos o seguinte:

a) Se em ambas as entradas o sinal for (0), a saída será (1), ou seja, teremos uma saída quando não houver entrada;

b) Se em uma das entradas for aplicado o sinal (1), ou seja, se houver excitação, então a saída será (0); para cortar a saída bastará aplicarmos um sinal em qualquer uma das entradas;

c) Se excitarmos as duas entradas, ainda assim a saída será (0).

Uma tabela verdade para esta função seria a seguinte:

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Os símbolos adotados para as portas NOR, que também podem contar com duas ou mais entradas, é mostrado na figura 8.

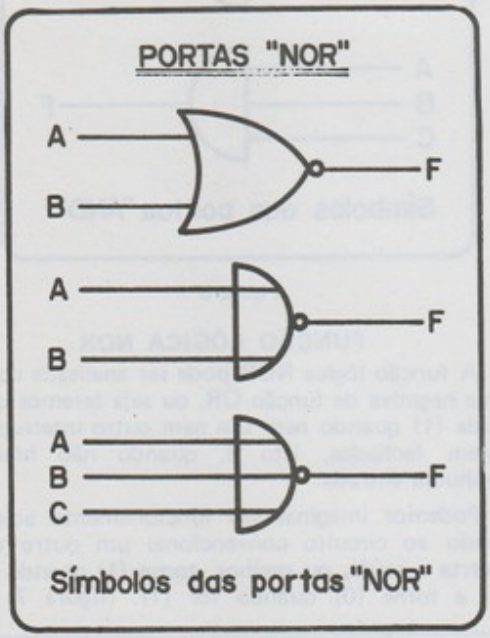


Figura 8

FUNÇÃO LÓGICA NAND

A função lógica NAND pode ser analisada como uma negativa da função AND. Assim, uma porta AND fornece um sinal (0) quando todas as entradas forem excitadas, ou seja, não teremos saída quando uma e outra entrada forem excitadas.

Podemos imaginar uma porta AND em que se segue um circuito capaz de inverter o sinal obtido, isto é, tornar (0) se for (1) e tornar (1) se for (0). (figura 9).

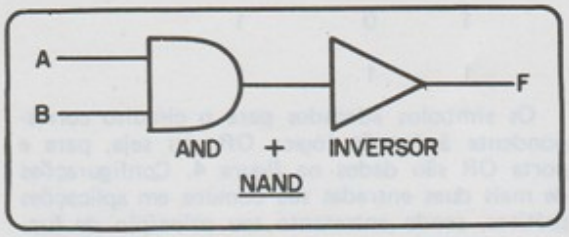


Figura 9

Analisando as possíveis situações temos:

a) Se nenhuma das entradas for excitada, isto é, se o sinal de ambas as entradas for (0) a saída será (1);

b) Se qualquer uma das entradas for excitada separadamente, o sinal de saída ainda será (1);

c) Se todas as entradas forem excitadas simultaneamente, ou seja, se em todas as entradas tivermos sinal (1) a saída será então (0).

Colocando isso numa tabela verdade temos:

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

FUNÇÃO EXCLUSIVE OR

A função esclusive OR, encontrada em muitas aplicações práticas, pode ser considerada como uma adição em módulo 2. A tabela verdade para esta função é a seguinte:

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0 (vai 1)

Seu símbolo é dado na figura 10.

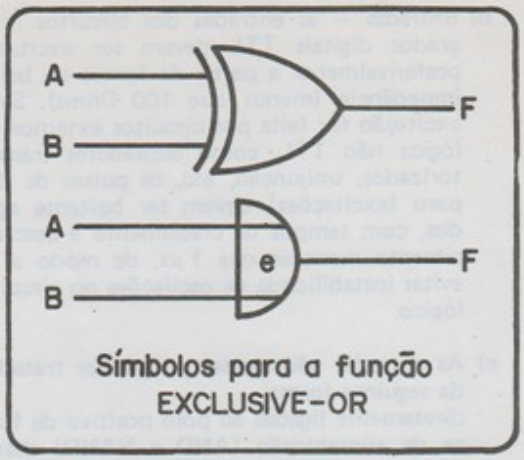


Figura 10

AS PORTAS NA PRÁTICA

Diversos são os tipos de circuitos lógicos disponíveis cujas diferenças residem nas configurações básicas e nas características elétricas obtidas para os sinais de entrada e saída. Assim, podemos citar os circuitos lógicos de diversas tecnologias como os TTL, RTL, DTL, MOS, COS-MOS, etc.

No momento, pela sua grande difusão e baixo custo, os mais indicados para o principiante em seus trabalhos práticos são os circuitos TTL (Transistor Transistor Logic) da série 7400. Os circuitos lógicos TTL se baseiam na construção de transistores múltiplos nas entradas das portas e, para esta série, todos os tipos de portas e demais funções lógicas têm entradas e saídas compatíveis de modo a poderem ser interligadas sem a necessidade de componentes adicionais (figura 11).

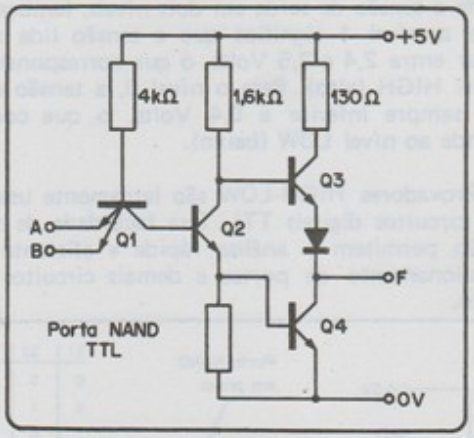


Figura 11

Para a série 7400 a tensão de alimentação deve ser de 5 Volts, o sinal de entrada que interpretado como (1) pelo circuito, deve consistir numa tensão positiva de pelo menos 2 Volts e o sinal (0) deve corresponder a uma tensão de no máximo 0,8 Volts.

Com relação à saída, para o sinal (1) temos uma tensão da ordem de 3,3 Volts e para a saída (0) o valor máximo de tensão é sempre inferior a 0,4 Volts.

Freqüentemente encontramos num mesmo invólucro diversos circuitos correspondentes a funções lógicas, como portas de diversos tipos e diversas entradas. O projetista deve estar apto a entender as especificações dadas pelos fabricantes para seus circuitos lógicos.

A primeiro especificação importante que deve ser entendida é a relacionada com o número de portas existentes num único invólucro. Podemos então encontrar num único invólucro duas, três ou mais portas de determinado tipo. Igualmente, cada porta poderá ter uma, duas ou mais entradas, sendo portanto esta a segunda especificação importante.

Para exemplo citamos alguns circuitos integrados da série 7400 com as suas especificações e seus significados:

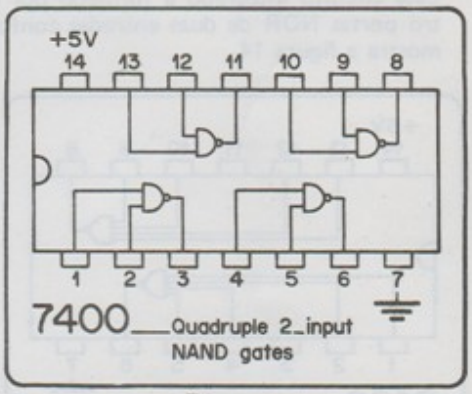


Figura 12

a) 7400 – Quadruple ou Quad 2-Input NAND gates
Isso significa que num único invólucro encontramos 4 portas NAND sendo cada uma de duas entradas (figura 12)

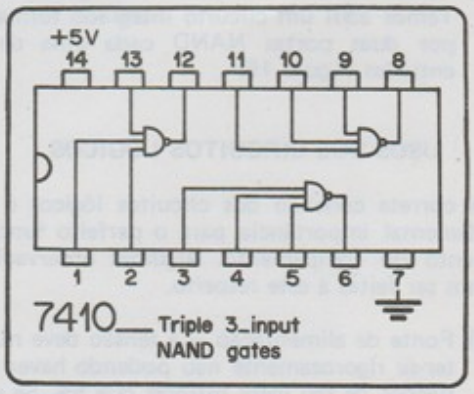


Figura 13

b) 7410 – Triple 3 – Input NAND gates
Neste caso temos num único invólucro 3 portas NAND tendo cada uma 3 entradas (figura 13)

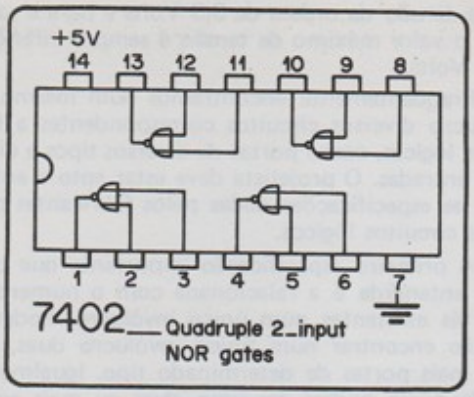


Figura 14

c) 7402 – Quadruple 2-Input NOR gates
Este circuito integrado é formado por quatro portas NOR de duas entradas conforme mostra a figura 14

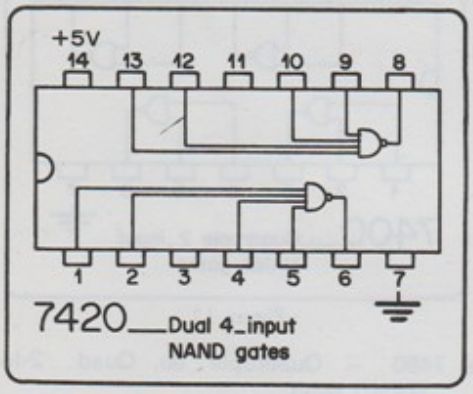


Figura 15

d) 7420 – Dual 4-Input NAND gates
Temos aqui um circuito integrado formado por duas portas NAND cada uma de 4 entradas (figura 15)

USOS DOS CIRCUITOS LÓGICOS

A correta conexão dos circuitos lógicos é de fundamental importância para o perfeito funcionamento do equipamento. Algumas observações podem ser feitas a este respeito.

a) Fonte de alimentação – a tensão deve manter-se rigorosamente não podendo haver variações de seu valor maiores que 5%. Se um número muito grande de circuitos integrados tiver de ser usado num mesmo equipamento, uma linha base de terra deve ser adotada de modo a evitar a captação de sinais espúrios que possam afetar o funcionamento do sistema.

b) Entradas – as entradas dos circuitos integrados digitais TTL devem ser excitadas preferivelmente a partir de fontes de baixa impedância (menos que 100 Ohms). Se a excitação for feita por circuitos externos de lógica não TTL, como osciladores transistorizados, unijunção, etc, os pulsos de disparo (excitações) devem ser bastante agudos, com tempos de crescimento e descrescimento menores que 1 μs, de modo a se evitar instabilidade de oscilações no circuito lógico.

c) As entradas não usadas podem ser tratadas da seguinte forma:
diretamente ligadas ao polo positivo da fonte de alimentação (AND e NAND) desde que sua tensão seja inferior a 5,5 Volts;
conectadas ao polo positivo da fonte de alimentação por meio de um único resistor de 1 kΩ, que também atuará como protetor contra aumento de tensão;
conectadas a uma fonte independente de tensão compreendida entre 2,4 e 3,3 Volts.

d) Portas não usadas completamente (não confundir as portas não usadas com as entradas não usadas!) – as entradas das portas não usadas podem ser conectadas diretamente à terra para menor dissipação de potência, ou simplesmente deixadas sem conexão alguma. guma.

PROVAS DE FUNÇÕES LÓGICAS

Na figura 16 ilustramos um circuito simples para provas das portas descritas, sendo na tabela dada a tensão de saída em dois níveis, lembrando que o nível 1 significa que a tensão lida deve estar entre 2,4 e 3,5 Volts, o que corresponde ao nível HIGH (alto). Para o nível 0, a tensão deve ser sempre inferior a 0,4 Volts, o que corresponde ao nível LOW (baixo).

Provadores HIGH-LOW são largamente usados em circuitos digitais TTL. Sua facilidade de operação permitem a análise rápida e eficiente do funcionamento de portas e demais circuitos lógicos.

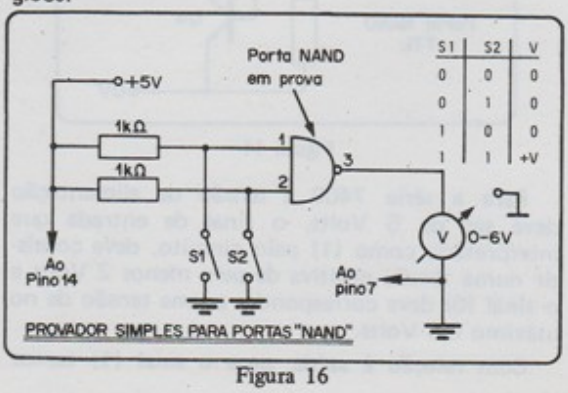


Figura 16

CONTROLE PARA AUTORAMA

uso de transistores de potência como reostatos eletrônicos

A variação de tensão de alimentação de um trem elétrico, ou autorama é feita normalmente por dois processos: através de uma chave de diversas posições que seleciona tomadas do enrolamento secundário do transformador de alimentação, ou através de um potenciômetro ou reostato que então atua como divisor de tensão.

No primeiro caso, temos a desvantagem de só podermos variar a tensão e conseqüentemente a velocidade do modelo em "saltos", o que significa uma considerável perda de realismo no seu comportamento, enquanto que no segundo caso necessitamos de reostatos capazes de manejar altas correntes dissipando grande quantidade de calor quando em funcionamento.

O modelista ainda pouco familiarizado com a eletrônica pode partir deste artigo para a realização de seu primeiro controle eletrônico de velocidade para modelos, se bem que, nada mais seja do que um reostato eletrônico, servindo no entanto para ilustrar as muitas possibilidades que a eletrônica oferece nesse campo.

Ensinaremos, portanto, como podemos usar um transistor de potência na variação contínua da tensão de alimentação de um modelo, empregando reostatos ou potenciômetros de pequena dissipação.

COMO FUNCIONA

Quando usamos um reostato num controle de velocidade para um modelo (autorama ou trem) ou ainda um potenciômetro (figura 1), este atua como um divisor de tensão, ou seja, um circuito em que a tensão de entrada se divide entre o

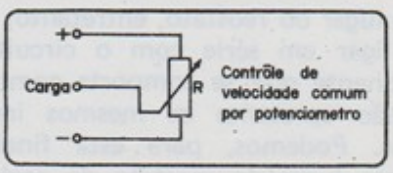


Figura 1

modelo e o próprio componente (reostato ou potenciômetro). Conforme a posição do cursor do reostato, poderemos fazer com que mais ou menos tensão seja aplicada ao modelo e assim variar sua velocidade.

Entretanto, devemos observar que a corrente que circula pelo reostato é a mesma que circula pelo modelo, pois passa através de ambos; essa corrente fará com que uma certa quantidade de energia seja transformada em calor no reostato o qual se aquecerá. Podemos dizer que a energia que não é entregue ao modelo transforma-se em calor nesse componente (reostato). Nos autoramas de competição em que as correntes de operação podem ascender a 10 Ampères, essa potência pode ser de dezenas de Watts, o que exige o emprego de aceleradores especiais com resistores variáveis (reostatos) de altas dissipações.

De qualquer modo, isso apresenta um inconveniente. O cursor do reostato (figura 2) devendo operar com altas correntes

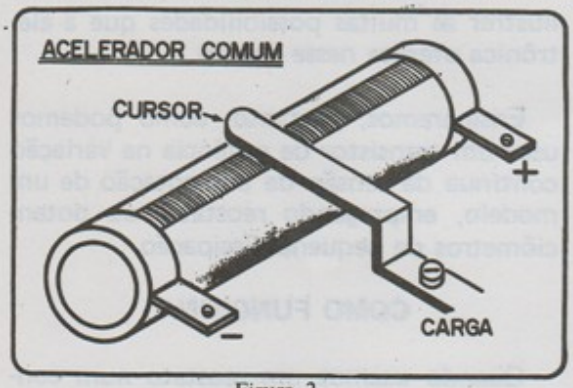


Figura 2

queima-se facilmente, ou seja, tem seus contactos desgastados ou oxidados com facilidade o que em pouco tempo pode resultar em falhas de operação e a necessidade de limpeza ou mesmo de troca do acelerador.

Em lugar do reostato, entretanto, é possível ligar em série com o circuito um componente que se comporta como tal e que não apresenta os mesmos inconvenientes. Podemos, para esta finalidade, usar em lugar do reostato do acelerador um transistor, controlando-o por meio de um reostato ou potenciômetro muito menor, que trabalhando com correntes muito "mais fracas", oferecerá segurança ao circuito e não terá praticamente nenhum desgaste durante a operação.

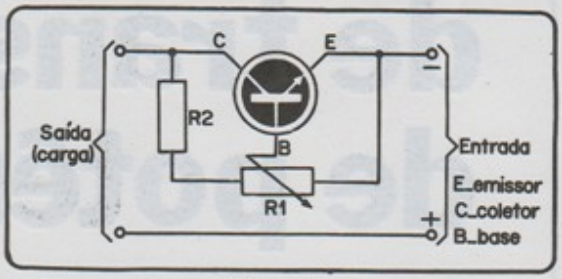


Figura 3

O transistor nas condições da figura 3 opera como um reostato em que a resistência que ele representa é variada em função da corrente que fazemos circular através de seu terminal de base. Assim, a corrente que circula entre o emissor e o coletor do transistor, pode ser controlada por uma corrente de base muito "mais fraca".

A corrente no modelo é, pois, determinada pela corrente de base do transistor.

As vantagens desse tipo de circuito são:

1) A corrente de base que controla a corrente do modelo é muito menor que ela, dependendo do fator de amplificação do transistor. Se for usado o transistor 2N3055, seu fator de amplificação é de 50 vezes o que significa que podemos controlar uma corrente de 5 Ampères num modelo fazendo circular pela base do transistor uma corrente variável que, no máximo, deve ter 0,1 Ampère. Com isso, o reostato usado pode ser pequeno.

2) A outra vantagem reside no fato de que o transistor não possui um cursor móvel real, mas opera pelas propriedades intrínsecas de cristais semicondutores não havendo portanto nenhum perigo de desgaste de contactos ou coisas parecidas.

Entretanto, como agora é o transistor que vai dissipar o calor gerado no processo, sua escolha e instalação deve ser cuidadosa. Para o caso do transistor 2N3055 sua corrente máxima de coletor é de 15 Ampères, de modo que, por medida de segurança, podemos controlar modelos cujas correntes sejam de até 10 Ampères, mas para isso o transistor tem de ser montado num irradiador (figura 4) que deve ser adquirido juntamente com o restante material de instalação, ou seja, isoladores de mica ou fibra, separadores de plástico e eventualmente um pouco de pasta de silicone para facilitar a transmissão do calor gerado no transistor para o irradiador.

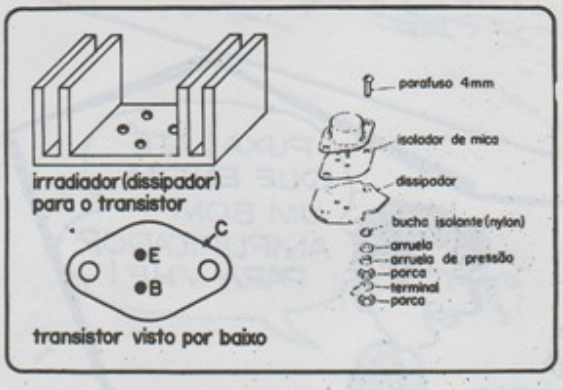


Figura 4

O isolamento entre o transistor e o irradiador é necessário porque existe uma corrente elétrica entre o coletor e seu invólucro metálico. Se essa isolação não for feita, podem ocorrer curto-circuitos que danificarão o transistor ou até mesmo o transformador de alimentação.

A MONTAGEM

Além das preocupações que devem ser tomadas com a fixação do transistor no seu irradiador, cuja figura 4 ilustra pormenorizadamente, de modo a não deixar dúvidas, o máximo de cuidado deve ser observado em relação aos seus terminais.

Com relação ao potenciômetro deve ser usado um de fio 500 ou 1 000 Ohms, conforme a corrente de carga. O resistor ligado em série com o potenciômetro é de 150 Ohms @ 2 Watts, podendo ser de carvão.

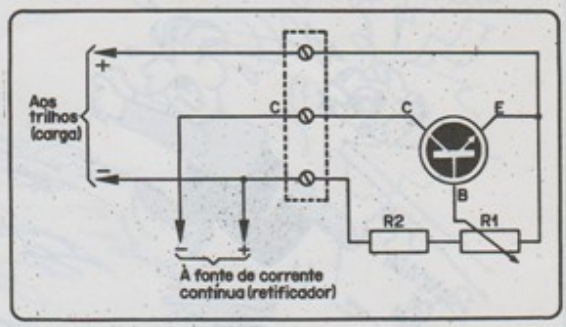


Figura 5

Na figura 5 damos pormenores do circuito e na figura 6 a sugestão para a montagem do conjunto numa caixa metálica que tem o irradiador em seu exterior (onde é montado o transistor).

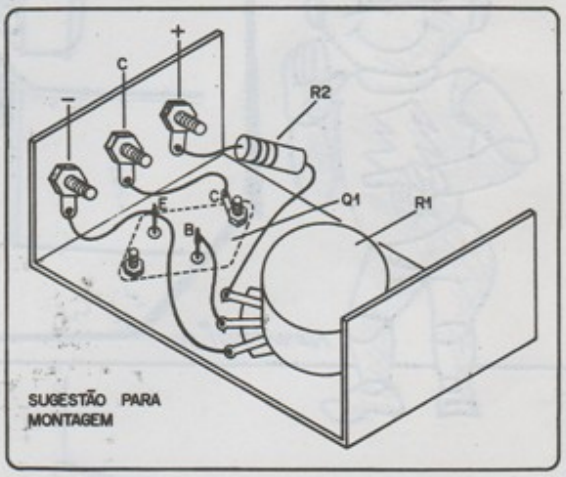


Figura 6

Um fusível de proteção de 15 Ampères é acrescentado ao circuito, sendo entretanto optativo.

RELAÇÃO DE COMPONENTES

Q1 — Transistor 2N3055 (ver texto)
R1 — potenciômetro de fio de 500 Ohms (ver texto)
R2 — resistor de carvão de 150 Ohms


CRAC!
BOF!
BANCADA DE PROVA
ABRIGO ANTI-AÉREO
PUXA! ATÉ QUE ENFIM UM BOM AMPLIFICADOR PARA VHF!
CK722
BOM-HUMOR!
NEWTONI 76
BEM A OFICINA É NOVA, NÃO TEMOS MUITO EQUIPAMENTO AINDA!

curso de eletrônica
em instrução programada

A partir de nosso próximo número passaremos a publicar um Curso Básico de Eletrônica especialmente dirigido àqueles que não possuem conhecimento prévio de eletrônica e também aos técnicos que, mesmo dotados de alguma experiência prática, se sintam inseguros dada a carência de uma base teórica mais sólida.

Ministrado segundo o método da Instrução Programada, constitui-se em experiência inédita neste setor, fornecendo ao leitor:

* Elementos para a formação de uma base teórica sólida que lhe permita acompanhar nossas montagens e projetos, facilitando sua execução e ainda permitindo-lhe um perfeito entendimento de nossos artigos teóricos de maior nível.
* Elementos que lhe permitam prosseguir por conta própria nos estudos de eletrônica avançando sempre e mantendo-se sempre em dia com novas técnicas.
* A possibilidade de um aproveitamento excepcional pelo método científico da Instrução Programada com a montagem de um "professor eletrônico" que lhe dirá quando as questões de avaliação que acompanharão o Curso forem respondidas corretamente o que lhe permitirá uma completa auto-avaliação de seu aprendizado.
* A possibilidade de saber escolher obras complementares ao Curso com as quais um aprofundamento teórico e prático poderão ser obtidos em pouco tempo.
* Condições de compreender circuitos eletrônicos, interpretar diagramas e reparar equipamentos, abrindo-lhe as portas para uma atividade rendosa no campo da reparação.

O QUE É A INSTRUÇÃO PROGRAMADA – BASES DE NOSSO CURSO

O conhecimento dos princípios básicos de eletricidade e eletrônica é de fundamental importância para a execução de qualquer projeto ou para o entendimento de qualquer texto técnico.

Talvez muitos de nossos leitores, que nutram certo interesse pela prática da eletrônica, careçam de um conhecimento mais profundo de seus fundamentos que lhes permita executar com segurança os projetos que publicamos ou que aparecem em livros ou manuais técnicos. Outros, sem conhecimento algum de eletricidade ou eletrônica, sem nunca terem "empunhado" um soldador, gostariam de penetrar em seu fantástico mundo, desfrutando de todas as possibilidades práticas que essa ciência oferece.

Nosso Curso visa, justamente, esses dois tipos de leitores: tanto os interessados sem conhecimentos prévios, jovens estudantes ou velhos interessados, como também os técnicos praticantes veteranos que dotados de uma formação técnica deficiente ou inapropriada para nossa época desejam complementar seus conhecimentos ou sanar suas falhas de modo simples e objetivo.

Na verdade, não se trata simplesmente de mais um curso dado em páginas de uma revista técnica ou algo semelhante como muito poderiam estar pensando. Não é

também uma experiência absolutamente nova, se bem que em nosso País, dentro do setor da eletrônica, seja a primeira vez que um curso é dado deste modo. Nosso Curso difere dos demais por ser ministrado segundo o método da Instrução Programada.

De modo suscinto, podemos dizer que o Método da Instrução Programada visa levar ao estudante uma certa quantidade de conhecimentos ou informações usando para isso técnicas cientificamente estudadas eventualmente com o auxílio de instrumentos e de todos os recursos que possam facilitar ao máximo a obtenção dos objetivos desejados.

Instrução Programada, ao contrário do que muitos possam estar pensando, não visa somente as chamadas "máquinas de ensinar" que, segundo esses mesmos críticos, iriam substituir o professor (?). Com a Instrução Programada visa-se somente a transmissão de conhecimento ordenado e eficiente, passo a passo, de modo que o aluno possa integrar-se totalmente com o que aprende, controlar seu próprio processo de aprendizado, dosando-o, para obter uma velocidade compatível com o seu máximo rendimento ("feedback").

Num método de Instrução Programada as informações que devem ser transmitidas ao aluno são dadas passo a passo, etapa por etapa em seqüência crescente de complexidade e dificuldade havendo, no final de cada etapa, uma avaliação do aproveitamento de modo que o aluno só possa passar para a etapa seguinte se a etapa prévia for perfeitamente assimilada.

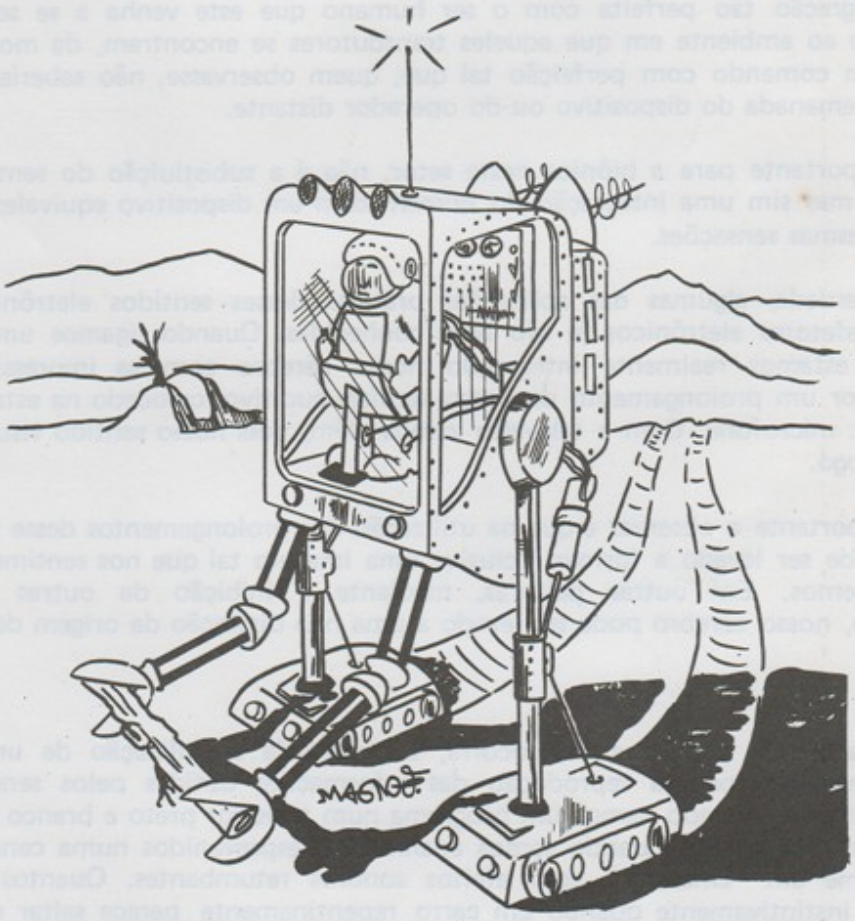
Para o nosso curso projetamos um equipamento de auto-avaliação, um "monitor eletrônico" que o ajudará a responder as questões de avaliação indicando quando estas estão certas ou erradas, um equipamento de simplicidade suficiente para permitir sua montagem pelo próprio aluno, em poucas lições.

Se bem que as técnicas usadas pela Instrução Programada sejam muitas, optamos pela denominada programação linear (ao lado da ramificada) em que os conhecimentos serão transmitidos em seqüência única em grau de dificuldade crescente com avaliações etapa por etapa.

Os assuntos que abordaremos em nosso Curso podem ser resumidos em:

- Natureza da eletricidade
- Unidades elétricas
- Lei de Ohm, resistores e geradores
- Circuitos elétricos simples
- Efeito Joule
- Associação de resistores
- Capacitores e indutores
- Transformadores e corrente alternada
- Diodos e retificação
- Transistores
- Circuitos transistorizados
- Receptores de Rádio e Amplificadores
- Instrumentos eletrônicos
- Som e acústica
- Reparação de equipamentos
- Técnicas de montagem
- Circuitos Integrados

sentidos eletrônicos, prolongamentos do corpo humano



Os autores de ficção científica, não raro, focalizam monstros mecânicos, autômatos indestrutíveis, que respondem a cada comando de seus amos, como se entre eles houvesse um misterioso elo de ligação, um pacto que, uma vez rompido com a destruição de um, inevitavelmente levaria o outro a uma destruição simultânea.

Até que ponto a realidade pode confundir-se com a fantasia? Quando lemos um romance de Júlio Verne muitas vezes não nos apercebemos que aquilo que o autor descreve, para nós uma realidade palpável, na sua época, não passava de uma criação do gênio do autor.

Na verdade, a ciência atual não está apta a produzir monstros mecânicos destruidores nem, ao menos, dispositivos que possam operar diretamente a partir de ordens emanadas de nosso cérebro; mas, algumas descobertas interessantes no campo da biônica, mostram-nos que isso não está longe de ser alcançado pelo homem.

Quando falamos em sentidos eletrônicos logo imagina o leitor menos avisado que máquinas, dispositivos eletrônicos, ou mecanismos complexos, possam vir a reproduzir as sensações humanas. Falamos de uma espécie diferente de sentidos. Falamos da possibilidade de substituirmos os órgãos de sentido por equivalentes eletrônicos ou eletromecânicos, de modo a podermos extender aquilo que podemos perceber a um local em que não estejamos fisicamente presentes. O que queremos dizer é da possibilidade de se utilizar câmeras de TV, microfones, sensores de pressão e de gases numa integração tão perfeita com o ser humano que este venha a se sentir ligado fisicamente ao ambiente em que aqueles transdutores se encontram, de modo a poder realizar um comando com perfeição tal que, quem observasse, não saberia dizer se a ordem foi emanada do dispositivo ou do operador distante.

O importante para a biônica neste setor, não é a subistiuição do sentido na sua totalidade mas sim uma integração do homem com um dispositivo equivalente que lhe traga as mesmas sensações.

Na verdade, algumas das aplicações práticas desses sentidos eletrônicos, assim como de efetores eletrônicos já são bem conhecidas. Quando ligamos um recepetor de rádio, estamos realmente integrando nosso cérebro com as impressão sonoras captadas por um prolongamento de nosso sentido auditivo, colocado na estação diante do locutor: microfone. Com a televisão vamos além, pois nosso sentido visual também entra em jogo.

O importante a observar é que na utilização dos prolongamentos desse tipo, nosso cérebro pode ser levado a formar inclusive uma imagem tal que nos sentimos como se lá estivéssemos. Em outras palavras, mediante a inibição de outras fontes de informação, nosso cérebro pode ser levado a uma não distinção da origem do estímulo.

Naturalmente, para que isso ocorra, é necessária a utilização de uma técnica bastante avançada para a reprodução das informações obtidas pelos sensores. Não somos enganados quando vemos um programa num televisor preto e branco mas temos reações bem acentuadas quando somos apanhados desprevenidos numa cena dinâmica de um filme em "cinerama" com efeitos sonoros retumbantes. Quantos já não se abaixaram instintivamente quando um carro repentinamente parece saltar da tela, ou quando um prédio desaba sobre a platéia num terremoto?

A biônica, que estuda as possibilidades de uso desses sentidos eletrônicos, visa justamente a perfeição na reprodução à distância de modo a poder integrar o operador humano distante de tal modo com o ambiente que ele possa eventualmente se sentir como se lá estivesse.

Quais seriam as finalidades práticas dessa integração homem-máquina?

Algumas aplicações das descobertas nesse campo já começam a aparecer no campo médico. O principal ponto a ser notado é o referente à substituição por equivalentes eletrônicos de órgãos danificados ou totalmente inoperantes.

Os aparelhos de surdez nada mais são do que prolongamentos do sentido auditivo; os radares ultra-sônicos para cegos são uma tentativa de substituição da visão.

Em outras áreas, na recreativa por exemplo, já se fala no cinema com sensações olfativas em que aromas coerentes com as cenas apresentadas seriam difundidos em momentos oportunos, isso sem se falar nas "sensações mecânicas" que se tornaram populares com o filme "O terremoto".

Quem leu o "Admirável Mundo Novo" sabe até que ponto a imaginação de um escritor genioso como Wells, que descreve o "cinema sensitivo", pode levar a ficção tão próxima da realidade.

Mas são nas áreas mais especializadas, nas pesquisas espaciais, por exemplo, que a utilização desses sentidos podem-se manifestar mais imediatamente.

Imaginemos um robô, semelhante ao que muitos filmes focalizam, de formas quase humanas, contendo membros e órgãos de sentido biônicos, equivalentes aos nossos.

Em suas garras mecânicas sensores tácteis à base de cristais piezo-elétricos; em seus olhos câmeras de TV; em seus ouvidos sensíveis microfones e até mesmo um nariz com sensores de gases (células semicondutoras que alteram sua condutividade em presença de determinadas substâncias que possam estar presentes no ar) e, indo além, imaginemos cada um desses sensores diretamente ligados via rádio a um operador humano de modo que os estímulos dos órgãos sensíveis do autômato fossem aplicados aos sensores equivalentes do operador humano. Uma batida na garra corresponderia a um estímulo no dedo do operador, através de um par de luvas apropriadas; o som captado no microfone corresponderia à sua reprodução num par de fones no operador, etc.

Não é necessário dizer que mediante a utilização de dispositivos cuja fidelidade fosse elevada na reprodução dos estímulos e com a inibição de qualquer outro estímulo que não viesse do robô, poderíamos levar o operador humano a se sentir no local do autômato, inclusive compartilhando de seu corpo mecânico.

Indo um pouco mais além: transfiramos, através de sensores no corpo do operador, suas reações ao robô, mas de maneira igualmente ordenada. Ao seu estímulo de cores, um acionamento do motor, ao movimento de suas mãos um acionamento da garra correspondente, etc.

O que temos? Analisemos o comportamento desse robô.

Ele ainda será uma máquina sem qualquer capacidade de decisão ou raciocínio, evidentemente. Mas, essa máquina, poderá enviar informações sobre as dificuldades com que for se defrontando num ambiente hostil numa linguagem familiar a um operador humano, numa linguagem de seus sentidos, uma linguagem em que muitas das soluções são automáticas e esse operador humano poderá então tomar decisões que lhe permitam contornar as dificuldades por reflexos. A máquina empresta seus sentidos ao

homem e o homem empresta seu cérebro numa integração perfeita homem-máquina.

Na pesquisa espacial, na exploração de cavernas, nas profundezas dos oceanos, no desarme de bombas, na prospecção de locais com excesso de radioatividade, o homem poderia utilizar esses dispositivos extendendo assim seus sentidos a locais cujas condições físicas fossem adversas à sua presença.

Não estará longe o dia em que autômatos perfeitamente integrados a um operador humano estarão apalpando, ouvindo e vendo formas nativas de planetas próximos. Na própria nave "Viking" temos um exemplo atual disso.

Não será possível também que, um dia, explorando o espaço, encontrando formas estranhas de vida — possibilidade amplamente aceita pela ciência moderna — nos vejamos na contingência de mandar um robô que, copiando as formas estranhas, possa nos enviar informações que nos permitam um contacto físico direto posterior?

Na realidade, já não teriam outros feito o mesmo em relação à nós?

Com que dificuldades se defrontam os cientistas na pesquisa e desenvolvimento de tais dispositivos?

A primeira é a referente à complexidade de alguns de nossos sentidos.

Em relação ao tacto, milhares de sensores microscópicos por unidade de área de nossa pele, nos permitem avaliar a consistência, a textura, os contornos de um objeto apalpado. Mas, como fazer sensores microscópicos capazes de formarem em conjunto uma sensação equivalente à dada pelos sentidos reais?

Os primeiros passos são referentes justamente à obtenção de sensores os mais perfeitos possíveis. Os radares para cegos, os aparelhos de surdez são exemplos de quanto se tem por fazer neste campo.

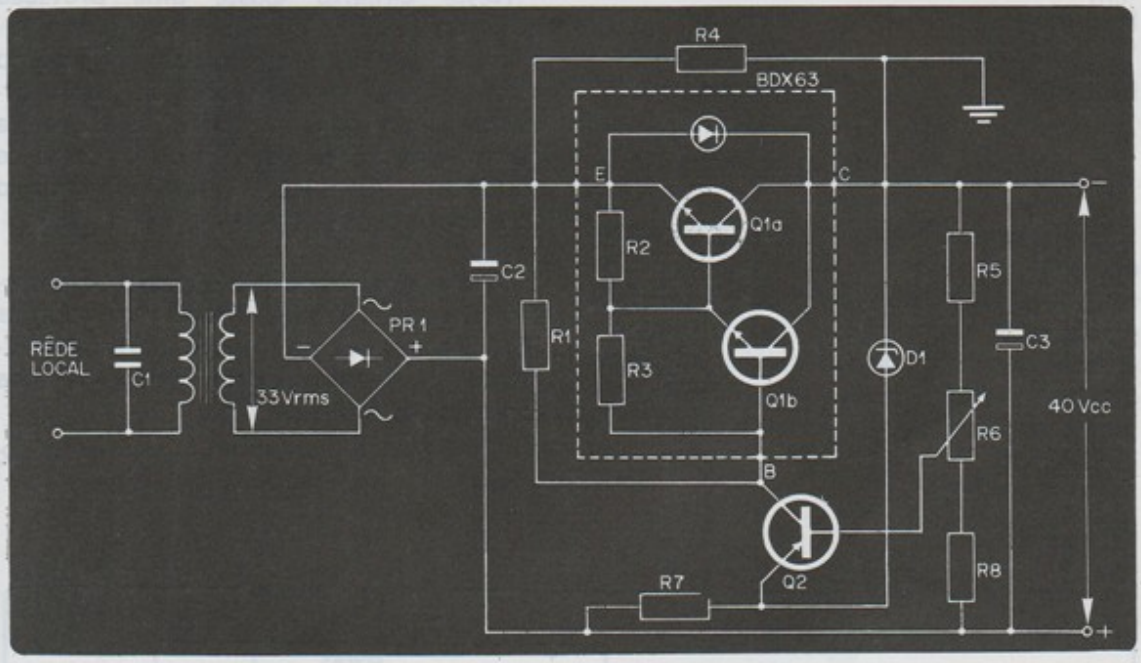
Uma idéia em exploração é a eliminação do intermediário entre o sensor e o efetor, enviando-se, diretamente ao cérebro, a informação ou, do cérebro ao efetor, um comando. Com este tipo de coisa poderíamos eliminar o tempo de transmissão, relativamente longo, da reação ao perigo e posterior freagem, tornando a reação muito mais rápida e reduzindo-se o número de acidentes automobilísticos.

Sabemos que determinadas regiões do cérebro, quando estimuladas, dão-nos sensações equivalentes às obtidas pelos sentidos; o que não sabemos é como obter esses estímulos diretamente de um sensor eletrônico, mas trabalha-se muito nesse setor, falando-se, inclusive, em resultados positivos através de ondas curtas (micrométricas).

As dificuldades com que se defrontam os cientistas, em suma, são resultados muito mais da quantidade e maneira como a natureza utiliza seus sensores do que da dificuldade de se obter um sensor equivalente eletrônico. Construímos um sensor táctil mas não micrométrico; construímos células foto-elétricas cuja sensibilidade se aproxima da vista humana, mas não tão numerosas, pequenas e nem ao menos ligadas a um microprocessador.

Se um dia tudo isso for possível, o que não acontecerá sem muito esforço, deveremos desfrutar de coisas até então inimagináveis, mas deveremos lembrar que só ocorreram dada a persistência de pesquisadores que não esmoreceram diante da necessidade de derrubar velhas estruturas. ✕

FONTE DE ALIMENTAÇÃO ESTABILIZADA - 40V - 2,5A



O transistor BDX63 é um dos da nova série Darlington manufaturados usando a técnica de base epitaxial. Tais transistores são disponíveis numa grande variedade de invólucros, tensões e correntes.

Neste artigo descrevemos uma fonte de alimentação utilizando como base o transistor BDX63 como regulador de tensão do tipo série. O circuito em questão fornece uma tensão de saída de 40 Volts, sob regime de corrente até 2,5 A, sendo especialmente indicado para a alimentação de amplificadores de potência de áudio, televisores, equipamentos de rádio, além de equipamentos industriais.

Quando comparados com os transistores comuns, os transistores Darlington, como o BDX63, fornecem um ganho de corrente consideravelmente elevado; isso se traduz numa redução do número de componentes usados.

Por estas razões, o uso de transistores Darlington permitem uma redução no custo de montagem, no tamanho do circuito, e, além disso, têm uma capacidade e potência elevada, podendo ser excitado com sinais de pequena potência como por exemplo, os provenientes de circuitos integrados.

As características da fonte são as seguintes:

Tensão de entrada . . . 50 V (Variação de 10%)
Tensão de saída . . . . 40 V (Variação de 0,5%)
Corrente contínua de saída 0 - 2,5 A
Pico de corrente de saída 7,5 A
Impedância de saída . 0,4 Ω

Características do transistor BDX63:

V_{CBO} max . . . . . 80 V
V_{ceo} max . . . . . 60 V
I_{cm} max . . . . . 12 A
P_{tot} max . . . . . 90 W
T_j max . . . . . 200° C
h_{FE} max . . . . . maior que 1 000 a 3 A

OPERAÇÃO DO CIRCUITO

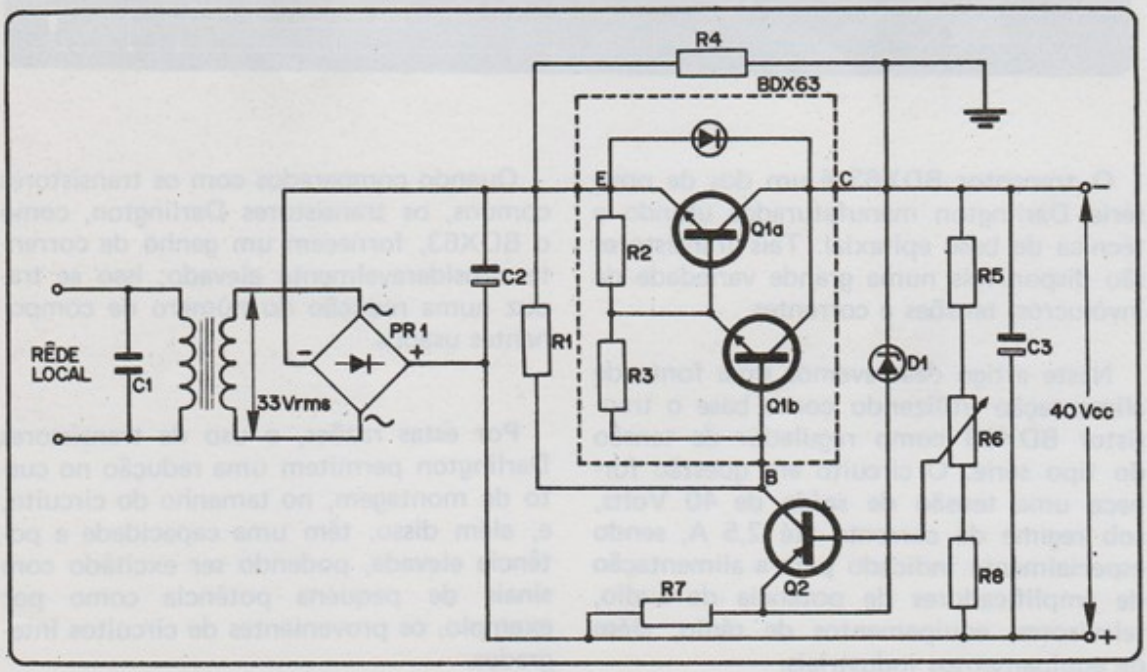
O diagrama do circuito é visto na figura de onde se pode concluir que Q1 é o transistor Darlington conectado em série, sendo o transistor Q2 o que o controla através do diodo de referência D1. Esses componentes em conjunto com R7 mantém o emissor de Q2 a um potencial de 22 Volts.

Qualquer aumento da tensão de saída tem como conseqüência um aumento no potencial do cursor do potenciometro R6, reduzindo deste modo o potencial base emissor do transistor de controle Q2. Devido a essa variação em Q2, há uma redução da corrente deste transistor e do par Darlington, o que faz com que seja reduzido o nível da tensão de saída em oposição ao seu crescimento.

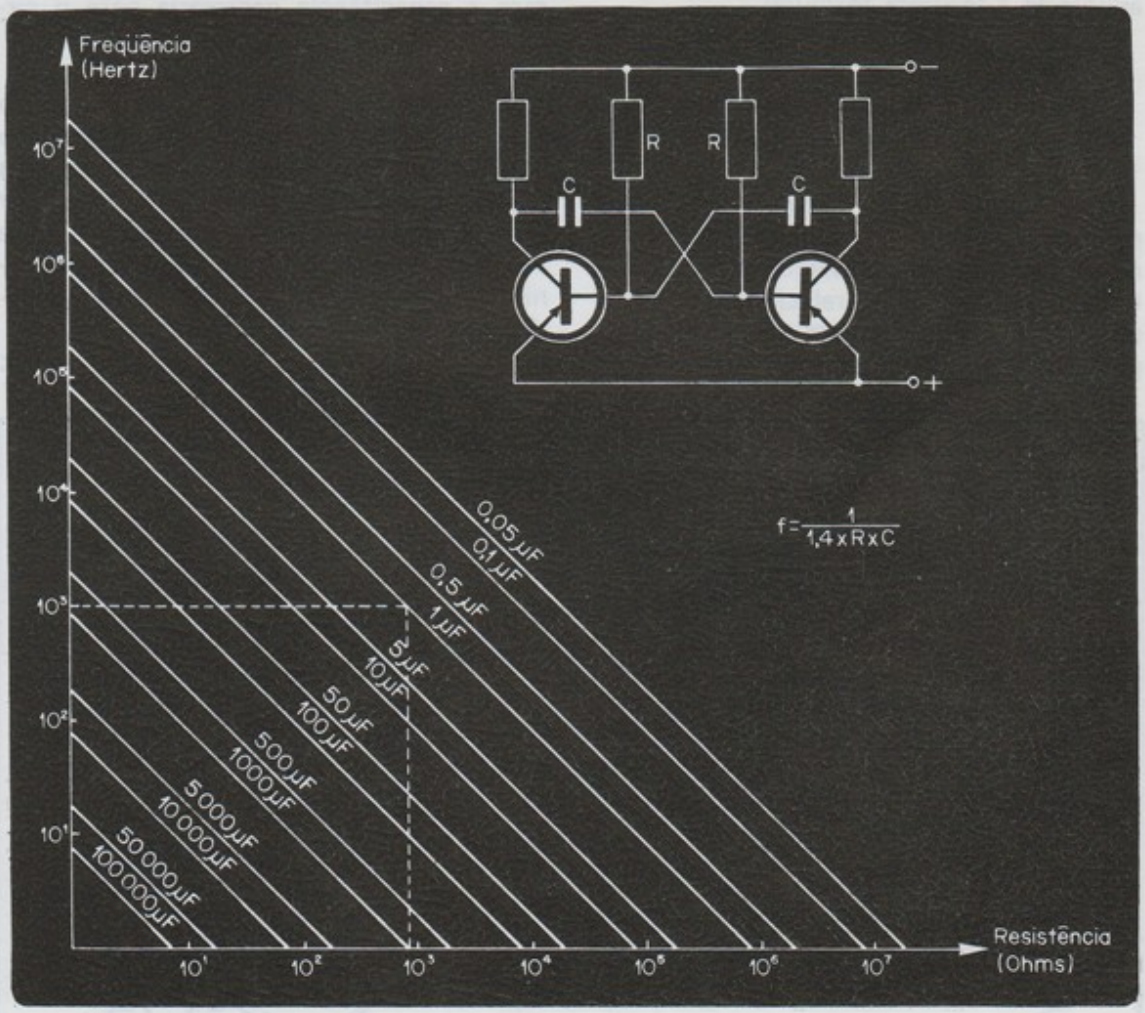
Uma ação inversa ocorre quando a tensão de saída decresce.

Neste circuito existe uma proteção automática contra curto-circuitos nos terminais de saída. Essa proteção consiste no fato de que, em condições de curto circuito, o potencial de base de Q2 cai a zero, de modo que esse transistor deixa de conduzir e, portanto, o par Darlington, o que leva a tensão de saída a zero Volt.

A corrente na qual o sistema de proteção começa a atuar é fixada pelo valor de R7; R4 tem como função o restabelecimento do funcionamento da fonte após um eventual curto-circuito.



Determinação da freqüência de um MULTIVIBRADOR



Multivibradores estáveis ou instáveis são circuitos formados por dois ramos, os quais somente um, de cada vez, pode estar em seu estado de plena condução. Isto quer dizer que, num multivibrador de dois transistores, quando um estiver em sua plena condução, o outro não estará conduzindo e vice-versa, havendo, no caso, uma troca constante de estado entre esses componentes.

Os multivibradores mais usados no momento são os formados basicamente por dois transistores e cuja freqüência de operação está fundamentalmente determinada pelo tempo de condução de cada transistor e que depende da constante de tempo do circuito RC que polariza sua base.

Supondo que os componentes usados na polarização de cada ramo do multivibrador sejam iguais, ou seja, que o tempo de condução de cada transistor seja o mesmo obtendo-se uma forma de onda simétrica (semi-ciclos iguais) podemos determinar a freqüência do multivibrador aplicando a seguinte fórmula:

$$f = \frac{1}{1{,}4 \times R \times C}$$

f em Hertz
R em Ohms
C em Farads

Entretanto, damos a seguir um ábaco pelo qual, facilmente, tendo dois dos elementos do circuito, podemos determinar o terceiro. Neste ábaco relacionamos a freqüência do oscilador com a resistência de polarização e o valor do capacitor.

Para usá-lo o procedimento é bastante simples.

Suponhamos, para exemplificar, que queremos obter uma freqüencia de 1 000 Hz 103 Hz com transistores cujas características em nosso circuito exigem um resistor de polarização de base de 1.000 Ohms (10^3).

Nestas condições, traçando uma linha horizontal a partir do valor da freqüência 10^3 e uma linha vertical a partir da resistência (10^3) vemos que, no ponto de cruzamento dessas, aproximadamente, temos a capacitância necessária para o circuito desejado: 1μF.

É importante observar que, tanto no eixo vertical das freqüências, como no eixo horizontal das resistências, usamos escalas logarítimicas. Se o leitor quiser poderá transferir esta tabela para uma folha de papel log-log de tamanho conveniente, obtendo assim muito maior precisão para os valores determinados.



AMPLIFICADORES operacionais

Newton C. Braga

Um amplificador operacional consiste num amplificador cujas características são lineares numa determinada faixa de operação, sendo formados basicamente por um ou mais estágios de amplificação diferencial, acoplados a um estágio de potência (figura 1).

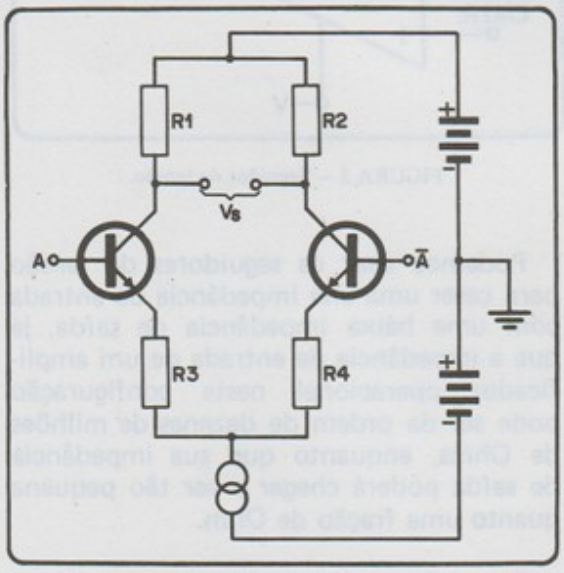


FIGURA 1 – Amplificador diferencial típico. A é a entrada não inversora e Ā é a entrada inversora.

Quando ocorre uma variação na tensão aplicada à sua entrada, há uma variação correspondente da tensão de saída. Essa excursão ampliada da tensão de saída pode ser tanto positiva como negativa, dependendo da tensão de entrada e do modo como ela lhe é aplicada.

Num amplificador operacional há duas entradas, sendo uma inversora e uma não inversora (figura 2).

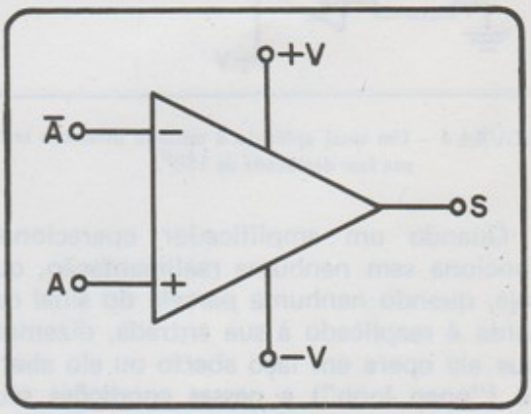


FIGURA 2 – Símbolo de um amplificador operacional.

Quando o sinal a ser amplificado é aplicado à entrada não inversora, a fase do sinal da saída será a mesma do sinal de entrada, isto é, às variações de tensão no sentido

positivo do sinal de entrada corresponderão variações no sentido positivo do sinal de saída (figura 3).

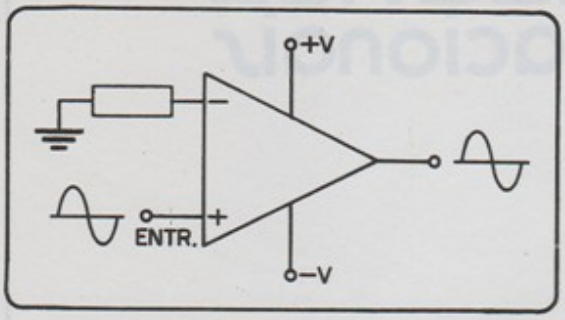


FIGURA 3 – Um sinal aplicado à entrada não inversora não tem sua fase modificada.

Quando o sinal a ser amplificado é aplicado à entrada inversora, a fase do sinal de saída será oposta à do sinal de entrada, o que quer dizer que variações do sinal de entrada no sentido positivo corresponderão a variações no sentido negativo da tensão de saída (figura 4).

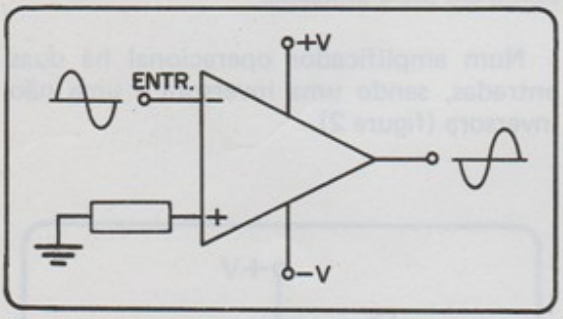


FIGURA 4 – Um sinal aplicado à entrada inversora tem sua fase deslocada de 180°.

Quando um amplificador operacional funciona sem nenhuma realimentação, ou seja, quando nenhuma parcela do sinal de saída é reaplicado à sua entrada, dizemos que ele opera em laço aberto ou elo aberto ("open loop") e nessas condições seu fator de amplificação é máximo. Para os tipos comuns, os ganhos nessas condições estão compreendidos entre 1 000 e 100 000.

As características de funcionamento de um amplificador operacional podem ser modificadas, entretanto, em diversos sentidos, se houver uma realimentação. Conforme à maneira como for feita essa realimentação poderemos, não só, alterar o ganho do amplificador, como, também, a impedância de entrada, além de dotá-lo de comportamentos tais que visem determinadas aplicações específicas.

Um primeiro caso de realimentação que podemos citar é o da aplicação direta de todo o sinal de saída à entrada inversora. Nestas condições temos uma forte realimentação negativa que faz com que o ganho do amplificador se reduza à unidade, isto é, variações de tensão na entrada corresponderão variações identicas (de mesma amplitude) na saída. Dizemos, nestas condições, que o amplificador operacional opera como um seguidor de tensão (figura 5).

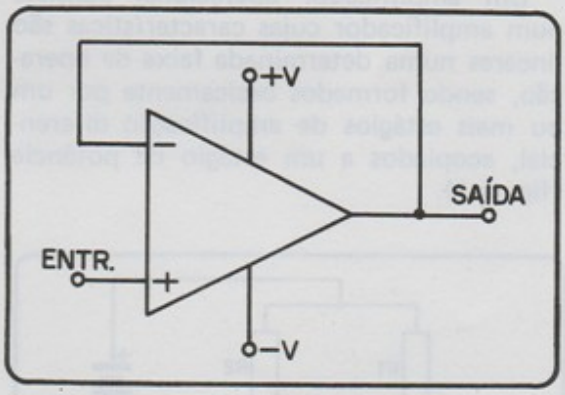


FIGURA 5 – Seguidor de tensão.

Podemos usar os seguidores de tensão para casar uma alta impedância de entrada com uma baixa impedância de saída, já que a impedância de entrada de um amplificador operacional nesta configuração pode ser da ordem de dezenas de milhões de Ohms, enquanto que sua impedância de saída poderá chegar a ser tão pequena quanto uma fração de Ohm.

Para obtermos ganhos intermediários entre o unitário e o máximo ("open loop") empregamos redes de realimentação que podem constar de simples resistores ou de outros componentes. Na

figura 6 vemos um circuito típico em que o ganho do amplificador será dado pela seguinte equação:

$$G_V = \frac{R1 + R2}{R1} \quad (a)$$

Evidentemente, as redes de realimentação podem também ter capacitores, indutores, diodos, etc, o que fará com que o ganho do amplificador seja função de certos parâmetros, como por exemplo da freqüência, do limite de tensão fixado, etc., o que nos permite utilizá-lo numa ampla gama de aplicações.

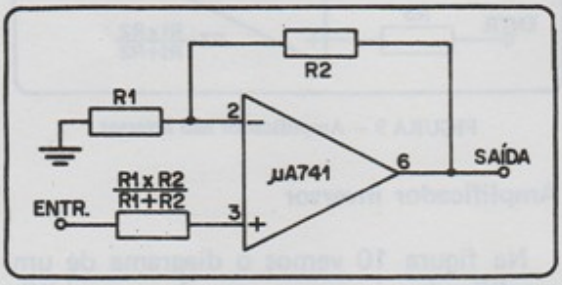


FIGURA 6 – Amplificador não inversor típico.

Como, normalmente, os amplificadores operacionais operam com forte realimentação, é necessário prover-se uma compensação externa de freqüência de modo a se evitar instabilidade. Essa rede de desvio de fase faz com que o sinal de entrada desloque a fase do sinal de realimentação de modo a evitar oscilações prejudiciais.

Nos casos em que a realimentação do circuito amplificador operacional se faz na sua entrada não inversora, sem deslocamento de fase, podemos obter oscilações, podendo o amplificador operar como oscilador. Na figura 7 temos uma aplicação típica para este caso.

Podemos também realizar uma realimentação seletiva na entrada inversora ou na entrada não inversora de modo a termos ganhos que dependem da freqüência do sinal, caso em que podemos usá-lo como filtros para as mais diversas finalidades.

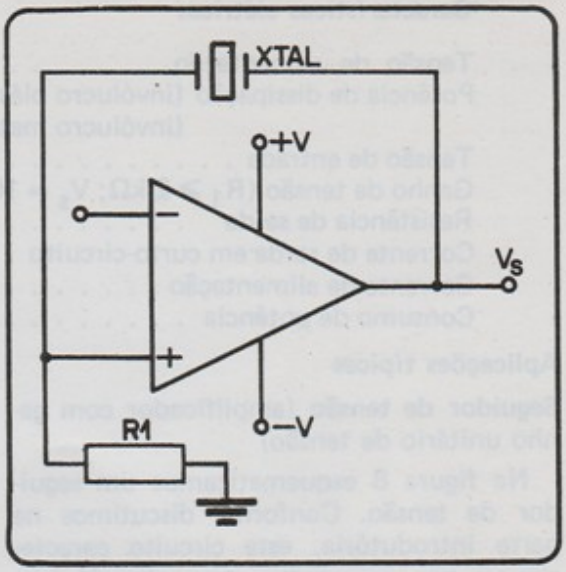


FIGURA 7 – Oscilador a cristal com amplificador operacional.

AMPLIFICADOR OPERACIONAL COM COMPENSAÇÃO DE FREQUÊNCIA μA741

A denominação μA741 é a dada pela Fairchild para este circuito integrado monolítico que, entretanto, pode ser encontrado com outras denominações, de outros fabricantes, com invólucros diferentes mas com especificações que pouco diferem das originais e que na maioria dos casos permitem uma substituição direta.

Assim, podemos encontrá-lo com as denominações de MC1741, SN72741, 741, LM741, etc.

Sua gama de aplicações é muito extensa para ser descrita aqui, mas podemos citar os circuitos analógicos e digitais, amplificadores, pré-amplificadores, instrumentos, etc.

Algumas características em especial devem ser destacadas pela sua importância nas aplicações prática. Dentre elas a não necessidade de compensação de freqüência, a existência de proteção contra curto-circuitos na saída, a possibilidade de ajuste de nulo externo e a pequena potência de consumo.

Características elétricas

Tensão de alimentação	18 - 0 - 18 Volts
Potência de dissipação (invólucro plástico)	570 mW
(invólucro metálico)	500 mW
Tensão de entrada	15 - 0 - 15 Volts
Ganho de tensão ($R_1 \geqslant 2\ k\Omega$; $V_s = 10\ V$)	200 000 (típico)
Resistência de saída	75 Ohms
Corrente de saída em curto-circuito	25 mA
Corrente de alimentação	1,7 mA (típico)
Consumo de potência	85 mW

Aplicações típicas

Seguidor de tensão (amplificador com ganho unitário de tensão)

Na figura 8 esquematizamos um seguidor de tensão. Conforme discutimos na parte introdutória, este circuito caracteriza-se por apresentar uma elevadíssima impedância de entrada que, no caso, é da ordem de 400 000 000 Ohms e uma baixíssima impedância de saída, que é inferior a 1 Ohm. Seu ganho de tensão é unitário, o que quer dizer que as variações da tensão de saída têm mesma amplitude que as variações da tensão de entrada.

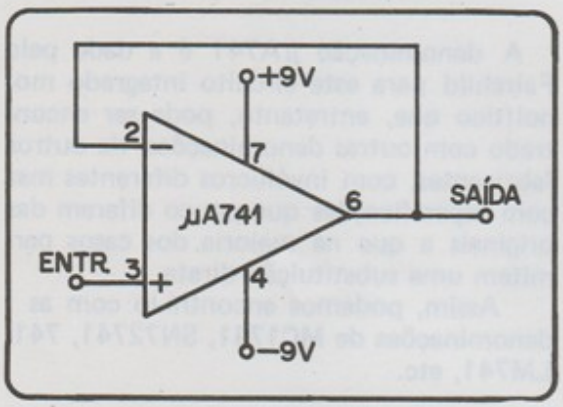


FIGURA 8 – Seguidor de tensão com o μA 741 (ligações para o invólucro metálico).

Sua capacitância de entrada é de 1 pF e sua faixa de operação se extende até 1 MHz.

Amplificador não inversor

Os ganhos, as faixas de operação e os valores dos componentes usados são dados na própria figura 9 que ilustra este circuito. Dentre as possíveis aplicações para este circuito citamos instrumentos de medida em vista da elevadíssima impedância de entrada.

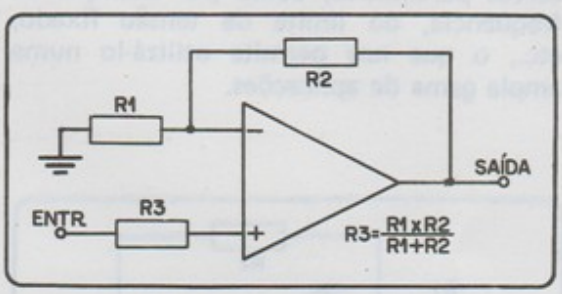


FIGURA 9 – Amplificador não inversor.

Amplificador inversor

Na figura 10 vemos o diagrama de um amplificador inversor, ou seja, um aplificador em que a fase do sinal de saída é oposta ao do sinal de entrada. Os valores dos componentes e os ganhos correspondentes são dados no próprio diagrama.

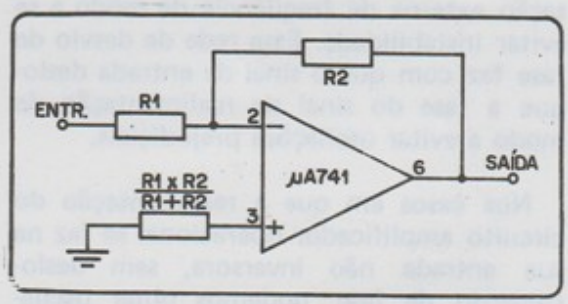


FIGURA 10 – Amplificador inversor.

Amplificador recortador

O amplificador da figura 11 corta o sinal de saída quando determinada amplitude é atingida, obtendo-se portanto um sinal de saída em função do de entrada regido pela expressão dada no próprio diagrama. Vz é a tensão de referência usada para o recorte do sinal.

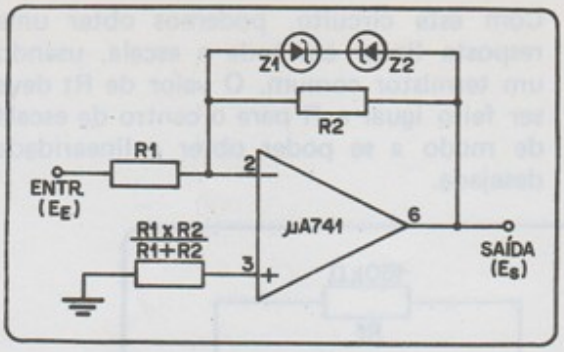


FIGURA 11 – Amplificador recortador.

Integrador

A figura 12 ilustra um circuito em que o sinal de entrada e o de saída estão relacionados por uma expressão em que aparece uma integral. Esta integral em função de tensão de entrada e do tempo é dada no próprio diagrama. Quando devidamente calculado, este circuito pode transformar uma tensão cuja forma de onda seja retangular em uma forma de onda triangular, já que a integral de uma função constante nos leva a uma função do primeiro grau.

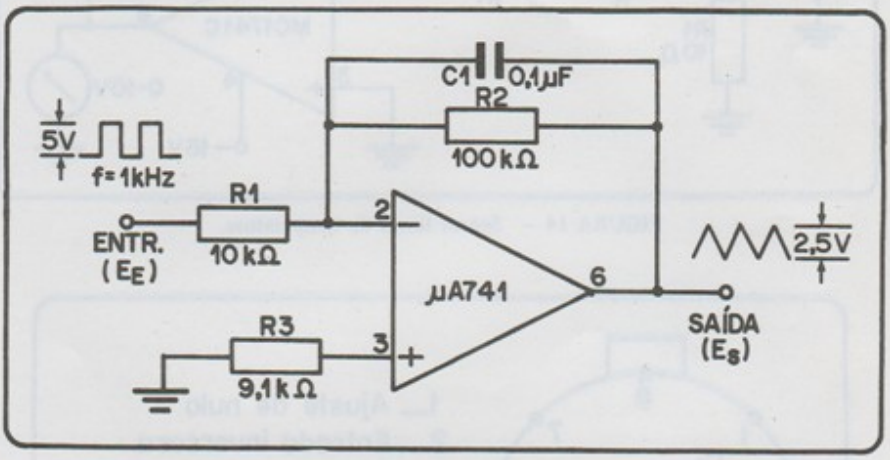


FIGURA 12 – Integrador.

Diferenciador

Este circuito da figura 13 faz exatamente o oposto do anterior. Como a operação inversa à integração é a derivação, estamos diante de um diferenciador. Com isso, podemos obter formas de onda retangulares a partir de sinais triangulares.

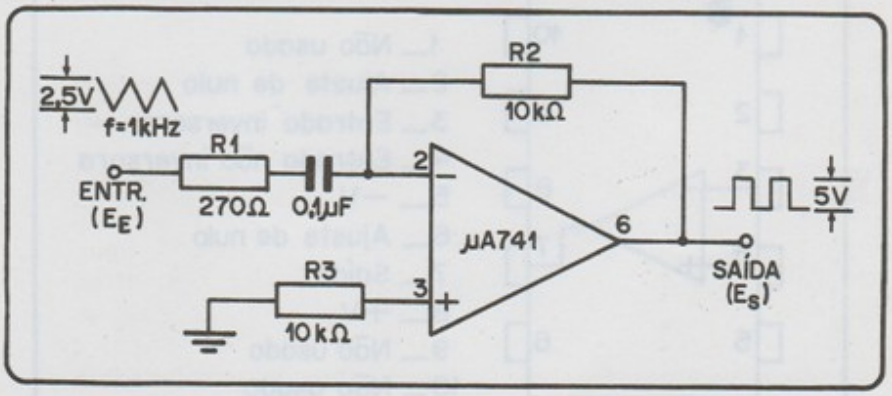


FIGURA 13 – Diferenciador para 1 kHz

Sensor linear de temperatura

Na figura 14 representamos um sensor linear de temperatura usando um amplificador operacional. Os termistores comuns são dispositivos não linerares o que pode causar problemas em certas aplicações. Com este circuito, podemos obter uma resposta linear em toda a escala, usando um termistor comum. O valor de Rt deve ser feito igual a R para o centro da escala de modo a se poder obter a linearidade desejada.

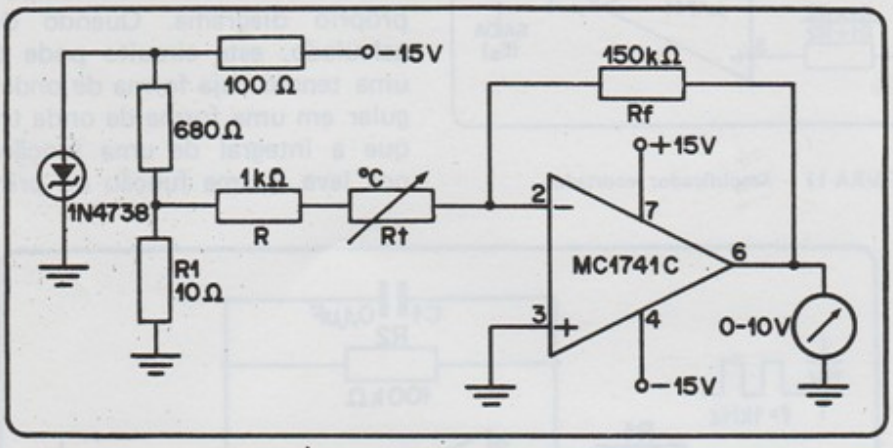
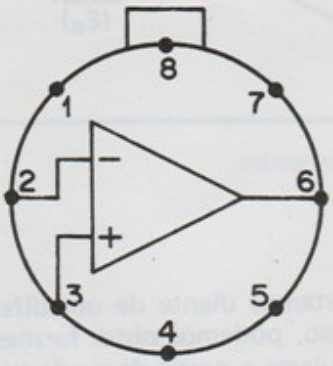
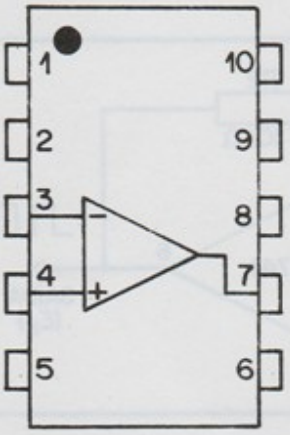


FIGURA 14 – Sensor linear de temperatura.



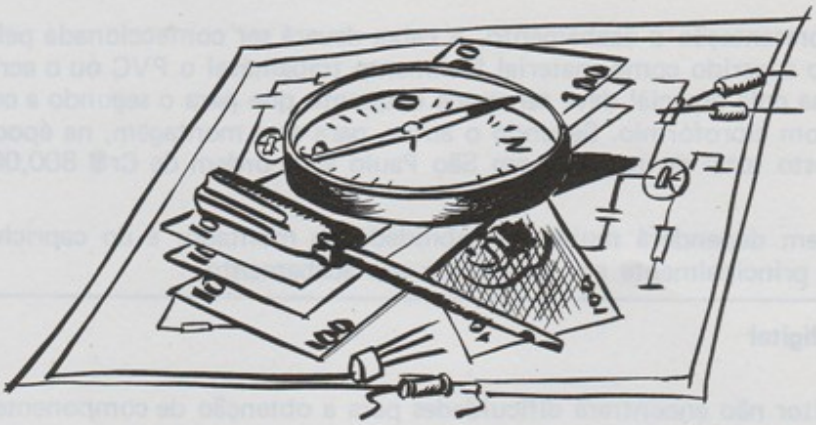
1_ Ajuste de nulo
2_ Entrada inversora
3_ Entrada não inversora
4_ −V
5_ Ajuste de nulo
6_ Saída
7_ +V
8_ Não usado

Obs.: pino 4 com conexão ao invólucro.



1_ Não usado
2_ Ajuste de nulo
3_ Entrada inversora
4_ Entrada não inversora
5_ −V
6_ Ajuste de nulo
7_ Saída
8_ +V
9_ Não usado
10_ Não usado

orientação para o montador



- Como obter os componentes
- Custo aproximado
- Cuidados especiais
- Tempo de montagem

As montagens publicadas neste número apresentam diversos gráus de dificuldade. O cronômetro digital, o conversor analógico-digital, a fonte de alimentação e o misturador com transistor de efeito de campo são montagens dirigidas ao técnico de maior nível que seja dotado de experiência na execução de placas de fiação impressa, que saiba como manusear componentes delicados e principalmente que saiba como obtê-los. Por outro lado, o provador de continuidade e o reostato eletrônico são montagens especialmente dirigidas aos principiantes, sendo esta última, indicada para os que pouca ou nenhuma experiência tenham em eletrônica e nela queiram se iniciar. Nesta secção daremos algumas indicações básicas de preços, tratamento, obtenção de componentes e tempo de montagem de modo a facilitar ao máximo a execução de nossos projetos práticos.

Outrossim, alertamos nossos leitores que queiram executar tais projetos baseados exclusivamente nesta secção que os preços indicados são médios constatados em São Paulo e que, conforme a procedência, qualidade ou equivalência, podem variar bastante dentro de uma gama de até mais de 100%, conforme o caso. Assim, nossa indicação é apenas uma orientação para que o leitor tenha uma idéia geral de quando deverá gastar para a execução do projeto.

Cronômetro Digital

Esta montagem, conforme o leitor pode facilmente perceber, é a de maior nível neste número. Para esta, o leitor deve ser bastante experiente em montagens devendo saber executar com segurança as placas de fiação impressa e, ao mesmo tempo, saber onde en-

contrar os circuitos integrados usados. Como são circuitos integrados da série TTL, o leitor não terá dificuldades em obtê-los nas casas especializadas nesta modalidade.

A qualidade de tais integrados assim, como dos demais componentes, é bastante importante, já que se trata de circuito que apresenta certo gráu de precisão.

Com relação à sua apresentação e acabamento, a caixa deverá ser confeccionada pelo próprio montador, sendo sugerido como material facilmente trabalhável o PVC ou o acrílico. Para o primeiro uma cola especial deve ser usada enquanto que para o segundo a colagem poderá ser feita com clorofórmio. Segundo o autor, para esta montagem, na época de sua publicação, o custo total do material em São Paulo é da ordem de Cr$ 800,00.

O tempo de montagem dependerá muito da habilidade do montador e do capricho com que for executada principalmente em relação ao seu acabamento.

Conversor analógico-digital

Para este projeto o leitor não encontrará dificuldades para a obtenção de componentes já que são todos bastante comuns. O transistor unijunção 2N2646 pode ser encontrado em diversas casas de material eletrônico, das mais diversas procedências, a um custo em torno de Cr$ 15,00. Os outros componentes também são de fácil obtenção. Como a montagem é feita em placa de fiação impressa, o leitor deve estar apto a executá-la. Qualquer dos métodos convencionais pode ser usado para esta finalidade. Sua instalação, em caixa, numa base de madeira ou outro material, fica a cargo do leitor.

Excluindo a fonte, podemos dizer que em material o gasto será da ordem de Cr$ 50,00.

De posse da placa de fiação impressa, para a montagem, o tempo gasto não será maior que meia hora.

Reostato eletrônico

Esta montagem para principiantes não iniciados não precisa de maiores comentários. O transistor, o único componente que possa trazer qualquer dificuldade de obtenção para o montador inexperiente, é de tipo que se encontra em qualquer boa casa de material eletrônico, das mais diversas procedências. E, conforme sua procedência, também será seu preço que poderá variar em torno de Cr$ 25,00.

Os outros componentes são de facílima obtenção e a caixa, que pode ser de alumínio ou outro material, deverá ser confeccionada pelo próprio montador ou adquirida pronta. Excluindo a caixa, o leitor não gastará mais do que Cr$ 50,00 com esta montagem. O tempo de execução será da ordem de 1 hora sem contar a furação e preparação da caixa.

Misturador com TEC

Para esta montagem, o elemento principal é o transistor de efeito de campo que exige certo cuidado para seu manuseio. Se for usado o tipo recomendado no texto, que é protegido, essas precauções não precisam ser tomadas; mas se se tratar de equivalente não protegido, o leitor deverá conhecer as técnicas de instalação, manuseio e soldagem desse componente que, conforme se sabe, pode ser facilmente danificado pela simples carga eletrostática acumulada no corpo do montador ou numa ferramenta.

O preço do material está fundamentalmente ligado ao custo do transistor de efeito de campo, já que os outros componentes são todos de facílima obtenção. O preço estimado para esta montagem, qualquer que seja a procedência do transistor, dificilmente ultrapassará Cr$ 150,00.

A placa de fiação impressa, como nos outros projetos, deverá ser confeccionada pelo próprio montador. De posse dessa placa, a execução do projeto não levará mais de meia hora.

Simples provador de continuidade

Esta montagem, além de bastante simples e barata, não oferece maiores dificuldades na obtenção dos componentes. Orientamos o leitor apenas em relação ao LED. Praticamente qualquer LED pode ser usado e, como a variedade de tipos e preços com que encontramos esse componente no comércio especializado é muito grande, o montador, evidentemente, deverá escolher o de menor custo que satisfaça suas exigências. Para este o custo será por volta de Cr$ 4,00 conforme a procedência, cor e tipo.

Para esta montagem, mesmo os mais inexperientes, não levarão mais do que 1 hora.

Fonte de Alimentação de 40 Volts

Como esta fonte é destinada a funcionar em conjunto com outros equipamentos que ela, evidentemente, deverá alimentar, sua montagem está ligada à do equipamento em questão que pode ser amplificador, etc. O projetista que a escolher precisa ter conhecimento do que está fazendo, devendo para isso saber trabalhar com placas de fiação impressa, saber montar transistores de potência em dissipadores de calor e saber como obter o transformador.

Com relação a este componente, eventualmente o leitor deverá mandar enrolá-lo numa casa especializada.

Quanto aos semicondutores, transistores e diodos, como são produtos da IBRAPE, seus revendedores autorizados devem ser consultados, pois se eles não dispuserem de tais componentes poderão indicar seus equivalentes ou como obtê-los.

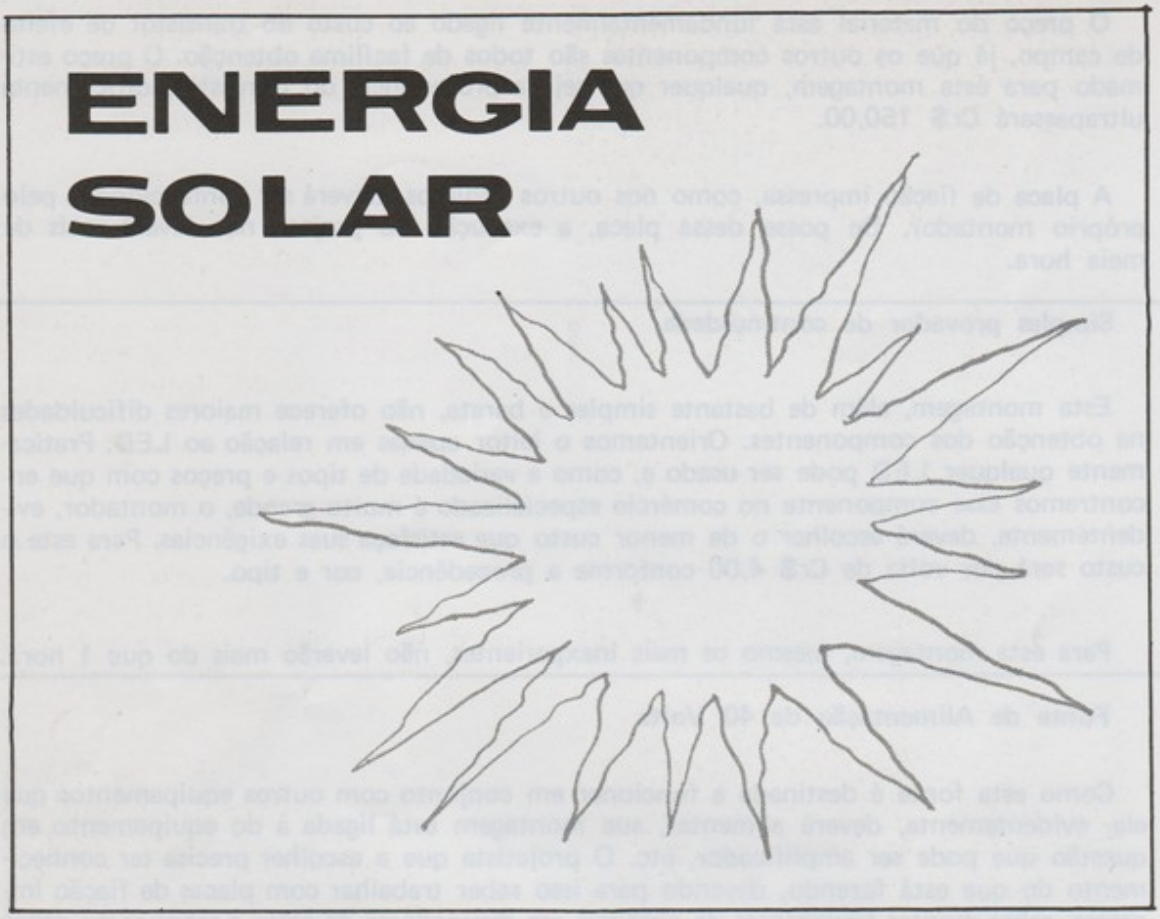
Excluindo o transformador, podemos dizer que o custo dos componentes para esta fonte está em torno de Cr$ 250,00. O tempo de montagem, partindo da placa de fiação impressa pronta, é da ordem de 1 hora.

Observação

Esta secção tem como finalidade exclusiva uma orientação para o leitor na aquisição de componentes, de modo a dar uma idéia aproximada de quanto se deve dispor para a execução do projeto.

O êxito da montagem depende exclusivamente do capricho com que seja feita, da obediência total das instruções fornecidas e da boa qualidade dos componentes. Não nos responsabilizamos por projetos mal sucedidos por substituição indevida dos componentes ou pelo pagamento de preços excessivos por qualquer dos componentes recomendados.

ENERGIA SOLAR



Até que ponto a conversão direta de energia solar em energia elétrica pode ser solução para a crise de energia que começa a ter seus efeitos notados no mundo inteiro?

Calcula-se que em cada metro quadrado da superfície terrestre, no equador, com Sol a pino, cerca de 1,5 kW de energia radiante provinda do sol incida, sendo totalmente convertida em calor ou outras formas secundárias de energia e apenas eventualmente uma pequeníssima parcela convertida em alguma forma de energia que possamos aproveitar em seguida.

Na verdade, o pequeno aproveitamento que se pode ter da energia solar que incide diretamente na Terra se deve justamente às dificuldades encontradas na conversão de energia térmica em outras formas de energia. Para que haja rendimento de uma máquina térmica, entre outros requisitos, deve haver diferença de temperatura, ou seja, uma diferença de potencial térmico permitindo-se assim um escoamento dessa energia onde então ocorre a transformação.

Deste modo, se bem que a solução encontrada de se concentrar energia radiante provinda do sol em pontos de reduzidas dimensões, por meio de espelhos parabólicos, lentes ou outros recursos ópticos, com a finalidade de se obter altas temperaturas necessárias ao funcionamento das máquinas térmicas, os rendimentos obtidos ainda são baixos.

A solução mais interessante da conversão de energia radiante em energia elétrica parece estar sendo agora alcançada com o desenvolvimento de dispositivos semicondutores da mesma família dos LED (Diodos Emissores de Luz) que operam "ao contrário" isto é, permitem a conversão da energia solar em energia elétrica. Nestes



casos, além de um rendimento maior, temos a vantagem da conversão da energia disponível numa espécie de energia que muito mais facilmente podemos utilizar, transmitir ou mesmo armazenar, que é a energia elétrica.

Já existem semicondutores que, além de poderem operar em temperaturas elevadas, o que permite a concentração da energia em áreas bastante reduzidas implicando em considerável economia de matéria prima na construção do elemento sensível, apresentam rendimento bastante elevado em relação às convencionais foto-células ou pilhas solares à base de silício.

A solução para a crise de energia que se revela para um futuro bastante próximo talvez não possa estar totalmente neste tipo de conversão, mas seus efeitos poderão ser sensivelmente reduzidos com bases nesta técnica.

Já se pensa e se estuda a possibilidade de se montar sistemas de irrigação em áreas desérticas cujas bombas seriam movidas diretamente pela radiação solar convertida por tais dispositivos em energia elétrica. Uma outra possibilidade é a casa solar-elétrica em que foto-conversores carregariam baterias durante o dia e cuja energia seria usada durante a noite de modo convencional.



Injetores de Sinais TRANSISTORIZADOS



Quando se repara um equipamento eletrônico, como um receptor de rádio, um amplificador, ou um transceptor, o primeiro passo a ser dado na localização dos componentes deficientes consiste na localização do estágio ou etapa inoperante ou deficiente.

Um ótimo auxiliar para esta tarefa é o injetor de sinais, principalmente se o leitor não dispõe de uma oficina bem equipada com aparelhos mais sofisticados.

Com um injetor de sinais, a tarefa de localizar estágios ou etapas inoperantes, fica bastante simplificada e sua conseqüente reparação muito mais rápida.

Neste artigo descrevemos a montagem de dois injetores de sinais extremamente simples que, usando no máximo dois transistores, podem ser montados de forma suficientemente compacta para serem totalmente portáteis e com um mínimo de gasto permitirão a obtenção de todos os recursos de reparação que este tipo de equipamento pode oferecer.

Pela sua simplicidade, compacticidade e baixo custo, nossos injetores de sinais podem significar:

a) obtenção de uma útil ferramenta de reparação inteiramente portátil;
b) aprendizado ou aprimoramento de uma técnica de localização de defeitos em equipamentos com a qual poucos técnicos estão realmente familiarizados;
c) aprimoramento de suas técnicas de montagem de equipamentos miniaturizados (circuitos impressos e transistores) caso o leitor não a tenha suficientemente desenvolvida.

Como não se tratam de circuitos críticos, já que todos operam na faixa de áudio-freqüências, com harmônicos se extendendo para bem além, não haverão problemas se forem utilizadas outras técnicas de montagem que não a sugerida no artigo.

COMO FUNCIONA UM INJETOR

Um injetor de sinais nada mais é do que um oscilador de áudio que faz as vezes de uma fonte de programa para um equipamento, podendo ser ligado a diversas de suas etapas para verificação de seu funcionamento. (fig. 1).

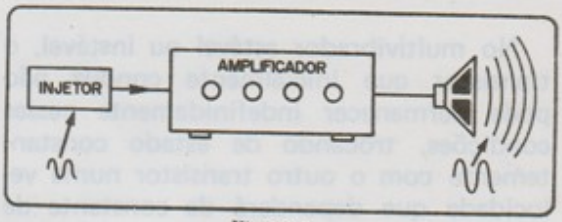


Figura 1

Num amplificador de áudio, por exemplo, o injetor pode ser usado na entrada fazendo as vezes de um toca-discos, sintonizador, etc, devendo, portanto, seu sinal aparecer amplificado na saída. Em suma, o injetor de sinais gera um tom contínuo que deve ser devidamente trabalhado pelo equipamento em prova, aparecendo de forma audível no alto-falante. Se sua reprodução não ocorrer ou ocorrer de forma diferente da esperada, podemos suspeitar de falhas no equipamento.

Uma técnica de aplicação desses sinais em diferentes pontos do circuito permite que se localize com bastante facilidade a etapa deficiente, isolando-a das demais, simplesmente pela forma como o sinal injetado é reproduzido ou se ele deixa de ser reproduzido.

Evidentemente, este tipo de prova se aplica principalmente a etapas de áudio de amplificadores, misturadores, receptores, pré-amplificadores, etc, sendo apenas em casos em que existam harmônicos de freqüências suficientemente elevadas que seu uso pode se estender a etapas de FI e RF, o que não é norma ocorrer.

O PRIMEIRO CIRCUITO

O primeiro circuito consiste num multivibrador astável utilizando transistores de uso geral do tipo NPN.

Num multivibrador astável ou instável

como este, o transistor Q1 só pode conduzir plenamente quando Q2 estiver em seu estado de não condução e, igualmente, Q2 só pode conduzir quando Q1 estiver no seu estado de não condução. Em suma, num multivibrador de dois tansistores, só podemos, em cada instante, encontrar um dos transistores conduzindo.

No multivibrador astável ou instável, o transistor que inicialmente conduz não pode permanecer indefinidamente nessas condições, trocando de estado constantemente com o outro transistor numa velocidade que dependerá da constante de tempo do circuito RC que polariza sua base. Obtém-se, deste modo, uma forma de onda retangular no coletor de qualquer um dos transistores, um sinal que pode ser perfeitamente usado para a injeção em equipamentos deficientes.

Os componentes deste primeiro circuito estão calculados de modo a ser obtida uma freqüência de aproximadamente 1 000 Hertz, mas o leitor, se quiser, mediante alteração dos capacitores poderá obter sinais de outras freqüências.

Efeitos equivalentes são obtidos pela alteração dos resistores R1 e R2, mas não se recomenda a utilização deste recurso para a variação de freqüência, a não ser dentro de uns 20% dos valores recomendados no diagrama.

Para obtenção de freqüências mais baixas as capacitâncias devem ser aumentadas.

É importante observar que a técnica de produção de sinais por condução e não condução de transistores independentes, permite o controle do tempo de duração dos semi-ciclos e dos intervalos, ou seja, permite a obtenção de ondas assimétricas.

Neste circuito adotamos transistores de silício para uso geral do tipo BC107, mas unidades de características próximas ou equivalentes poderão ser empregadas. Particularmente recomendamos os tipos BC107, BC108 ou BC109 e seus equivalentes:

Plásticos: BC237, BC238, BC239
Lock-fit: BC147, BC148, BC149
SOT-54: BC547, BC548, BC549

Com relação aos capacitores, o leitor poderá usar os de cerâmica ou de poliester, escolhendo as dimensões de acordo com o grau de miniaturização que desejar. Os resistores são de 1/8 W. (Fig. 2).

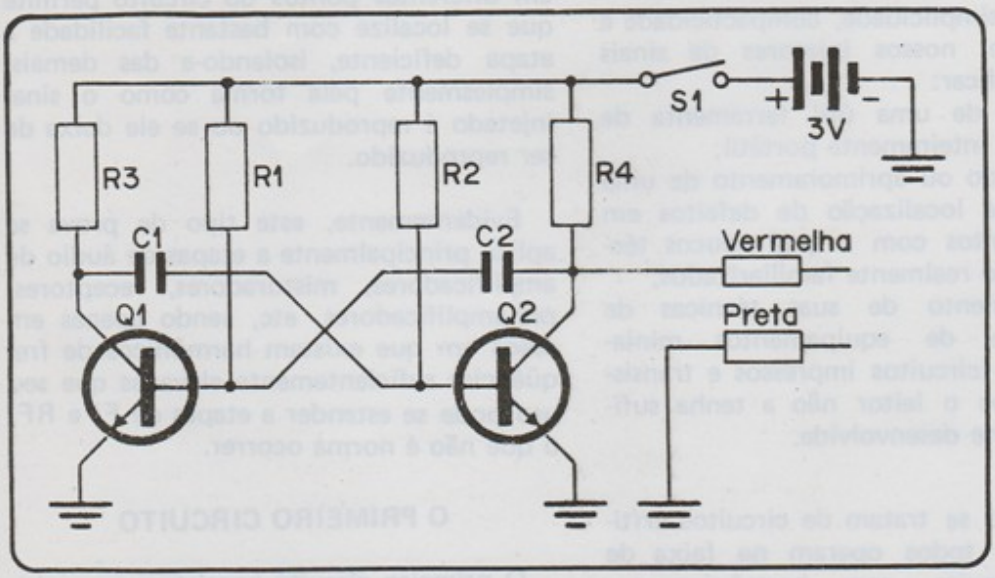


Figura 2

A fonte de alimentação constitui-se em duas pilhas pequenas (AA) ligadas em série. Não é necessário o uso de suportes

já que o consumo do injetor é tão baixo que o seu tempo de duração será bastante longo para permitir sua soldagem diretamente ao circuito.

Como interruptor pode ser usado um jaque de fones, miniatura. A colocação do macho ligará o circuito e sua retirada o desligará. Entretanto, chaves miniatura podem ser perfeitamente encontradas para esta finalidade.

O conjunto pode ser alojado num tubo plástico do tipo usado para remédios, sendo a ponta de prova e o fio da garra de terra fixados a partir de sua base.

inversão de fase do sinal de saída em relação ao sinal de entrada, essa nova inversão significa uma realimentação positiva que é responsável pela produção e manutenção das oscilações.

A freqüência de operação deste circuito é justamente dada pela constante de tempo do circuito de realimentação.

Sua alteração, como no caso do circuito anterior, pode ser feita modificando-se os valores dos capacitores dessa rede de realimentação e, do mesmo modo, seu aumento de valor implicará num abaixamento e sua diminuição num aumento da freqüência de operação. (Fig. 3).

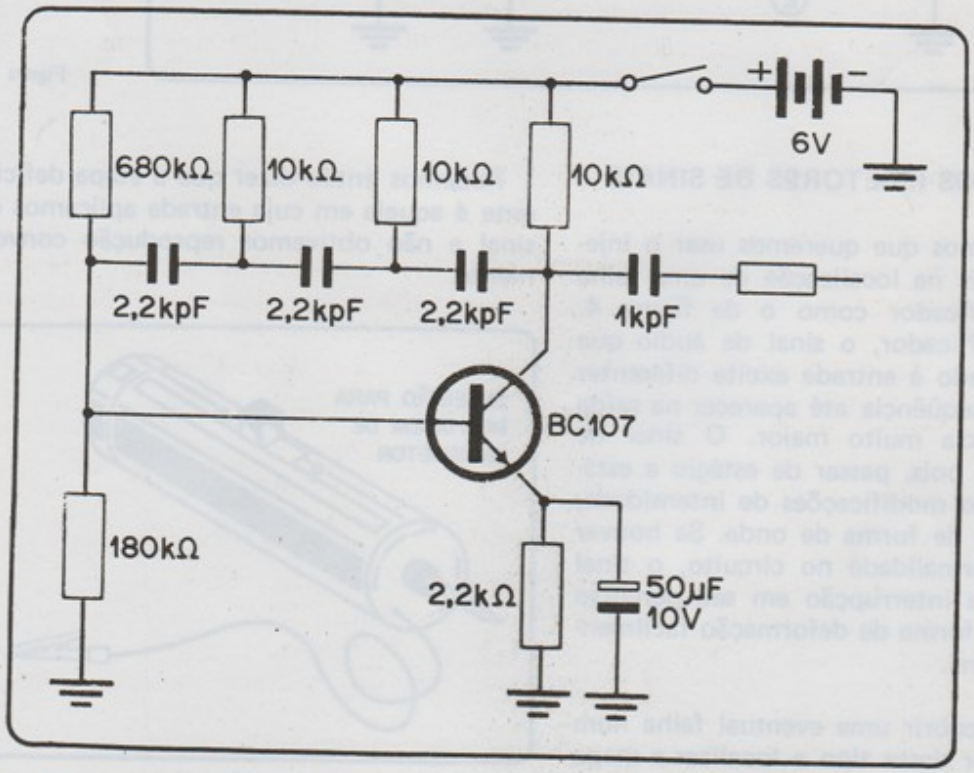


Figura 3

O SEGUNDO CIRCUITO

O segundo circuito consiste num oscilador de deslocamento ou rotação de fase com apenas um transistor. Neste oscilador, o sinal retirado do coletor do transistor tem sua fase alterada de 180° aparecendo, portanto, invertido na base do mesmo transistor. Como no funcionamento na configuração de emissor comum há uma

O transistor usado pode ser do mesmo tipo que os recomendados no caso anterior, com seus quivalentes plásticos, lock-fit e SOT-54. A fonte de alimentação também deve ser formada por pilhas comuns, ligadas em série para fornecer uma tensão de, pelo menos, 6 Volts. A técnica de montagem recomendada é a mesma do caso anterior: placa de fiação impressa alojada em tubo plástico.

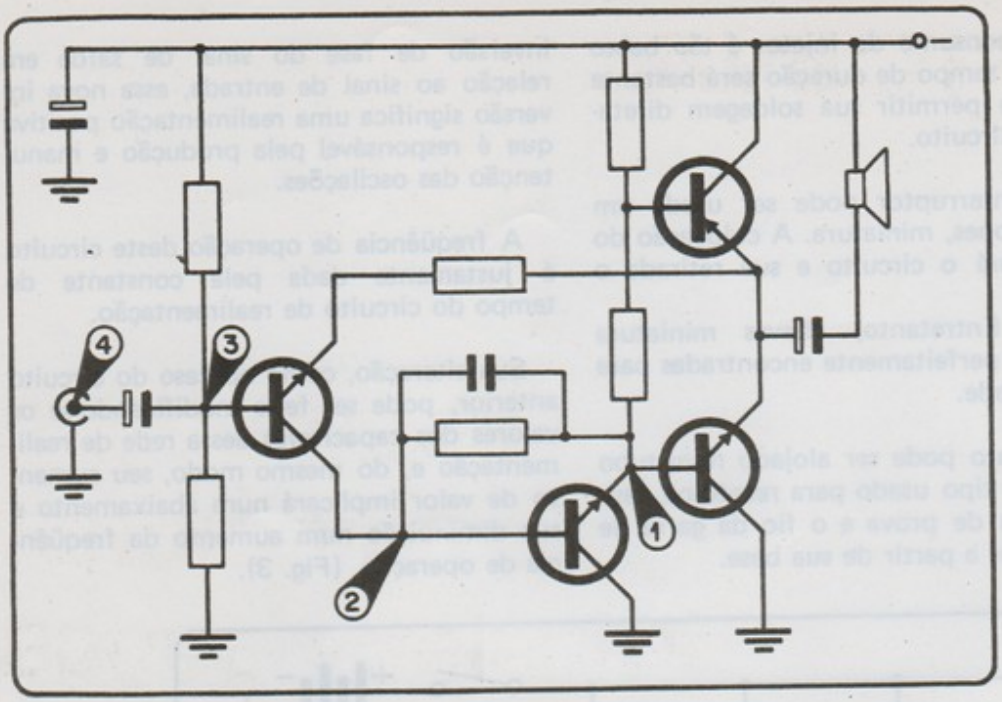


Figura 4

O USO DOS INJETORES DE SINAIS

Suponhamos que queremos usar o injetor de sinais na localização de uma falha num amplificador como o da figura 4. Nesse amplificador, o sinal de áudio que lhe é aplicado à entrada excita diferentes etapas em seqüência até aparecer na saída com potência muito maior. O sinal de áudio deve, pois, passar de estágio a estágio sofrendo modificações de intensidade, porém, não de forma de onda. Se houver alguma anormalidade no circuito, o sinal sofrerá uma interrupção em seu percurso ou alguma forma de deformação facilmente perceptível.

Para descobrir uma eventual falha num amplificador desse tipo e localizar a etapa deficiente, o que temos a fazer é injetar o sinal na entrada de cada etapa sucessivamente a partir da última, em direção à entrada (no sentido contrário ao percorrido pelo sinal), até ser obtida uma interrupção do sinal ou alguma deformação perceptível.

Podemos então dizer que a etapa deficiente é aquela em cuja entrada aplicamos o sinal e não obtivemos reprodução conveniente.



Partindo do ponto 1, vamos gradativamente recuando nos estágios, aplicando o sinal nos pontos 2, 3, etc, até que em determinado instante seja notada distorção ou desaparecimento do sinal. A falha estará nesta etapa.

OFICINA

a reparação de receptores transistorisados

Como proceder diante de um receptor defeituoso? Suponhamos que, praticante amador de eletrônica ou técnico recém formado, o leitor se veja diante do seu primeito receptor a reparar.

É evidente que, ao retirá-lo da caixa, pode, neste momento, ocorrer a surpresa da insegurança diante da responsabilidade assumida. A maioria dos técnicos sente o choque de ter pela primeira vez a responsabilidade de reparar um equipamento como profissional; diante da complexidade do circuito, mesmo que o tenham visto muitas vezes em seu curso, sentem-se em dúvida se realmente têm capacidade de "descobrir" a falha e substituir os componentes que forem necessários. Aprender a teoria e mesmo a prática é bem diferente de colocá-las em prática profissionalmente. Que fazer?

Neste artigo é evidente que não podemos dar todos os métodos de reparação, pois justamente isso é que foi visto no curso feito pelo técnico. Com isto, visamos simplesmente estabelecer uma certa orientação de trabalho para o técnico reparador em início de carreira. Com o tempo a prática lhe mostrará quais são as variantes de procedimento que podem ser tomadas para cada caso específico mas, até lá, será conveniente ter uma certa seqüência de operações de modo a se perder o mínimo de tempo possível na localização de qualquer falha já que, em termos profissionais, "tempo é dinheiro".

AS TÉCNICAS

Na reparação de receptores transistorizados, como de qualquer equipamento eletrônico, dificilmente o técnico pode contar com o cliente para a obtenção de qualquer "pista" sobre a possível falha. Em geral as palavras que melhor definem as situações são: "não funciona", "faz um barulho esquisito quando muda de estação" ou simplesmente "não sei o que ele tem".

Com isso, a primeiro preocupação do técnico diante de um receptor deficiente é justamente localizar o defeito, mas a partir de nenhuma pista.

Para tal, todo o técnico deve ter um senso de observação bastante agudo.

Às vezes um mau contacto pode se fazer evidente no momento em que mexemos no receptor, acionamos seus controles ou simplesmente mudamos sua posição.

Entretanto, se a deficiência for causada por componentes que não possuam peças móveis, é evidente que este método dificilmente nos levará a algum resultado prático.

Portanto, antes de partir diretamente para a demontagem do aparelho, um outro ponto de bastante importância deve ser analisado: o estado das pilhas.

O técnico ficará bastante surpreso com a quantidadde de casos que aparecerão na sua oficina em que a simples substituição das pilhas ou a limpeza dos seus contactos constitui-se no único defeito.

Os sintomas que costumam aparecer em virtude de pilhas enfraquecidas ou com maus contactos são a ausência de volume e sensibilidade, a variação intermitente de volume e o "motor-boating", ou seja, a emissão de um som semelhante ao de um motor de barco.

Uma vez constatado que a bateria se encontra em boas condições, enviando uma alimentação correta para o receptor, o procedimento que melhor devemos ter para a descoberta do componente ou componentes defeituosos consiste no isolamento da etapa deficiente para o que podemos usar as seguintes técnicas básicas:

a) Método de substituição de componentes

Podemos experimentar componentes bons em lugar daqueles que supomos estar defeituosos. Este método se revela interessante quando suspeitamos de um ou dois componentes pelo seu estado aparente, o que, entretanto, requer muita visão do técnico. Esse método dificilmente levará a alguma conclusão se houver mais de um componente defeituoso na mesma etapa.

b) Medida de tensões

Este método se mostra bem mais eficiente que o anterior. Mede-se a tensão de pontos importantes do circuito, sendo comparadas com os valores indicados nos manuais fornecidos pelos fabricantes ou através de conhecimentos teóricos de circuito analisado. Este método, porém também tem seus inconvenientes já que em determinados casos pode ocorrer a avaria de um componente sem que haja qualquer alteração nas tensões do circuito, caso, por exemplo, da "abertura" de pequenos capacitores.

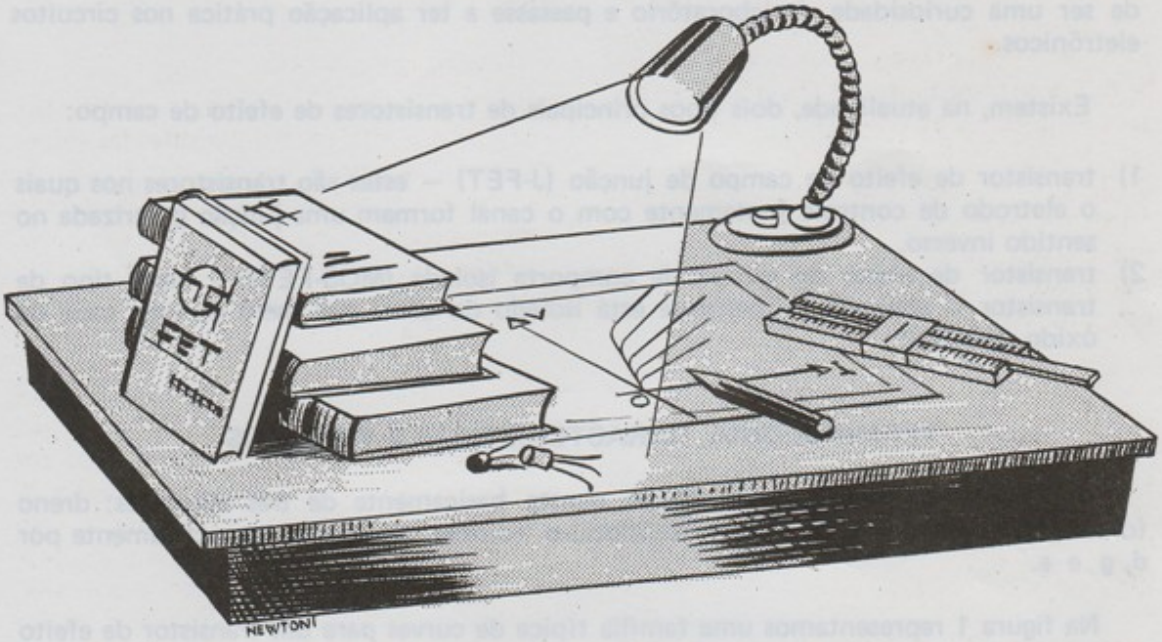
c) Substituição de sinal

Este método se mostra, na prática, o mais apropriado para a maioria das falhas. Injeta-se um sinal à entrada do circuito ou da etapa em prova e se compara a saída com o que se deseja obter. Se a etapa não funcionar como o esperado, pode ser isolado facilmente o componente defeituoso por medidas diretas de seu valor.

É importante observar que nem sempre o técnico deve confiar somente em um dos métodos descritos ou esperar que um único método o leve sempre à falha de qualquer equipamento. A escolha do método depende muito da prática e intuição do técnico que deverá saber desenvolver habilidade para trabalhar correta e rapidamente, aproveitando as vantagens que todos os métodos podem oferecer.



os transistores de EFEITO DE CAMPO



Os transistores de efeito de campo (FET) apresentam características elétricas bastante interessantes que permitem sua utilização numa gama muito grande de aplicações práticas. Neste artigo, focalizamos de maneira resumida os transistores de efeito de campo, dando uma breve descrição de sua estrutura e de suas principais propriedades elétricas.

INTRODUÇÃO

Basicamente, um transistor de efeito de campo (FET) consta de um canal semicondutor cuja resistência é controlada por meio de um campo elétrico perpendicular à direção do fluxo de corrente.

A diferença fundamental entre os transistores de efeito de campo e os transistores de junção convencionais é que, nos primeiros, a corrente é dada pelo fluxo de

portadores de um só tipo (portadores majoritários). Por este motivo, os transistores de efeito de campo são conhecidos como transistores unipolares em contraposição aos demais que são bipolares.

Sem bem que a descrição do funcionamento deste tipo de transistor já figura entre os primeiros trabalhos de W. Schockley, em torno de 1952, sua implementação tecnológica é relativamente recente se comparada à dos transistores bipolares. Com efeito, foi necessário um profundo conhecimento dos materiais e da física do estado sólido, além da tecnologia da difusão, foto-impressão e dos processos planares e epitaxiais de fabricação de transistores, para que o transistor de efeito campo deixasse de ser uma curiosidade de laboratório e passasse a ter aplicação prática nos circuitos eletrônicos.

Existem, na atualidade, dois tipos principais de transistores de efeito de campo:

1) transistor de efeito de campo de junção (J-FET) – estes são transistores nos quais o eletrodo de controle juntamente com o canal formam uma junção polarizada no sentido inverso.
2) transistor de efeito de campo de comporta isolada (MOS-FET) – neste tipo de transistor o eletrodo de controle está isolado do canal por meio de uma capa de óxido de silício.

TERMINOLOGIA, CARACTERÍSTICAS E SÍMBOLOS

Um transistor de efeito de campo consta basicamente de três eletrodos: dreno (drain); comporta (gate) e fonte ou supridouro (source), abreviadas respectivamente por d, g e s.

Na figura 1 representamos uma família típica de curvas para um transistor de efeito de campo. Se as compararmos com as curvas de saída de um pentodo veremos que a fonte corresponderá ao catodo, a comporta à grade e o dreno à placa. Na figura 1 vemos também, o símbolo usado comumente para o FET. O eletrodo de comporta está geralmente indicado por uma seta. Esta seta indica, também, o sentido da corrente ou a polaridade da tensão dreno-fonte para o qual foi projetado o FET, como nos transistores bipolares. Sem dúvida, as funções da fonte e do dreno podem, em princípio, ser intercambiadas (como nos transistores bipolares podem ser trocadas as funções do emissor e do coletor), com o qual as curvas indicadas na figura 1 podem ser extendidas ao terceiro quadrante.

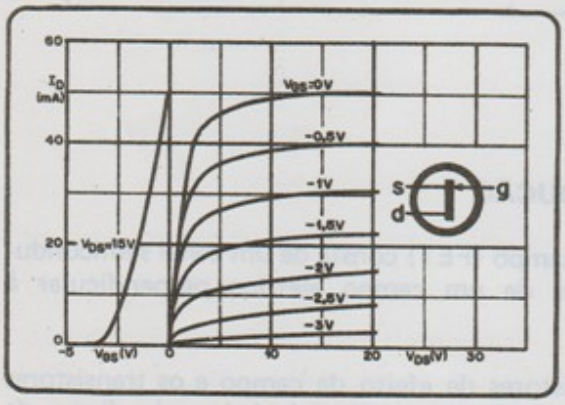


Figura 1

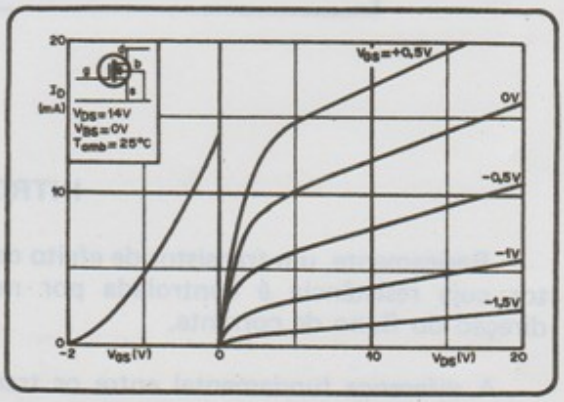


Figura 2

Na figura 2 podem ser observadas as curvas características e o símbolo de um transistor de efeito de campo de comporta isolada. Estas curvas também se assemelham às de um pentodo. A única diferença entre o J-FET e o MOS-FET é que no último a comporta está isolada do canal e, portanto, a polaridade dela pode ser invertida sem que haja corrente pelo eletrodo de comporta. A seta indica o eletrodo correspondente ao substrato e mostra o sentido da corrente para o MOS-FET.

PROPRIEDADES ESPECIAIS DOS TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO E SEU SIGNIFICADO PRÁTICO

Os transistores de efeito de campo combinam as propriedades mais favoráveis dos transistores bipolares com as das válvulas. Não necessitam de aquecimento e são pequenos. Podem fazer parte de circuitos integrados (com os MOS-FET a técnica dos CI é facilitada, já que não se requer uma isolação extra) e, se necessário, podem ser combinados com os transistores bipolares neste tipo de circuito.

Sua resistência de entrada é tão grande ou maior que a das válvulas, com a vantagem adicional que nos transistores MOS essa impedância de entrada é independente da polaridade da tensão aplicada à comporta. Deste modo podem ser feitos acoplamentos diretos sem a necessidade de circuitos adicionais.

Na figura 3 esquematizamos uma etapa inversora feita com MOS-FET do tipo de enriquecimento (que podem ser chamados de normalmente abertos já que a corrente que circula pelo canal é nula quando a tensão comporta-fonte é nula). A tensão de comporta tem de superar um certo nível para que se produza a condução e ela aumenta com o crescimento da tensão de comporta.

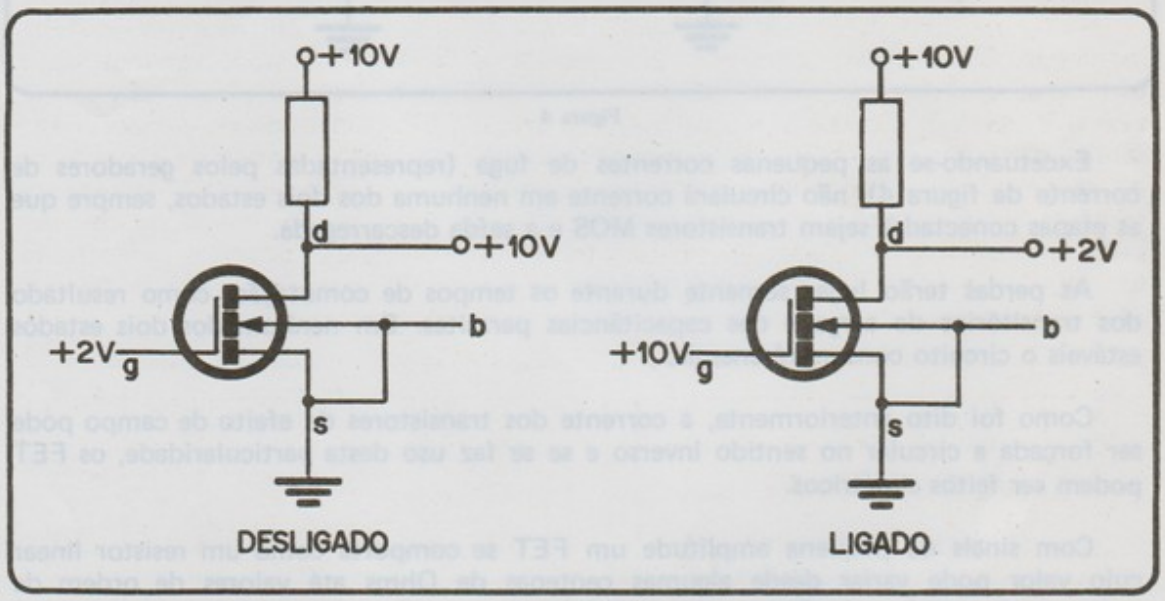


Figura 3

Se, para o dispositivo da figura 3, a tensão de umbral para a condução é de 3 Volts positivos com uma tensão de comporta de 2 Volts positivos, o transistor permanecerá cortado e estará em condução com uma tensão de 10 Volts positivos. Se o circuito tiver sido projetado corretamente, os sinais invertidos na saída podem ter as mesmas amplitudes dos sinais de entrada e as etapas podem ser acopladas diretamente. Pelo

contrário, se são usados transistores bipolares para esta aplicação, serão necessários componentes adicionais para se combinar os potenciais de CC das diferentes etapas.

Podem-se fazer transistores MOS complementares (canal P e canal N), da mesma forma que se fazem transistores bipolares do tipo PNP e NPN. Para ilustrar este fato, mostramos na figura 4 um inversor com transistores MOS complementares. O circuito atua como comutador, conectando a saída através de uma resistência relativamente baixa ao + V ou à terra.

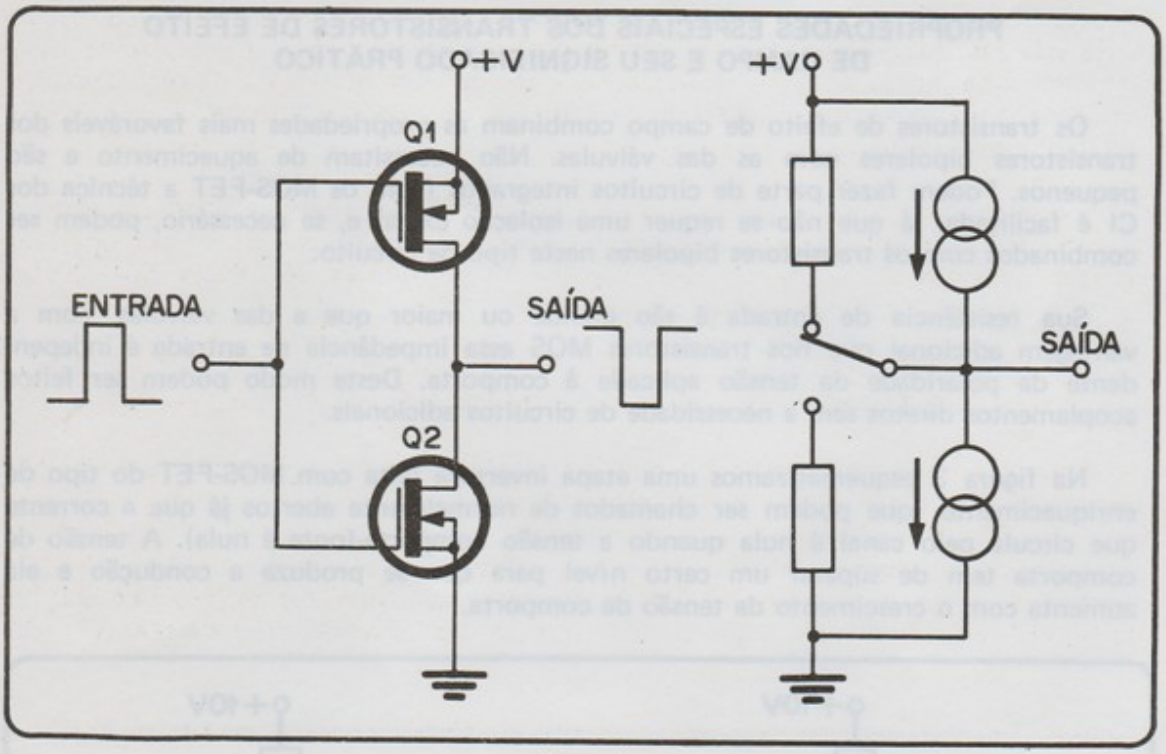


Figura 4

Excetuando-se as pequenas correntes de fuga (representadas pelos geradores de corrente da figura 4), não circulará corrente em nenhuma dos dois estados, sempre que as etapas conectadas sejam transistores MOS e a saída descarregada.

As perdas terão lugar somente durante os tempos de comutação, como resultado dos transitórios de carga e das capacitâncias parasitas. Em nenhum dos dois estados estáveis o circuito consumirá energia.

Como foi dito anteriormente, a corrente dos transistores de efeito de campo pode ser forçada a circular no sentido inverso e se se faz uso desta particularidade, os FET podem ser feitos simétricos.

Com sinais de pequena amplitude um FET se comporta como um resistor linear cujo valor pode variar desde algumas centenas de Ohms até valores de ordem de centenas de milhões de Ohms, por meio de uma tensão aplicada à comporta. Desta forma, este dispositivo mostra-se útil para funcionar como comutador de baixo corrimento, já que, ao contrário dos transistores comuns, não há f.e.m. em série com esta resistência e portanto não há tensão de erro inicial (off-set). Com grandes tensões dreno-fonte, a resistência do FET torna-se muito alinear, o que faz com que este dispositivo seja apropriado para ser usado em circuitos digitais ou em limitadores integrados.

O armazenamento de portadores minoritários nos transistores bipolares e os tempos associados a este fenômenos provocam inconvenientes nas aplicações nas quais o transistor opera em comuntação de alta velocidade. Os efeitos mencionados não ocorrem com os portadores majoritários que são os que atuam nos transistores de efeito de campo, de modo que podem ser obtidos tempos de comutação bem menores.

Comparados com os transistores bipolares, os FET apresentam menor nível de ruído e menor intermodulação nas etapas de rádio-freqüência com controle automático de ganho (sua característica de entrada é do tipo quadrático). Mas, além disso, suas características não são afetadas por radioatividade, já que a vida dos portadores de carga não tem tanta importância como no caso dos transistores bipolares. Os FET são inerentemente menos sensíveis às variações de temperatura que os transistores bipolares e não sofrem os efeitos do aquecimento cumulativo devido ao fato de que a corrente diminui com o aumento da temperatura.

Finalmente, a polarização deste tipo de transistor é muito mais simples que a polarização dos bipolares, já que podem ser polarizados de forma automática com um resistor no eletrodo de fonte, de forma similar ao resistor de catodo das válvulas termiônicas.

O TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO DE JUNÇÃO

Após a introdução procedente, passamos a descrever em pormenores o funcionamento dos transistores de efeito de campo de junção.

Na figura 5 observamos o diagrama da estrutura de um transistor desse tipo. O eletrodo de fonte (s) e o dreno (d) estão interconectados por uma zona semicondutora do tipo N, denominada canal. Um dispositivo desse tipo chama-se FET de canal N.

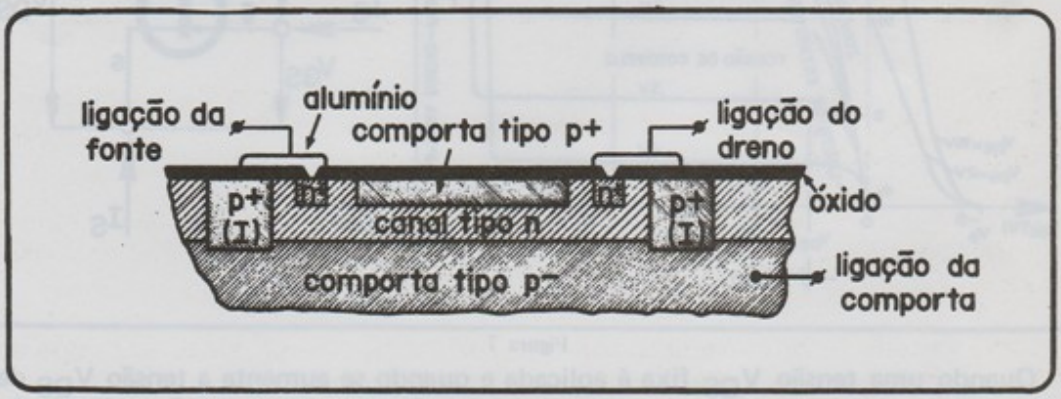


Figura 5

Se aplicarmos uma tensão positiva entre a fonte e o dreno, os elétrons (que são os portadores majoritários) circulação da fonte até o dreno através do canal. O canal N está rodeado por regiões do tipo P muito "dopadas" que são as que formam a comporta do transitor. Quando a comporta é submetida a uma tensão negativa em relação à fonte, as zonas desérticas da junção PN polarizada no sentido inverso, se extendem efetiva para circulação da corrente (figura 6). Em vista da queda de tensão provocada pela passagem da corrente através do canal, a tensão inversa aplicada à junção PN aumenta de s a d e, com ela, a largura da zona desértica.

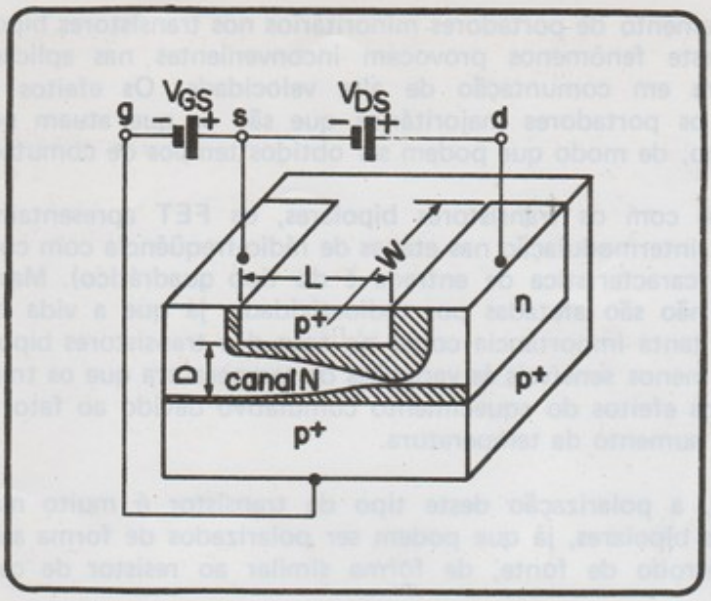


Figura 6

Pelo dito, pode-se dar uma explicação qualitativa para as características de saída mostradas na figura 7.

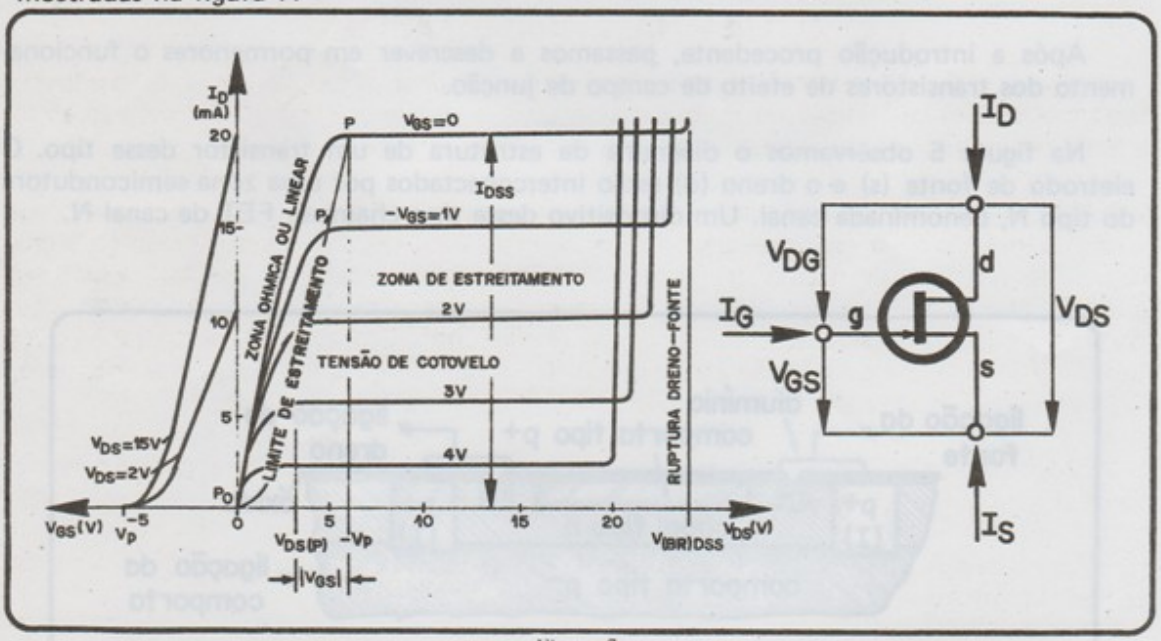


Figura 7

Quando uma tensão V_{GS} fixa é aplicada e quando se aumenta a tensão V_{DS} desde o valor zero, a corrente I_{DS} aumenta de forma linear com a tensão aplicada (zona linear ou ohmica). À medida que a corrente aumenta, o canal começa a fazer-se mais estreito e, portanto, maior sua resistência, de modo que o aumento de I_{DS} com V_{GS} se faz cada vez menor, até que as zonas desérticas chegam a se tocar no extremo correspondente ao eletrodo de dreno. Se diz, então, que o canal chegou ao estrangulamento. (Em inglês adota-se o termo "pinch-off" e a tensão que o produz é denominada tensão de "pinch-off").

Na figura 7 marcamos com uma linha pontilhada as diferentes tensões V_{DS} para os quais ocorre o estrangulamento. A tensão $V_{DS(p)}$ é denominada também tensão de

cotovelo. À direita da tensão de cotovelo (na zona de estrangulamento) a corrente de dreno aumenta muito pouco com a tensão.

À medida que se aumenta a tensão V_{GS}, as zonas desérticas de ambos os lados do canal se estreitam e o mesmo canal se alarga, quando a corrente é fixa. Desta forma, o corte da corrente se obtém antes ou, o que é o mesmo, para uma corrente menor que a da tensão de estrangulamento. Desta forma, nas características de saída, as correntes menores correspondem a tensões maiores de comporta à fonte.

A fim de que a resistência de entrada não aumente subitamente, deve-se prever que a junção comporta-canal esteja polarizada sempre no sentido inverso. Na prática não há corrente de comporta para tensões menores que 0,5 Volts e a corrente de comporta aumenta de forma exponencial quando se supere este valor de tensão. Esta corrente corresponderia à de grade das válvulas.

Se são trocadas as "dopagens" indicadas na figura 5, será obtido um transistor de canal P. Se as tensões de alimentação se invertem, o transistor de canal P será complementar do de canal N. Em condições normais de funcionamento, no de canal P, a corrente circulará da fonte ao dreno. Nas considerações seguintes falaremos sempre dos transistores de canal N.

A TENSÃO DE ESTRANGULAMENTO

Uma grandeza fundamental nos transistores de efeito de campo é a tensão de estrangulamento ou tensão de umbral V_p, a qual se define como a tensão inversa entre a zona do canal e da comporta, para a qual as zonas desérticas se tocam.

A tensão de estrangulamento aumenta com o nível de "dopagem" na zona do canal e com a distância "a" entre as zonas da comporta. Esta tensão aparece em dois pontos das características mostradas na figura 7. Uma forma pela qual o canal pode ser cortado é aplicando-se a tensão de "pinch-off" entre a comporta e a fonte, de tal forma a polarizar a junção de forma inversa. Nestas condições, as duas zonas desérticas se juntam em toda a extensão do canal como podemos observar na figura 8 e, por isso, não circulará corrente alguma pelo canal.

Podemos, então, definir V_p como a tensão comporta-fonte que anula a corrente do canal, ficando apenas uma corrente de fuga (ver figura 7 à esquerda).

Num transistor de canal N, a tensão de comporta deverá ser negativa. O sinal da tensão de "pinch-off" é o seguinte:

Para canal N $Vp < O$
Para canal P $Vp > O$

A tensão de estrangulamento pode ser encontrada também nas características de saída (figura 7 à direita). Se fizermos nula a tensão comporta-fonte, a junção PN de um FET de canal N pode ser polarizada inversamente mediante uma tensão dreno-fonte positiva que faz com que o canal do tipo N seja positivo em relação à comporta do tipo P. O estrangulamento ocorrerá então para $V_{DS} = V_p$, supondo que a resistência do condutor entre os extremos do canal e os eletrodos de dreno e fonte seja desprezível. Este último fato implica que a característica para $V_{GS} = O$ corta o limite de estrangulamento no ponto $V_{DS} - V_p$ (ponto p da figura 7). Neste caso, as duas zonas desérticas se tocam somente no extremo do canal correspondente ao dreno, em conseqüência da queda da tensão provocada pela corrente que circula através do canal.

Devido ao fato de que a posição do ponto p deve ser determinado na prática (o mesmo que a origem das características Id e V_{GS}), se sugere que Vp pode ser determinada de forma mais exata traçando-se a curva (I_D/gm) em função da tensão V_{GS} (onde gm é a transcondutância). Esta curva deveria dar teoricamente uma linha reta a qual, uma vez extrapolada, cortaria o eixo V_{GS} no ponto correspondente a Vp. Como se trata de um método pouco prático, introduz a quantidade $V_{GS(p)}$. Esta é o valor de V_{GS} que corresponde a um valor de corrente extremamente baixo porém mensurável, da ordem de 1 nA.

A CORRENTE DRENO-FONTE DE CURTO CIRCUITO (I_{DSS})

Outra das características definitórias de um transistor de efeito de campo é a corrente dreno-fonte de curto-circuito I_{DSS}. Esta corrente é a correspondente a V_{GS} = = 0 quando o dispositivo trabalha na zona de estrangulamento. Este valor de corrente depende das características construtivas do dispositivo tais como o nível de "dopagem" da zona do canal e de sua forma geométrica e, em menor grau, da distribuição de impurezas num plano perpendicular à junção. Sem dúvida, o valor de I_{DSS}, pode se aproximar, na maioria dos casos, pela expressão:

$$I_{DSS} \cong \frac{W}{L} \mu_V \quad .....(1)$$

onde: W é a largura do canal
L é o comprimento do canal
μ_V é a mobilidade dos portadores do canal

Como veremos mais adiante, a transcondutância de um FET, a uma dada tensão de estrangulamento, é proporcional à corrente I_{DSS}. Para obter-se, então, um alto valor de gm será necessário se fazer a relação W/L a maior possível.

Em condições normais de funcionamento a corrente fonte-dreno do transistor não se pode fazer muito maior que a corrente I_{DSS} já que, de outro modo, a junção PN da comporta ficaria polarizada de forma direta. Na maioria dos casos, quando se usa o FET como amplificador, se fixa a corrente de dreno a um valor menor que I_{DSS}, valor que dependerá da amplitude do sinal a ser amplificado.

A corrente I_{DSS} aumenta levemente com a tensão V_{DS} já que as características de saída mostradas na figura 7 não são absolutamente horizontais. Os valores de I_{DSS} são dados normalmente em função de uma tensão V_{DS}. O sinal da corrente I_{DSS} é o seguinte, segundo o transistor seja de canal P ou N:

Para canal N $I_{DSS} > 0$
Para canal P $I_{DSS} < 0$

CARACTERÍSTICAS

Na figura 8 podemos observar que as zonas desérticas em forma de cunha situadas de ambos os lados do canal para V_{GS} = 0 são devidas à queda de tensão provocada pela corrente de dreno que circula pelo canal. Ademais, é possível aplicar uma tensão externa negativa entre a comporta e a fonte V_{GS} que somará seu efeito ao da queda de tensão ao longo do canal e aumentará a largura das zonas desérticas. Como resultado desses efeitos, o canal se torna mais estreito e sua resistência aumenta. O comentado anteriormente se reflete nas curvas como uma pequena pendente inicial nas características I_D/V_{DS} (figura 7).

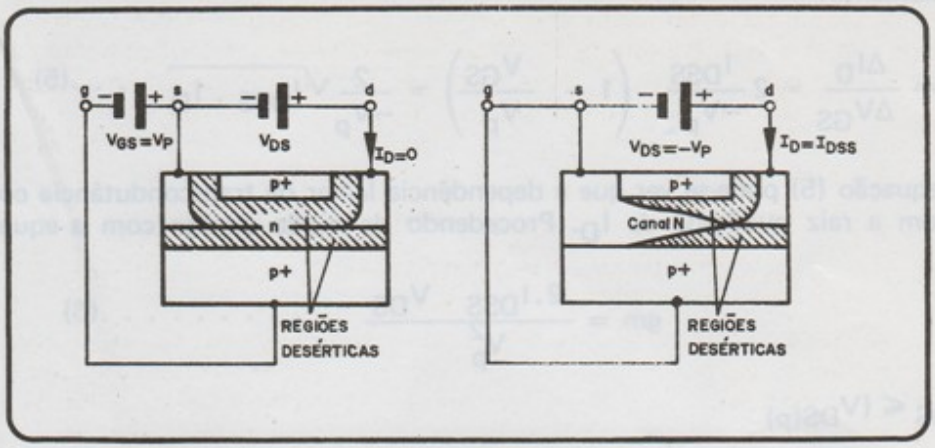


Figura 8

Como V_{GS} contribui para aumentar a largura da zona desértica, o estrangulamento ocorrerá para uma tensão V_{DSS} menor que será dada por :

$$V_{DS(p)} = V_{GS} - V_p \quad \ldots\ldots(2)$$

Esta equação define o limite de estrangulamento da figura 7. A partir da menor pendente, que aparece inicialmente e do menor valor $V_{DS(p)}$, pode-se deduzir que a corrente do canal não será linear com a tensão aplicada V_{GS}.

Fazendo-se certas suposições simplificativas, podemos chegar a que a expressão que relaciona a corrente de canal com a tensão V_{GS} é a seguinte:

$$I_D = I_{DSS} \left\{ 1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right\}^n \quad \ldots\ldots(3)$$

com V_{DS} constante e maior ou igual a $V_{DS(p)}$.

Esta equação descreve a característica de transferência que figura na parte esquerda da figura 7.

O expoente n da equação é praticamente igual 2, ou seja, a corrente de dreno varia aproximadamente com o quadrado de tensão de controle. Esta é a causa pela qual o transistor de efeito de campo apresenta uma distorção muito menor que os transistores bipolares cuja transferência é exponencial. Pode-se demonstrar também que a corrente na zona anterior ao estrangulamento varia conforme a equação

$$I_D = I_{DSS} \left\{ \frac{2V_{DS}}{-V_p} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right) - \frac{V_{DS}^2}{V_p^2} \right\} \quad \ldots(4)$$

para $V_{DS} \leqslant V_{DS(p)}$

Da equação (3) fazendo-se n = 2, temos o valor da transcondutância na zona de estrangulamento:

$$gm = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} = 2\frac{I_{DSS}}{-V_p}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right) = \frac{2}{-V_p}\sqrt{I_{DSS} \cdot I_D} \quad \ldots(5)$$

Na equação (5) pode-se ver que a dependência leniar da transcondutância com V_{GS} se dá com a raiz quadrada de I_D. Procedendo de modo similar com a equação (4) temos:

$$gm = \frac{2.I_{DSS} \cdot V_{DS}}{V_p^2} \quad \ldots\ldots\ldots(6)$$

para $V_{DS} \leqslant (V_{DS(p)}$

Pode-se ver, desta forma, que, na zona do estrangulamento, gm é independente de V_{GS}. Da equação (4) pode-se deduzir o valor da condutância (g_{os}) ou da resistência incremental de dreno-fonte antes da zona de estrangulamento:

$$-g_{os} = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{DS}} = \frac{1}{r_{ds}} = 2\frac{I_{DSS}}{V_p^2}(-V_p + V_{GS} - V_{DS}) \ldots(7)$$

para $V_{DS} \leqslant V_{DS(p)}$

A equação (3) sugere que a condutância de saída na zona de estrangulamento é nula. Esta conclusão se baseia na suposição de que o perfil do canal à esquerda do ponto de estrangulamento é completamente independente da corrente I_D para $V_{DS} > > V_{DS(p)}$.

Sem dúvida, quando a tensão V_{DS} aumenta, não somente se ampliam as zonas desérticas para o lado do eletrodo de dreno como também o ponto de estrangulemtno "corre" levemente para o lado do eletrodo da fonte. Desta forma, o canal se alarga e a corrente aumenta levemente com o aumento da tensão V_{DS} (veja equação (1)).

Desta forma, as características de saída não são exatamente horizontais depois do ponto de estrangulamento e, por isso, o transistor de efeito de campo tem uma condutância de saída de valor finito diferente de zero. A influência de V_{DS} no comprimento do canal se faz maior (e portanto a condutância de saída também) à medida que o canal se faz mais largo. Por outro lado, se faz necessário ter um canal de pequeno comprimento para se ter uma transcondutância grande. Com canais em torno de uns poucos microns de largura se consegue que a condutância de saída seja umas 100 vezes menor que a transcondutância.

* Adaptação do Caderno Técnico FAPESA — 13-08-74 — Argentina (Gentileza do Setor de Documentação e Divulgação da IBRAPE)

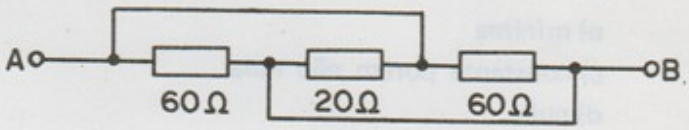
TESTE*

TESTE SEUS CONHECIMENTOS DE ELETRÔNICA

1) Na obtenção dos semicondutores do tipo N, impurezas cujos átomos possuam 5 elétrons na última camada (nível da valência) são acrescentadas ao germânio ou ao silício que são tetravalentes. Qual das substâncias abaixo, pentavalente, é usada neste caso ?
   a) Índio
   b) Carbono
   c) Arsênio
   d) Cobre

2) Um átomo com 20 prótons, 21 neutrons e 20 elétrons é:
   a) um íon positivo
   b) um átomo neutro
   c) um íon negativo
   d) n.d.a.

3) Qual é a resistência equivalente à associação da figura ?
   a) 80 Ohms
   b) 70 Ohms
   c) 120 Ohms
   d) 12 Ohms



4) No primário de um transformador ligado à rede de 220 Volts observamos a circulação de uma corrente de 1 Ampére quando ele opera a plena carga. Supondo que seu rendimento seja de 100% e que a tensão de secundário seja de 11 Volts, qual será a corrente de secundário a plena carga ?
   a) 1 A
   b) 10 A
   c) 11 A
   d) 20 A

5) Num semicondutor de tipo N, o número de elétrons livres é:
   a) maior que o de lacunas
   b) menor que o de lacunas
   c) igual ao de lacunas
   d) nada podemos afirmar

6) Três capacitores não polarizados de 6 μF são ligados de modo a formarem um triângulo. A capacitância obtida entre dois vértices quaisquer desses triângulos será:
a) 2 μF
b) 3 μF
c) 6 μF
d) 9 μF

7) Um condutor de resistência 10 Ohms é cortado em 2 pedaços os quais são associados em paralelo. A resistência obtida para a associação vale:
a) 20 Ohms
b) 10 Ohms
c) 5 Ohms
d) 2,5 Ohms

8) A impedância de um circuito LC série, na freqüência de ressonância é:
a) máxima
b) mínima
c) constante porém não nula
d) nula

9) A substância que reage com o cobre, provocando portanto sua corrosão, sendo por isso usada na confecção de placas de fiação impressa é o:
a) cloreto de cobalto
b) cloreto férrico
c) percloreto férrico
d) tetracloreto de carbono

10) O comprimento de onda associado a uma freqüência de 15 MHz, sendo a sua velocidade de propagação de 300 000 km/s é:
a) 20 000 m
b) 20 m
c) 2 m
d) 40 m

RESPOSTAS
1 - C 2 - B 3 - D 4 - D 5 - A
6 - D 7 - D 8 - A 9 - C 10 - B

TUDO SOBRE FONTES DE ALIMENTAÇÃO

"Qual é a importância da fonte de alimentação num equipamento eletrônico? Como saber que tipo usar num projeto? Como escolher seus componentes? Como calculá-los? Como saber com que podemos contar no comércio para sua construção? Esses e muitos outros fatos ligados às fontes de alimentação focalizaremos neste artigo, com circuitos práticos que poderão ser a solução do seu problema de corrente contínua."

Para um leigo, um equipamento eletrônico nada mais é do que um emaranhado insolúvel de fios e "peças"; para um técnico experiente, entretanto, o emaranhado imediatamente se resolve numa bem definida disposição de condutores e componentes, cada um exercendo uma função bem definida, da qual depende o perfeito funcionamento de todo o conjunto. Sabe também o técnico que, para que cada componente possa cumprir sua função, uma condição fundamental deve ser obedecida: o estabelecimento de uma diferença de potencial em seus terminais. Qualquer variação fora do previsto terá como conseqüência o mau ou o não funcionamento.

Ora, se uma simples variação na tensão de um único componente pode comprometer um equipamento na sua totalidade, deve o projetista dar especial importância aos circuitos que determinam essas tensões, ou seja, deve dar especial atenção ao projeto da fonte de alimentação. Por outro lado, da sua perfeita escolha, do correto cálculo de seus componentes e da exata disposição de suas partes na hora da montagem, pode depender totalmente um projeto; por isso a ela dedicamos um estudo cuidadoso, procurando levar ao leitor suas principais técnicas, familiarizando-o com essa importante etapa de qualquer equipamento eletrônico.

A maioria dos componentes eletrônicos exige, para sua operação, uma alimentação feita a partir de uma tensão contínua, de valor determinado para sua função. Deste modo, sempre que pretendermos alimentar um equipamento eletrônico a partir da tensão alternada existente na rede, deveremos dispôr de circuitos que sejam capazes de realizar as funções necessárias a isso: converter a tensão alternada em tensão contínua.

A FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA

Três funções básicas são necessárias para a obtenção de uma tensão contínua a partir de uma fonte de alimentação (fig. 1):

a) a exercida pelo transformador, o qual abaixa ou eleva a tensão disponível na rede, levando-a a um valor que, compensando-se as perdas e modificações de seu valor nos estágios seguintes, venha a resultar na tensão contínua exigida pelo circuito de carga. Na saída do transformador ainda temos uma tensão alternada;

b) a exercida pelo retificador que, permitindo a passagem de corrente somente num sentido, faz com que assim resulte uma corrente contínua, ainda que pulsante. São utilizados comumente nesta função os diodos semicondutores;

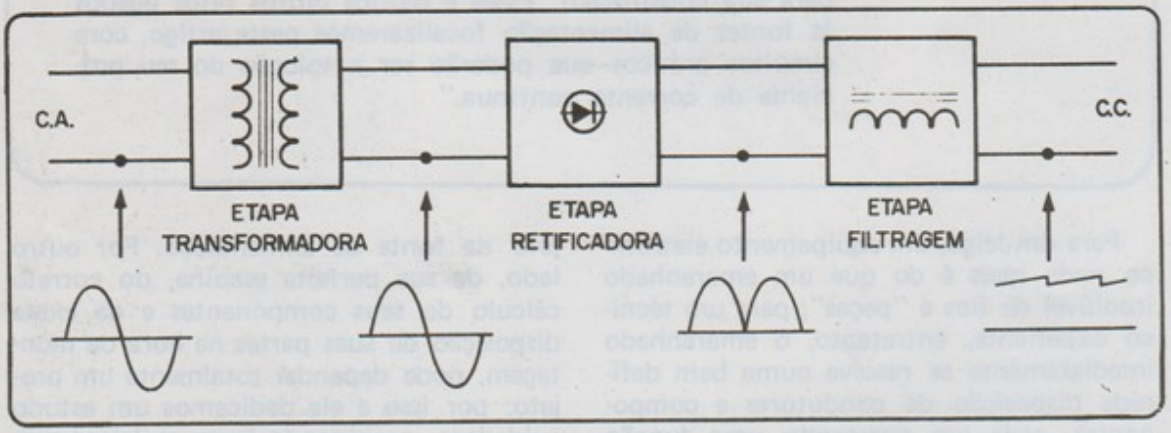


Figura 1

c) a exercida pelo filtro que, tomando a corrente contínua pulsante disponível na saída do retificador, a leva a uma corrente contínua quase pura, eliminando ao máximo suas ondulações e variações. Essa função é exercida pela associação de diversos componentes, normalmente capacitores, resistores e indutores.

OBSERVAÇÕES

1) Uma quarta função pode ser agregada às fontes de alimentação quando se deseja uma tensão de saída muito estável, invariável com a corrente solicitada pela carga ou as alterações de tensão alternada alimentadora, dentro de certos limites. Este estágio, chamado "regulador", é freqüentemente empregado em equipamentos em que a corrente drenada da fonte pode variar entre limites amplos durante seu funcionamento. Os reguladores operam, em regra, baseados nas propriedades semicondutoras dos diodos Zener.

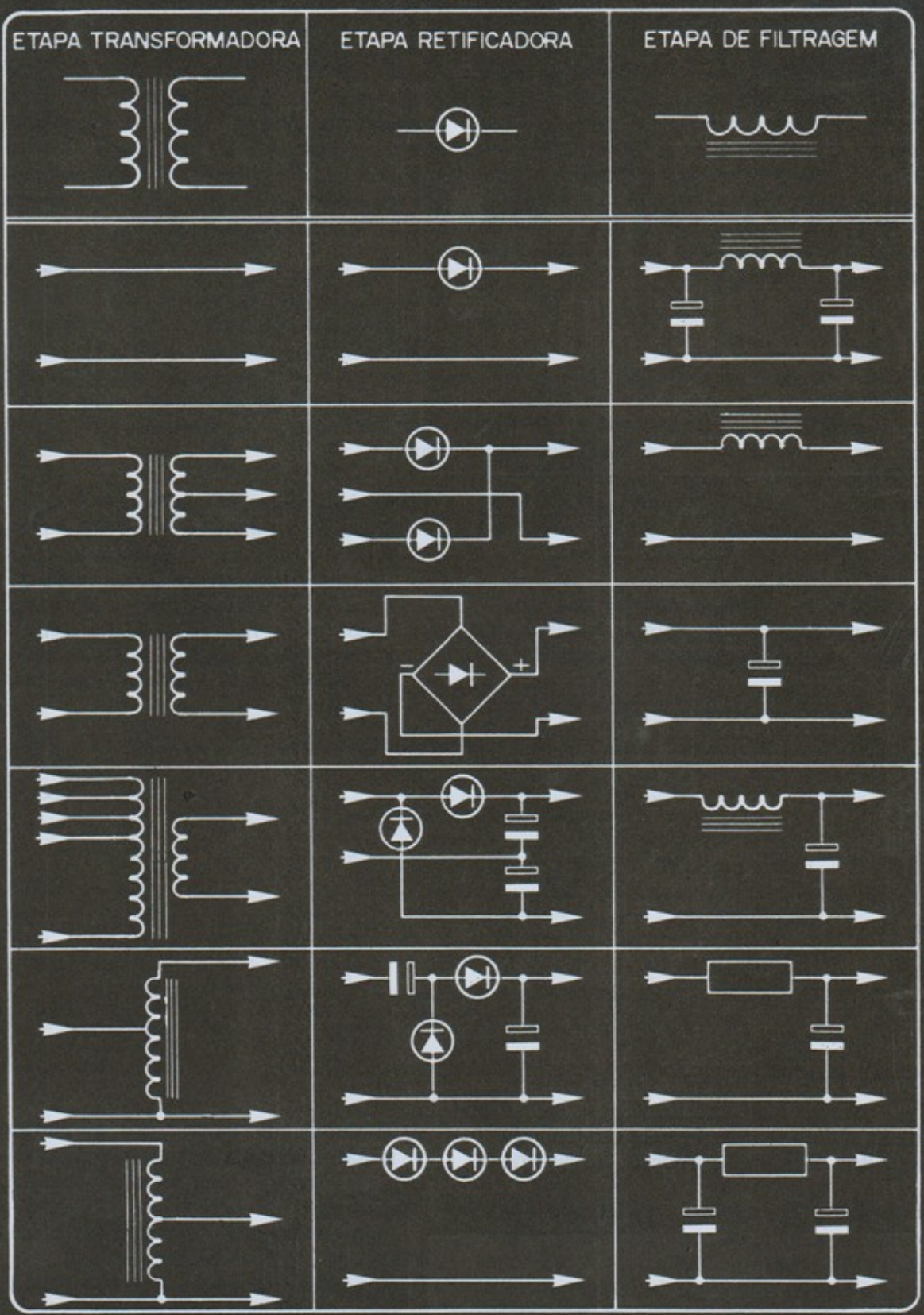
2) Em fontes de alimentação mais simples, ou de baixo custo, o transformador é eliminado ou substituído por um "abaixador" de tensão à base de divisores com resistores e outros componentes.

3) Em circuitos que operam com cargas que não respondem à freqüência de ondulação resultante da corrente contínua pulsante (inércia muito grande), tais como motores elétricos de CC, a filtragem pode ser eliminada.

4) O retificador, conforme a maneira pela qual é utilizado, pode também atuar como função modificadora de tensão, elevando-a a um valor sempre múltiplo do fornecida pelo estágio anterior. São os dobradores e os triplicadores de tensão, muito usados quando se necessitam tensões elevadas.

Para cada função, muitas são as possibilidades de utilização de circuitos e componentes diferentes e, conforme o caso, tam-

TABELA I


ETAPA TRANSFORMADORA
ETAPA RETIFICADORA
ETAPA DE FILTRAGEM

bém poderão variar os resultados obtidos em relação às grandezas envolvidas, mas não em relação à função básica.

Analisaremos, então, as principais funções, levando em conta sua eficiência, seu comportamento elétrico e também seu custo. A Tabela I dará ao leitor uma idéia de algumas configurações possíveis para cada função. Outras, não apresentadas, não têm grande interesse, pela pouca freqüência com que são utilizadas em equipamentos eletrônicos comuns.

A ESCOLHA DO TRANSFORMADOR

A escolha de um transformador (de força) para uma fonte de alimentação está condicionada a muitos fatores, inclusive havendo o caso em que esse componente pode ser dispensado, por medida de economia, ou por permissão do projeto.

Dentre os principais fatores que levaremos em conta quando formos escolher um transformador, destacamos os seguintes:

1) Tensão disponível na rede de alimentação em função das tensões desejadas nos circuitos eletrônicos a serem alimentados.

Podemos dizer que o principal fator que influi na escolha de um transformador (ou determina sua utilização numa fonte) é uma eventual diferença de valores entre a tensão que poderia resultar da retificação direta da tensão da rede e a tensão contínua necessária à alimentação do circuito.

Um outro fator que também deve ser levado em conta é que um transformador pode atuar como elemento isolante entre o circuito de carga e a rede de alimentação, podendo, portanto, ser utilizado apenas como medida de segurança, sem alterar a tensão da rede para retificação. Analisemos os pormenores em dois casos:

— No primeiro caso, o transformador torna-se obrigatório, desde que a tensão necessária não seja múltipla da obtida pela retificação direta, o que permitiria — em alguns casos — a utilização em seu lugar de multiplicadores de tensão. Aqui podemos classificar os transformadores em dois grupos:

a) os abaixadores de tensão, que abaixam a tensão a um valor que, após a retificação e filtragem, venha a resultar na tensão necessária à alimentação do circuito eletrônico. São comumente encontrados nos circuitos transistorizados, onde as tensões de alimentação são normalmente inferiores à da rede (fig. 2);

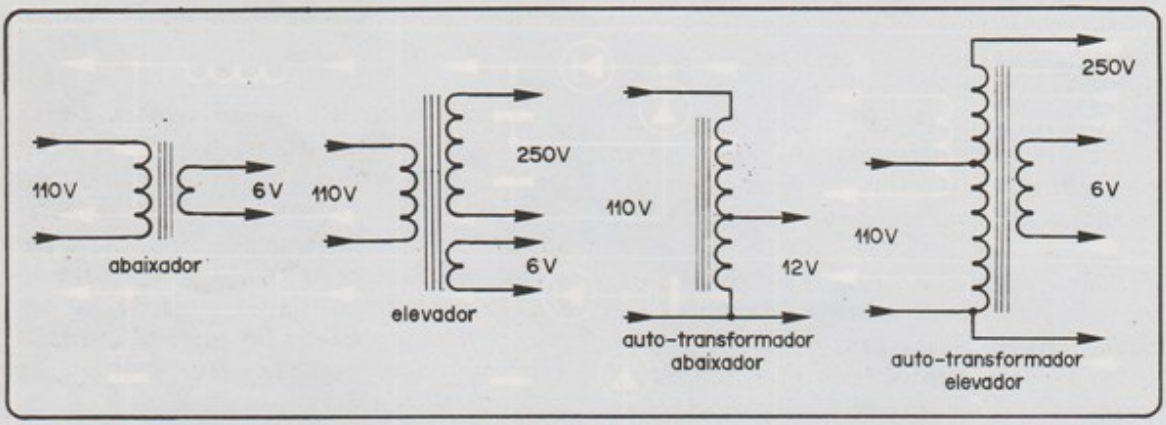


Figura 2

b) elevadores de tensão, que elevam a tensão a valores que, após a retificação e filtragem, venham originar tensões contínuas de valores que não poderiam ser obtidos pela retificação direta. São utilizados normalmente em equipamentos a válvulas que operam com tensões algo elevadas. Nestes tam-

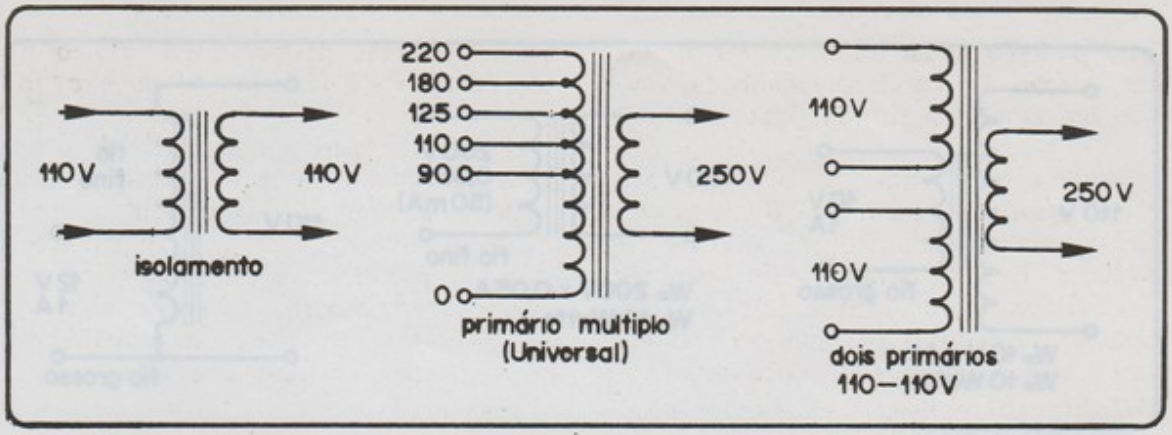


Figura 3

bém encontramos secundários de baixa tensão para a alimentação dos filamentos de todas as válvulas.

Quando um isolamento da rede não é necessário ou pode ser sacrificado em função do custo ou da compacticidade da montagem, auto-transformadores, tanto abaixadores quanto elevadores podem ser usados. (Os auto-transformadores utilizam uma única bobina comum ao primário e secundário).

— Relacionado ao segundo caso está o fato de eventualmente a tensão da rede não precisar ser modificada para ser retificada, mas exigir-se um completo isolamento do equipamento a ser alimentado da rede de energia. Neste caso são utilizados transformadores de isolamento. Tais transformadores não alteram o valor da tensão, pois sua relação de espiras entre o primário e o secundário é de 1:1. Alguns tipos são providos de uma blindagem eletrostática.

Pode também ocorrer que um equipamento tenha de ser utilizado em locais em que a tensão da rede seja anormalmente alta ou baixa, ou sofra flutuações de grande amplitude, ou que, ainda, tenha de ser ligado ora na rede de 110 Volts, ora na de 220 Volts. Para estes casos, as fontes podem ser montadas com transformadores providos de diversas tomadas comutáveis em seus enrolamentos primários que, associados em série, permitem sua utilização na rede de 220 Volts e, em paralelo, na de 110 Volts. A comutação série/paralelo geralmente é feita por uma chave.

2) A corrente necessária à carga determinará também a potência do transformador quando levada em conta com a tensão. A espessura do fio e o próprio tamanho dos transformadores são determinados pelas necessidades de energia do equipamento. Notamos que, mesmo parecendo iguais, dois transformadores de mesma potência podem diferir na maneira como são construídos, isso em função da forma em que a energia deve ser levada aos seus circuitos.

Quando o transformador é um abaixador, para um equipamento transistorizador, por exemplo, como a energia deve ser fornecida sob a forma de baixa tensão, a corrente em potências moderadas já é algo elevada e seu enrolamento secundário deve ser construído a partir de fio grosso ($W = V \cdot I$).

Quando o transformador é um elevador de tensão ou um transformador de isolamento, dada a alta tensão disponível, para uma potência moderada não são necessárias correntes elevadas e seu secundário pode ser enrolado com fio fino. Num caso temos poucas espiras de fio grosso e, no outro, muitas espiras de fio fino: o resultado é o mesmo volume de enrolamento para u'a mesma potência.

Nos auto-transformadores pode então ocorrer que um mesmo enrolamento tenha parte feita com fio fino e parte com fio mais grosso (fig. 4).

3) Tipo de retificação. Neste caso, como já tivemos oportunidade de comentar, a etapa retificadora pode, eventualmente, a-

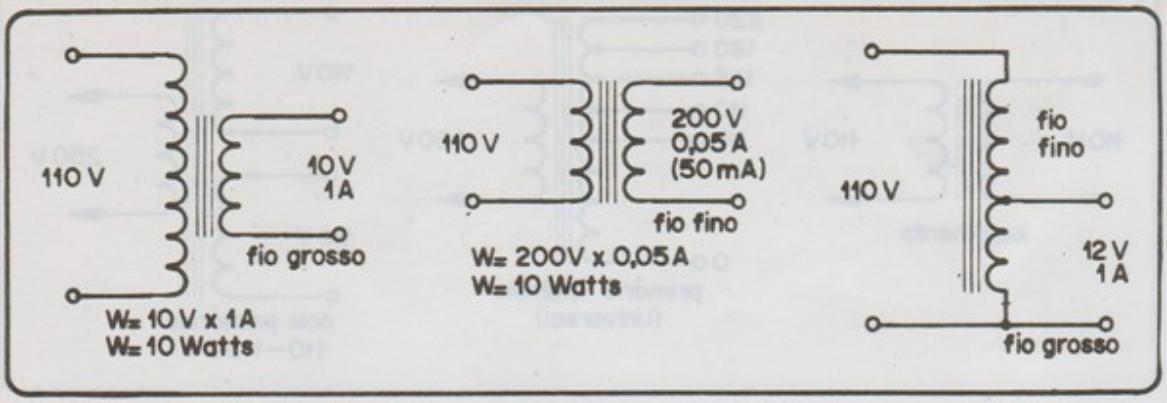


Figura 4

tuar como elevadora de tensão (configuração dobradora ou triplicadora) de modo que, se o projetista desejar, poderá dividir o trabalho de aumentar a tensão entre o transformador e aquela etapa.

Na escolha do transformador deverá o projetista fixar o sistema de retificação, considerando uma eventual influência dobradora ou triplicadora de tensão. Conforme o tipo de retificação, deverá ainda o transformador dispôr de uma tomada central em seu enrolamento secundário (fig. 5).

Notem os projetistas que, estando a escolha do transformador condicionada à retificação usada e esta ao tipo de filtragem, a determinação de todos os componentes de uma fonte é interdependente.

4) Tamanho relativo da fonte, função da potência necessária à alimentação do equipamento, ou ainda da disponibilidade de espaço.

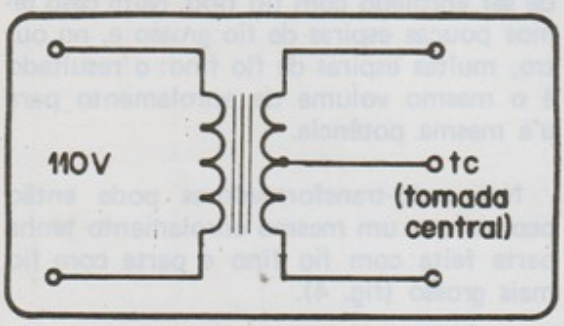


Figura 5

Dado que, normalmente, os transformadores usados nas fontes de alimentação de grandes potências são pesados e volumosos, nos equipamentos compactos, sempre que possível, procura-se eliminar tal componente. Quando, entretanto, isso não é possível, deverá o projetista prever um bom espaço para a instalação do transformador de força. O que ocorre é que, quando o espaço é de fundamental importância num projeto, os técnicos devem fazer com que os circuitos possam operar com tensões que possam ser obtidas diretamente da retificação da tensão da rede, sem necessidade de transformadores ou abaixadores por divisores de tensão.

Para fontes de pequena potência existem transformadores bastante compactos; são transformadores deste tipo que são usados em fontes de pequenos gravadores, receptores portáteis, conversores de bateria, carregadores de pilhas, etc.

5) Custo da fonte, também é um fator de extrema importância na escolha do transformador, por ser esse componente, em geral, o mais caro da montagem. Se a fonte tiver de ser do tipo econômico, procura-se aliviar seu custo não utilizando transformadores em sua construção. Quando a qualidade da tensão contínua obtida estiver em jogo, raramente poderá o projetista eliminar o transformador, pois além de podermos obter com o auxílio destes componentes tensões contínuas mais estáveis, a filtragem será mais eficiente, e os componentes reguladores poderão ser usados. Nos equipamentos de alta-fidelidade, quase sempre encontramos transformadores de força nas fontes de alimentação, fre-

QUADRO 3

			Economia de custo e espaço	dois primários: 110/220	diversas tensões de primário	isolamento (segurança)	secundário com tensões incomuns	qualquer tipo de retificação
Transformador de Isolamento	primário simples					●		
	com primário para 110 e 220 Volts ou diversas tensões			●	●	●		
	com tomada central no secundário					●		●
Auto-transformador	primário simples		●				●	
	com primário para 110 e 220 Volts ou diversas tensões		●	●	●		●	
	com tomada central no secundário		●				●	●
Transformador elevador ou abaixador de tensão	primário simples	um enrolamento secundário				●	●	
		com tomada central no secundário				●	●	●
	com primário para 110/220 ou diversas tensões	um enrolamento secundário		●	●	●	●	
		com tomada central no secundário		●	●	●	●	●
transformador elevador ou abaixador com diversos secundários						●	●	
retificação direta				●	●			

qüentemente providos de blindagens que impedem a irradiação de zumbidos através de seu campo magnético.

COMO ESCOLHER UM TRANSFORMADOR PARA UMA FONTE:

Em função do que há de básico na escolha dos transformadores, elaboramos um quadro que poderá auxiliar o leitor na escolha do transformador para seu projeto. Naturalmente, não deverá o leitor levar a sugestão como única solução possível para um projeto. Trata-se, antes de tudo, de uma orientação que lhe permitirá chegar ao que achamos ser o melhor para cada caso (quadro 3).

COMO OS FABRICANTES ESPECIFICAM OS TRANSFORMADORES:

Para escolher um transformador, deverá o projetista levar em consideração tanto suas características elétricas, que importarão na determinação dos valores dos componentes utilizados em todos os estágios, como também suas características mecânicas, que importarão na reserva de espaço para a instalação deste componente. Em função disso, nos catálogos de transformadores encontramos tanto as principais características elétricas destes componentes, como também suas dimensões, e eventualmente seu peso.

AS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS:

a) *Tensão de rede, tensão de linha, ou tensão de primário,* é a tensão que deve ser aplicada no enrolamento primário do transformador para sua alimentação. Vem especificada sob a forma de *tensão eficaz.* Essa tensão diz em que tipo, ou em que tipos de rede poderá ser ligado o transformador.

b) *Tensão de placa ou tensão de secundário* (ainda especificada como tensão de filamento em alguns transformadores para fontes transistorizadas). Essa tensão deve ser sempre especificada num transformador, pois é através dela que fixamos este componente para uma fonte. A tensão de secundário é a tensão que, uma vez retificada e filtrada nos dará a tensão contínua que desejamos nos circuitos eletrônicos. Seu valor é calculado levando-se em conta a retificação e filtragem utilizadas.

Lembramos ao leitor, que a tensão eficaz em que é especificado não é a tensão que será obtida numa fonte após sua retificação e filtragem. Isso quer dizer que um transformador de 250 Volts de placas não fornecerá obrigatoriamente 250 Volts de tensão contínua a uma carga quando utilizado numa fonte de alimentação. Quanto exatamente ele poderá fornecer, estudaremos na hora oportuna.

c) *Corrente de secundário:* é a corrente máxima que o enrolamento secundário poderá fornecer à fonte. Através dessa corrente, e da tensão do secundário é determinada a potência do transformador, e conseqüentemente seu tamanho físico.

Essa corrente em geral, é especificada em miliampéres nos transformadores de alta tensão (placa), para circuitos à válvulas, e em ampéres ou miliampéres nos transformadores para transistores já que, como vimos, nos circuitos à válvulas as tensões são maiores e as correntes menores.

COMO ENTENDER AS ESPECIFICAÇÕES ELÉTRICAS DOS TRANSFORMADORES:

Os transformadores utilizados nas fontes de alimentação, tanto de alta tensão, para válvulas, como de baixa tensão, para transistores são especificados em função de suas tensões de primário, tensões de secundário, e correntes de secundário, como vimos.

Entretanto, a maneira como vêm essas especificações nos manuais, varia de um fabricante para outro. Poderemos assim ter casos como:

a) Primário: 110–110 (ou 2 x 110) Volts.
Secundários: 250 -) - 250 (ou 2 x 250) Volts x 40 mA
6,3 Volts x 3 Ampéres

TRANSFORMADORES DE FORÇA – VALORES MAIS COMUNS

Primários	tensões de secundário	correntes disponíveis nos secundários.	tensões e correntes de filamentos
Universal 110–220 V 110 V	2 x 275 2 x 350 2 x 300	60 mA	5 V - 2 A 6,3 V - 2 A
		80 mA	5 V - 2 A 6,3 V - 2 A
		100 mA	5 V - 3 A 6,3 V - 3 A
		120 mA	5 V - 3 A 6,3 V - 3 A
		150 mA	5 V - 3 A 6,3 V - 4 A
Universal 110–220 V 110 V	2 x 200 2 x 250 2 x 275 2 x 300 2 x 350	50 mA	6,3 V - 2 A ou 6,3 V - 1 A 6,3 V - 1,5 A
		80 mA	6,3 V - 1 A 6,3 V ct 2,5 A 5 V - 2 A 6,3 V ct 3 A
		120 mA	6,3 V - 1 A 6,3 V ct 3,6 A 5 V - 3 A 6,3 V ct 4 A
		150 mA	6,3 V - 1 A 6,3 V - 4,5 A 5 V - 3 A 6,3 V ct 4 A
Universal 110–110 V	2 x 350 2 x 300 2 x 400 2 x 440	200 mA	5 V - 3 A 6,3 V ct 5 A
		250 mA	5 V - 3 A 6,3 V - 5 A
Universal 110–110 V	2 x 450 2 x 475 2 x 525	300 mA	5 V - 6 A 6,3 V - 6 A
Universal 110–110 V	117 150 250	50 mA	6,3 V - 2 A
		25 mA	6,3 V ct 1 A
		45 mA	6,3 V - 2 A
		70 mA	6,3 V - 2 A

Primário	tensões de secundário	correntes
110 V 110–110 V	2 x 8,5 2 x 9,0 2 x 10 2 x 11 2 x 12,6 2 x 14,5	300 mA
110 V 110–120	2 x 7,2 2 x 7,5 2 x 9,0 2 x 15 2 x 18	500 mA
110 V 110–120	2 x 12,6	2,0 A
	2 x 17,0	1,0 A
	2 x 20,0	2,0 A
	2 x 25,0	0,25 A
	2 x 30,0	1,2 A ou 2,5 A
	2 x 58,0	1,6 A

Observação: As tabelas foram confeccionadas a partir de dados obtidos de catálogos das principais indústrias de transformadores.
(Wilkason, Watson, Tranchan, etc.)

Trata-se de um transformador que possui dois enrolamentos primários, podendo ser alimentado por redes de 110 Volts (enrolamentos em série). *Observação:* não confunda o leitor essa especificação com a especificação 110-220 Volts que é dada aos transformadores que possuem apenas *um* primário com tomadas para 110 e 220 Volts. Esse transformador tem um enrolamento secundário com tomada central (0), e 250 Volts em cada metade desse enrolamento. Se medirmos a tensão desse secundário de extremo a extremo encontraremos 500 Volts. Sua corrente é de 40mA.

Um segundo secundário de 6,3 Volts x 3A é usado para alimentação dos filamentos da válvula do equipamento.

b) Primário: 115 - 125 - 220 Volts
Secundário: 18 Volts (ct) x 500mA (ou 0,5A)

Trata-se de um transformador para fontes de baixa tensão (transistores) que pode ser ligada a redes de 115, 125, e 220 Volts e que tem um secundário que fornece uma tensão de 18 Volts, sob uma corrente de 500 mA. O *ct* entre parênteses indica que o enrolamento secundário possui uma tomada central (center tape). Em outros manuais poderíamos encontrar para o mesmo transformador a seguinte especificação : 9 - 0 - 9 Volts.

(CONTINUAÇÃO DA 2ª CAPA)

Este primeiro número da nova fase é justamente o reflexo da nossa linha editorial. Como matérias de ordem prática, serão focalizadas desde as mais simples, de modo a permitir sua execução por principiantes (Provador de Continuidade), até às mais avançadas técnicas (Cronômetro Digital); ressaltamos a riqueza de pormenores em todos os projetos de maneira a não deixar nenhuma dúvida quanto às suas execuções.

Por outro lado, para aqueles que desejam uma iniciação em eletrônica, preocupamo-nos com a elaboração de um moderno Curso em Instrução Programada, que fornecerá os fundamentos desta Ciência, permitindo sua prática segura e complementação de seus conhecimentos para uma maior especialização.

O projetista, o pesquisador e o engenheiro, contarão com informações teórico-práticas valiosas do que de mais moderno existir sobre amplificadores operacionais, transistores de efeito de campo, circuitos lógicos, etc.

Para o técnico reparador teremos um artigo especialmente destinado à oficina, com idéias práticas, informações e ensinamentos referentes a processos que possam resultar em melhor aproveitamento de tempo e recursos profissionais.

O ensino profissionalizante será enfocado de forma muito especial.

Dentro do Supletivo, do Colegial Técnico e mesmo na Engenharia Operacional, quase não existem publicações específicas; os artigos teóricos serão dirigidos tanto aos professores como aos alunos, baseados em matérias curriculares e os artigos práticos serão elaborados de modo a permitir suas aplicações nos próprios laboratórios.

Com relação à publicidade, esclarecemos que, para os dois primeiros números, não aceitamos inserções. Com isso queremos propiciar às empresas elementos para a avaliação das nossas possibilidades técnico-gráficas e assim poderem elaborar suas mensagens para melhor atingirem seus objetivos. Agradecemos e pedimos escusas àqueles que encaminharam propostas de veiculação que não aceitamos, tendo em vista a linha de trabalho já mencionada.

Finalizando, aproveitamos a oportunidade para informar que, em vista da diretriz editorial, não haverá insersão publicitária paga em nossa capa principal. Reservamo-nos o direito de usá-la para destacar o que julgarmos de maior relevância no setor eletrônico no momento.

EDITORA SABER


SABER