

Revista



68

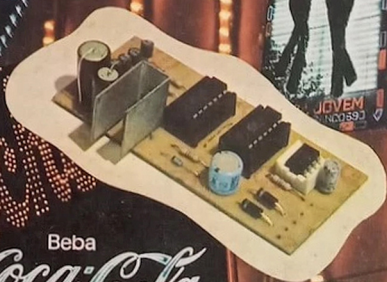
ELETRÔNICA

LUZES SEQUENCIAIS

A 3 Km. SAÍDA PARA
TODO BRASIL
E O MUNDO
VARIG CRUZEIRO



GENERAL ELECTRIC



Beba
Coca-Cola

Charles

PRESENTES UTILIDADES DOMÉSTICAS

SEMÁFORO DIGITAL
CONHEÇA OS MEDIDORES
TRIÂNGULO ELETRÔNICO PARA O CARRO
CONTROLE DE VELOCIDADE PARA MOTORES ELÉTRICOS
AMPLIFICADORES INTEGRADOS APLICADOS À COMUNICAÇÃO

Revista

ELETRÔNICA

Nº 68
ABRIL
1978



diretor
superintendente:
diretor
administrativo:
diretor
de produção:

EDITORA
SABER
LTDA

Savério
Fittipaldi
Élio Mendes
de Oliveira
Hélio
Fittipaldi

REVISTA
SABER
ELETRÔNICA

Newton
C. Braga

J. Luiz
Cazarim

W. Roth
& Cia. Ltda.

ABRIL. S.A. -
Cultural e
Industrial

Élio Mendes
de Oliveira

REDAÇÃO
ADMINISTRAÇÃO
E PUBLICIDADE:
Av. Dr. Carlos de
Campos, nº 275/9
03028 - S. Paulo - SP.
Tel.: 93-1497

CORRESPONDENCIA:
Endereçar à
REVISTA SABER
ELETRÔNICA
Caixa Postal, 50450
03028 - S. Paulo - SP.

sumário

Luzes Sequências	2
Amplificadores Integrados Aplicados à Comunicação ...	15
Triângulo Eletrônico para o Carro	23
O Retardo Negativo	28
Conheça os Medidores	32
Controle de Velocidade para Motores Elétricos	36
Semáforo Digital	39
Rádio Controle	48
Simples Radinho	54
Amplificadores Operacionais - Aplicação Prática	60
Curso de Eletrônica - Lição nº 22	65

Capa: Alegoria mostrando o efeito de "luzes
sequenciais" e foto do protótipo.

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

LUZES SEQUE

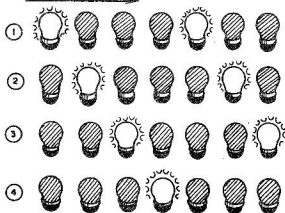


Luzes que parecem correr, produzem efeitos sensacionais que podem ser aproveitados na animação de bailes, em anúncios luminosos, no automóvel como seta de efeitos dinâmicos, e ainda em montagens didáticas para ilustrar diversos tipos de fenômenos dinâmicos. Damos duas versões que podem trabalhar com lâmpadas de 6 V em número de até 20 e com lâmpadas para 110 ou 220 V em número de até 160 lâmpadas.

Para os que não sabem, começamos nosso artigo explicando o que é um conjunto ou jogo de luzes sequenciais. Trata-se de um circuito que faz lâmpadas enfileiradas acenderem em sequência, ou seja, uma depois da outra sempre no mesmo sentido, dando a impressão para quem olha que a "luz" emitida corre de uma para outra numa velocidade que dependerá do ajuste do aparelho (figura 1).

No nosso circuito teremos uma sequência de 4 lâmpadas, ou 4 saídas que serão acionadas em sequência de modo que de cada conjunto de 4 lâmpadas teremos em cada instante apenas uma acesa. A sequência de acendimentos é dada na figura 2. Como o circuito pode ser estendido, podemos ter diversos conjuntos de 4 lâmpadas, de modo que teremos quando em funcionamento, diversas lâmpadas "correndo".

SENTIDO DO MOVIMENTO APARENTE



AS LÂMPADAS PARECEM "CORRER" PARA A DIREITA NESTAS 4 FASES DE OPERAÇÃO DO SEQUENCIAL

figura 1

O circuito que controla a velocidade com que as lâmpadas correm permitirá um



SIMULANDO OS EFEITOS DE SUAS LUZES SEQUENCIAIS

Você pode ter uma idéia muito mais real do que suas luzes sequenciais farão, com os efeitos dinâmicos obtidos no canto superior direito de sua Revista Saber Eletrônica. Pegue a revista como indica a figura A e passe rapidamente as páginas como quem folheia a revista. As pequenas lâmpadas desenhadas na margem parecerão "correr" exatamente como o efeito que será obtido na nossa Luz Sequencial.

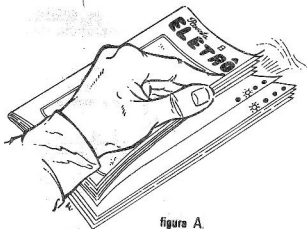
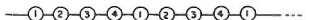


figura A

Newton C. Braga



12 PULSO	①	●	●	●	①	●	---	●	①	●	●	●
22 PULSO	●	②	●	●	②	---	●	●	②	●	●	●
32 PULSO	●	●	③	●	●	③	---	●	●	③	●	●
42 PULSO	●	●	●	④	●	●	---	④	●	●	●	●

figura 2

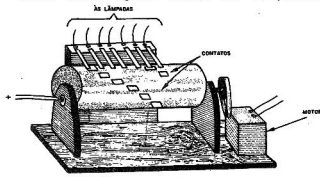
ajuste de tal modo que o ciclo completo vá desde 4 ou 5 segundos até uma velocidade maior de 0,1 ou 0,2 segundos.

Mesmo usando alguns circuitos integrados, a montagem deste sistema de luzes sequenciais não oferecerá maiores dificuldades ao técnico ou hobbista experiente. Todos os componentes são comuns no nosso mercado e seu custo bastante acessível.

Com o circuito de controle montado numa caixa de boa aparência e a fileira de lâmpadas instalada de modo a permitir o seu fácil transporte (para o caso de bailes) o leitor poderá levar para onde quiser seu sistema, instalando-o com facilidade em pouco tempo.

COMO FUNCIONA

O problema básico para termos um sistema de luzes sequenciais é de se fazer um circuito que produza sinais de saída em sequência capazes de acender as lâmpadas, em velocidade que possa ser controlada e de maneira ordenada. Os sistemas mecânicos podem fazer isso com facilidade segundos ilustra a figura 3. Um cilindro cheio de contactos colocados em progressão gira em velocidade constante. Os contactos fixos ligam então as lâmpadas



SISTEMA MECÂNICO DE LUZES SEQUENCIAIS

figura 3

externas de maneira progressiva obtendo-se os resultados desejados.

Para o caso da eletrônica, fazer com que os mesmos efeitos sejam obtidos sem o uso de sistemas mecânicos ou peças móveis exige certo cuidado. Para melhor entender como podemos fazer isso no caso de nosso projeto prático, ele será dividido em três setores:

a) O circuito que fornece a base de tempo, ou seja, que determina a velocidade com que é feita a troca das lâmpadas acesas.

b) O circuito "seqüenciador" que em cada pulso solta um sinal de excitação numa saída diferente, na seqüência desejada.

c) O circuito excitador que aciona as lâmpadas

O diagrama de blocos para nossa análise é dado na figura 4.

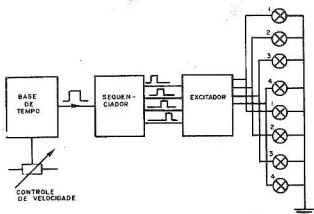


figura 4

O primeiro circuito deve simplesmente gerar pulsos de excitação em velocidade que possa ser controlada, determinando estes pulsos o tempo que cada lâmpada da seqüência permanecerá acesa. Trata-se simplesmente de um oscilador que deve caracterizar-se por duas coisas: ter uma faixa de freqüências bastante ampla, capaz de varrer desde as pequenas velocidades até as grandes velocidades, e ainda ter uma saída compatível com as características de entrada do circuito seguinte. No caso, optamos pelo versátil CI 555 o qual permite relações de freqüências de 1:100 ou mais, sem a necessidade de chaves comutadoras. Com isso, um único potenciômetro permite uma faixa ampla de velocidades possíveis. Por outro lado, a saída deste circuito é perfeitamente compatível

com a entrada da etapa seguinte que usa integrados TTL (figura 5).

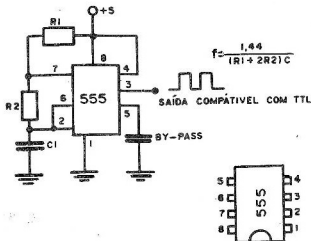


figura 5

O segundo circuito é formado primeiramente por 2 flip-flop TTL, o 7474 que é capaz de "contar até 4", fornecendo uma saída em binário.

Para cada pulso de entrada os flip-flop fornecem em suas saídas tensões que podem ser associadas a um número de 0 a 3. Por exemplo, partindo de uma situação inicial (0) em que nas saídas de cada flip-flop não temos tensão (0 e 0 portanto), no primeiro pulso, teremos uma mudança do primeiro que passará a 1. Para o pulso seguinte, o primeiro volta ao 0 e o segundo passa a 1, e no terceiro pulso, os dois estarão com saída 1. O pulso seguinte leva o circuito a sua situação inicial de 0 e 0, ou seja, sem sinal na saída (figura 6).

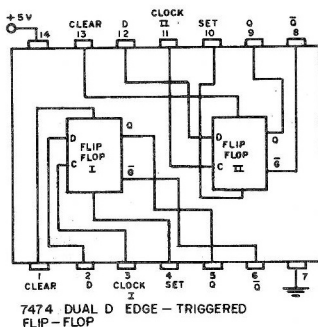


figura 6

Com 0 significando ausência de tensão de saída e com 1 significando a presença de tensão de saída podemos fazer a seguinte tabela para este circuito:

pulso de entrada	saída 1	saída 2
0	0	0
1	1	0
2	0	1
3	1	1

É claro que esta saída representa os números de 0 a 3 em binário, devendo portanto haver uma decodificação dos mesmos de modo a termos 4 saídas, numeradas de 1 a 4, correspondendo um sinal presente em apenas uma delas para cada situação dos flip-flops. Esta "decodificação" é feita por um circuito integrado TTL, 7400 formado por 4 portas nand conforme se segue:

Cada porta NAND que forma o 7400 possui duas entradas funcionando de maneira que, quando nas duas entradas não houver excitação (sinal 0) haverá a presença de um sinal na saída (1). Basta que uma das entradas de cada porta ou as duas entradas sejam excitadas para que na saída o sinal seja 0. Podemos melhor expressar este comportamento de cada porta por meio de uma tabela:

entradas		saída
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Voltando agora aos flip-flops para podermos usá-los de modo a decodificar a informação em binário temos de levar em conta que, em cada flip-flop existem duas saídas: quando uma se encontra com um sinal 0 a outra obrigatoriamente se encontra no nível oposto (1) e vice-versa.

Isso será necessário levar em conta porque, para cada situação das 4 possíveis, em sequência, devemos ligar cada uma das 4 portas nas saídas dos flip-flops que estejam no nível 0.

Por exemplo, para disparar a primeira lâmpada, por meio da primeira porta, quando as saídas dos flip-flops são 0 e 0,

podemos ligar as entradas das portas diretamente as saídas normais dos flip-flops.

No caso da segunda lâmpada que deve acender com a saída 1 e 0, não podemos manter as mesmas ligações. Devemos então ligar as entradas da porta correspondente a saída negativa do segundo flip-flop a uma entrada da porta e a outra saída normal do segundo flip-flop à entrada da porta, conforme mostra a figura 7. Em suma, devemos sempre pegar os níveis "0" dos flip-flops para as 4 situações para fazer a decodificação.

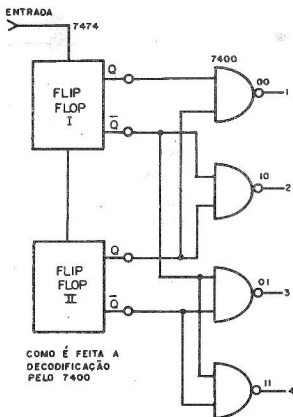


figura 7

A tabela dada a seguir mostra a situação:

Pulso	flip-flop 1		flip-flop 2		Saídas tomadas no 7400
	Q	$\bar{Q}$	Q	$\bar{Q}$	
0	0	1	0	1	$Q \text{ e } Q$
1	1	0	0	1	$\bar{Q} \text{ e } Q$
2	0	1	1	0	$Q \text{ e } \bar{Q}$
3	1	0	1	0	$\bar{Q} \text{ e } \bar{Q}$

Isso significa que cada porta do integrado 7400 tem duas ligações ao circuito integrado 7474 formado por dois flip-flops e a maneira como essas portas são

ligadas determina a sequência do acendimento das lâmpadas.

Temos então, de acordo com o pulso de entrada da base de tempo apenas uma saída de cada vez em cada porta, sendo estas usadas para excitar a etapa seguinte que é a etapa de potência (figura 8).

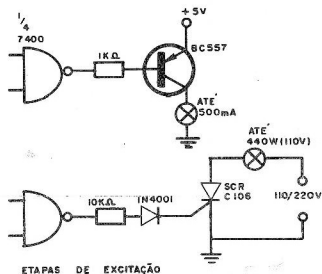


figura 8

A etapa seguinte, a última é a etapa de potência formada por um grupo de 4 transistores, os quais a partir do sinal de cada porta, de pequena intensidade permitem a obtenção de uma corrente suficiente para excitar um grupo de lâmpadas.

Na versão para pequenas lâmpadas de 5 v; optamos pela utilização dos transistores BC557 que trabalha com 50% de folga, fornecendo uma corrente de até 250 mA. Veja que, com essa corrente, utilizando lâmpadas do tipo 7121 (Philips) que consomem apenas 50 mA, pode-se em cada transistor ligar 5 unidades, de modo

que o sistema poderá funcionar com até 20 lâmpadas (figura 9).

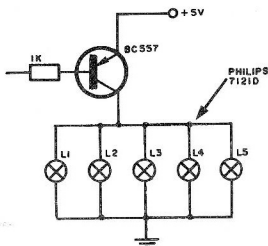


figura 9

Para a versão de alta potência, na saída de cada transistor, colocamos uma lâmpada para monitorar o sinal, e desta lâmpada tiramos o sinal para excitação de SCRs. Teremos portanto 4 SCRs, cada um controlando um grupo de lâmpadas (figura 10).

Utilizando o SCR C106 ou MCR 106 cuja corrente máxima é de 4A, podemos na rede de 110 V ter cerca de 440 W por SCR e na rede de 220 V cerca de 880 W. Se usarmos pequenas lâmpadas de 5 W (coloridas) isso significa que na rede de 110 V podemos alimentar 80 lâmpadas por SCR ou 320 lâmpadas no conjunto, e na rede de 220 o dobro da quantidade!

Nós pessoalmente, recomendamos que se trabalhe com "folga" não se utilizando mais do que a metade da capacidade de cada SCR, o que acreditamos já ser mais do

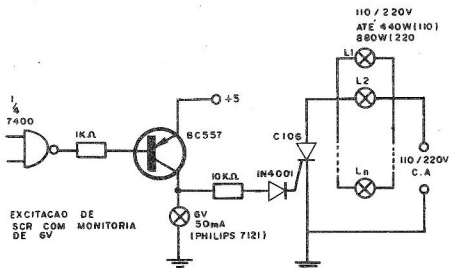


figura 10

fornecer uma corrente de pelo menos 250 mA que será a corrente exigida no máximo pelo circuito. Para o caso da excitação dos SCRs, quando então as lâmpadas de 6 V serão em número de apenas 4, ficando apenas uma acesa de cada vez, a fonte para os integrados deve ser separada, podendo ser menor (fornecendo apenas 60 mA). Veremos no texto como podemos substituir as lâmpadas usadas na monitoria por LEDs.



MONTAGEM

Para a parte do circuito formada por circuitos integrados, a montagem pode ser feita em placa de circuito impresso, ou então, como o circuito não é crítico até mesmo em ponte de terminais.

Os SCRs por outro lado, em vista da potência que devem fornecer, podem ser montados em ponte de terminais e dotados de dissipador de calor.

Na figura 11 temos o diagrama para a

versão de lâmpadas de 6 V, a na figura 12 a etapa de potência que será usada com lâmpadas de 110 V ou 220 V conforme seja a sua rede.

Para a utilização da versão da figura 12, as suas entradas são ligadas em cada lâmpada do circuito a figura 11, nos pontos indicados, e então devemos deixar no circuito da figura 11 apenas uma lâmpada para cada transistor, ou então ligar LEDs indicadores conforme sugere a mesma figura.

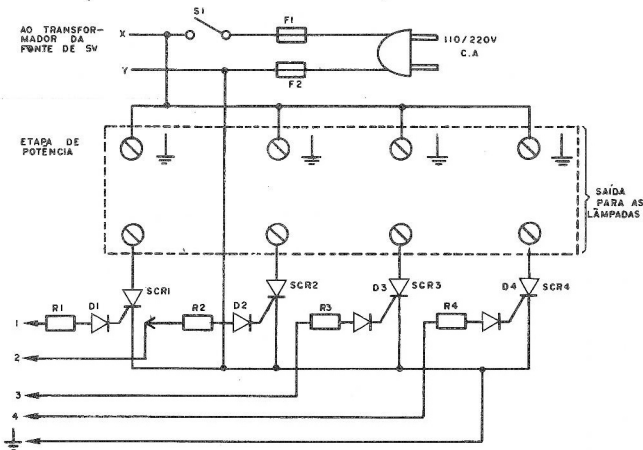


figura 12

A placa de circuito impresso será utilizada na montagem dos circuitos integrados e dos transistores excitadores sendo esta fornecida na figura 13. Os SCRs deverão ser montados numa ponte de terminais dotados de dissipadores de calor, conforme sugere a figura 14.

Para a versão completa em ponte de terminais, dada na figura 15, para os circuitos integrados utilizamos suportes os quais por meio de fios rígidos são sustentados em posição de funcionamento. Duas pontes de terminais paralelas permitem uma fácil ligação destes componentes.

A fonte de alimentação para a versão de lâmpadas de 6 V deve fornecer uma corrente da ordem de 500mA, enquanto que para a versão para a rede de alimentação essa mesma fonte pode ser mais fraca fornecendo uma corrente de apenas 60 mA.

Na montagem, os principais cuidados que devem ser tomados são os seguintes:

- Escolhida a versão (110 V, 220 V ou 6 V para as lâmpadas) arranje uma base de madeira para a montagem ou caixa.

- Monte em primeiro lugar a fonte de alimentação para as etapas integradas,

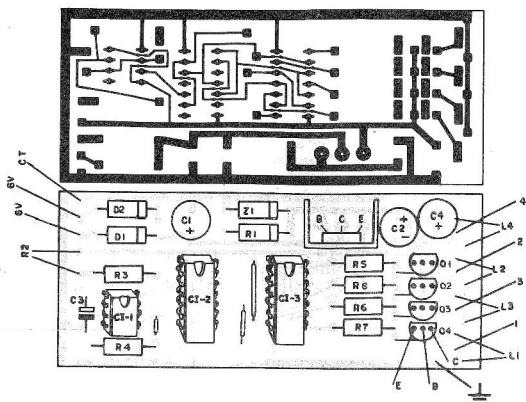


figura 13

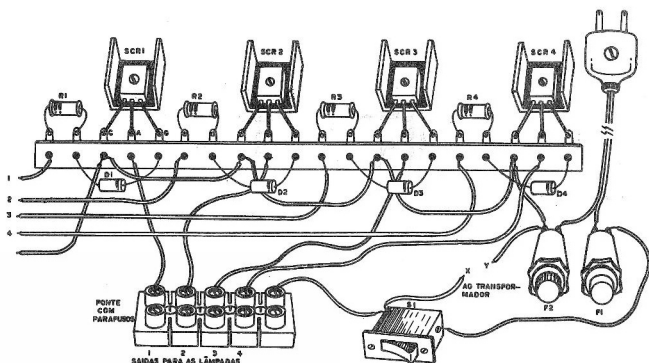


figura 14

observando o máximo de cuidado em relação ao seu isolamento e à polaridade dos componentes usados. A entrada desta fonte deve ser protegida por um fusível de 1A na versão de 6V e por um fusível de 5 A nas versões de 110 V e 220 V. A mesma chave que aciona esta fonte também será

usada para ligar a alimentação da rede para as lâmpadas na versão de alta tensão.

c) Em seguida, monte o circuito seqüencial, na versão em placa de circuito impresso ou em ponte de terminais. Para os dois casos observe cuidadosamente a posição dos integrados e confira duas

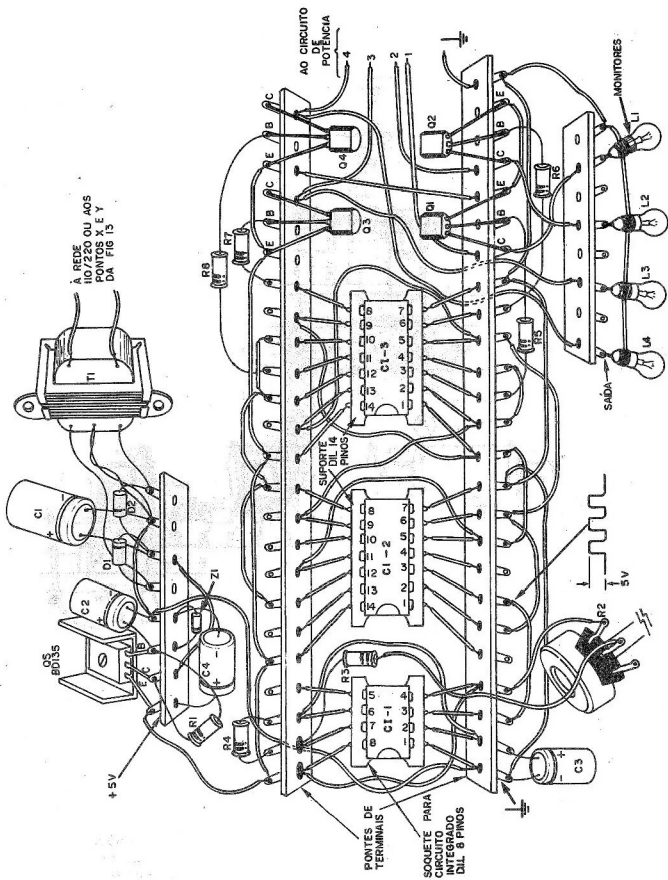


figura 15

vezes todas as ligações antes de instalar em definitivo a placa na base de montagem. Para o caso da placa de circuito impresso, esta pode ser mantida suspensa por meio de separadores, conforme mostra a figura 16.

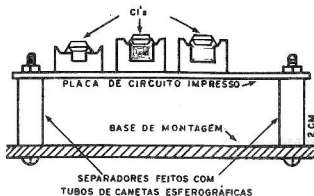


figura 16

No caso da versão em pontes de terminais, estas podem ser fixadas na própria base de montagem. O pontenciômetro que controla a velocidade do seqüencial deve ser instalado em local acessível no painel do aparelho. Na versão de alta potência não é conveniente usar o interruptor do pontenciômetro para o controle da alimen-

tação, devendo de preferência ser usado uma chave separada.

d) Terminado o circuito seqüencial, monte o circuito de potência se a sua versão for para a rede. No caso da versão de 6 V da placa ou saída do circuito seqüencial já podem ser retiradas as ligações para as lâmpadas. No caso da versão para a rede, as ligações vão para a entrada do circuito excitador. Os SCRs deste circuito devem ser montados em dissipadores de calor, principalmente se o número de lâmpadas a ser usado for elevado. Observe cuidadosamente na ligação destes componentes a sua posição, e a posição do diodo ligado ao gate (g).

Os fios usados nas conexões de alta tensão, ou seja, entre o anodo e o catodo do SCR devem ser mais grossos que os normalmente usados nas outras ligações. Enquanto que em todo o circuito você pode usar cabinho fino para transistores, na ligação no SCR deve ser usado fio flexível 18 ou 22.

e) A parte final do projeto consiste em se instalar as ligações externas para as lâmpadas. Na figura 17 temos a maneira como as lâmpadas devem ser ligadas.

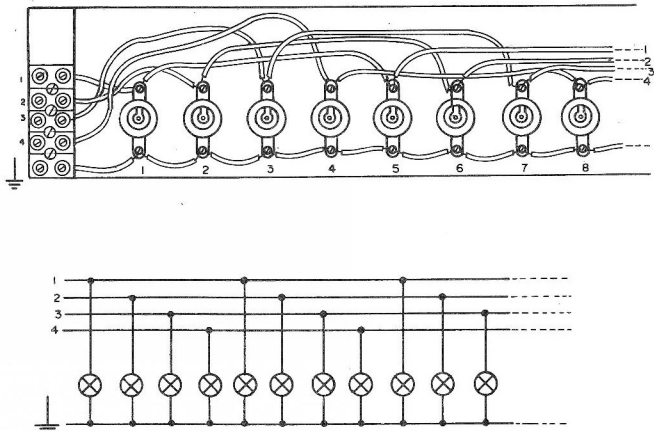


figura 17

Temos duas possibilidades: podem as lâmpadas ser fixadas em tábuas finas, ligadas conforme mostra a mesma figura, ou formadas fileiras do tipo usado em árvores de Natal. Em qualquer caso lembramos que são necessários 5 fios condutores para este tipo de ligação. O fio usado não deve ser excessivamente fino nem muito longo. O comprimento máximo para cada fileira está em torno de 20 metros. Acima deste valor, as lâmpadas tendem a enfraquecer.

f) Um fusível e um sistema indicador de funcionamento externos são importantes para completar a montagem. O sistema de monitoria pode ser formado por 4 lâmpadas pequenas de 6 V ou então 4 LEDs.

AJUSTE E USO

Completada a montagem, confira todas as ligações, verificando principalmente se não existem ligações mal feitas ou fios em curto. Observe os parafusos de fixação das pontes, se não fazem contacto com nenhum ponto do circuito.

Estando tudo em ordem, coloque um fusível no seu suporte, e sem ligar as lâmpadas externas, ligue o aparelho. As lâmpadas usadas na monitoria devem imediatamente piscar em sequência. Acione o

potenciômetro verificando sua atuação na velocidade de acendimento das lâmpadas.

Se alguma lâmpada falhar, verifique as ligações no circuito, pois pode haver algum problema de mau contacto ou então ligações erradas.

Se a sequência estiver invertida, faça as correções que sejam necessárias, trocando os fios das lâmpadas.

Estando tudo em ordem, ligue na versão de 110 V ou 220 V uma lâmpada em cada saída, conforme mostra a figura 18. As lâmpadas devem então acender acompanhando o piscar das lâmpadas usadas na monitoria do sinal.

Você pode então preparar suas fileiras de lâmpadas, ou seu anúncio luminoso e ligá-lo ao seqüenciador. Para a versão de 6 V você pode fazer o mesmo, lembrando sempre a limitação de corrente do aparelho. Na versão de 110 V ou 220 V uma carga excessiva pode queimar os SCRs (e/ou fusível) e na versão de 6 V uma carga excessiva pode queimar os transistores.

Observação: para velocidades maiores ou menores, o capacitor C1 pode ter seu valor alterado.

Um efeito muito interessante pode ser obtido com duas seqüências correndo em sentidos contrários.

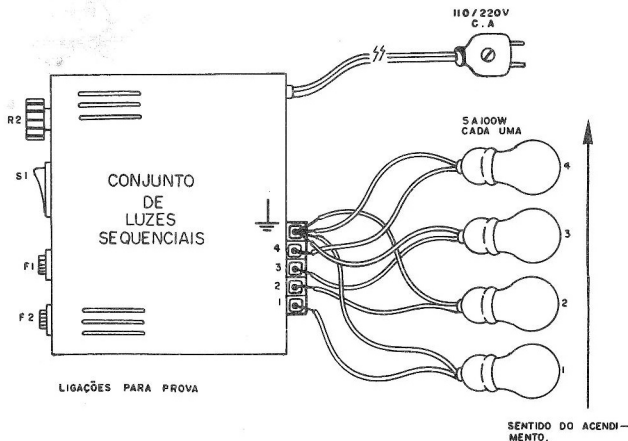


figura 18

LISTA DE MATERIAL

a) Seqüenciador ou versão de baixa potência

CI-1 - NE555, μ A555, 555 - timer (circuito integrado)
CI-2 - 7474 - Circuito integrado
CI-3 - 7400 - circuito integrado
Q1, Q2, Q3, Q4 - BC557 - transistor PNP de silício para 500 mA
Q5 - BD135 - transistor de potência
D1, D2 - 1N4001, 1N4002, BY127, ou qualquer equivalente
Z1 - diodo Zener para 5,6V x 400 mW
R1 - 330 ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, marrom)
R2 - potenciômetro de 470 k (linear ou log)

R3 - 10 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, laranja)
R4 - R5, R6, R7, R8 - 1 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
C1 - 1000 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
C2 - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
C3 - 1 μ F x 16 V (ou 22V) - capacitor eletrolítico
C4 - 100 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
T1 - transformador com primário de acordo com a rede (110 V ou 220 V) e secundário de 6 + 6 V x 500 mA)
L1, L2, L3, L4 - lâmpadas de 6V x 50 mA (philips 7121D)

Diversos: pontes de terminais ou placa de circuito impresso, base ou caixa para a montagem; 2 soquetes para CI D.I.L. de 14 pinos; 1 soquete para CI DIL de 8 pinos, barra de terminais com parafusos para o circuito de saída; knob para o potenciômetro, fios, solda, parafusos com porcas, etc.

b) Etapa de Potência

R1, R2, R3, R4 - 10k ohms x 1/4 W - resistores (marrom, preto, laranja)
F1, F2 - fusíveis de 5 A
S1 - Interruptor simples para correntes de 5 A pelo menos

SCR-1, SCR-2, SCR-3, SCR-4 - MCR106, TIC106 ou C106 para 200 V se a rede for de 110 V e para 400 V se a rede for de 220 V.
D1, D2, D3, D4 - 1N4002, 1N4004 ou BY127

Diversos: cabo de alimentação com tomada, suportes para os fusíveis, barra de terminais com parafusos (5), dissipadores de calor para os SCRs, fios, solda, ponte de terminais, etc.

ORIENTAÇÃO PARA O MONTADOR

Sem levar em consideração a caixa e o conjunto de lâmpadas que pode ser estendido até a quantidade citada no artigo, o leitor não deverá gastar mais de Cr\$ 600,00 para montar este aparelho. Os circuitos integrados são de tipo comum em nosso mercado, custando cada um em média Cr\$ 25,00 para o 555, Cr\$ 7,00 para o 7400 e Cr\$ 20,00 para o 7474.

Os SCRs, em número de 4 custam em torno de Cr\$ 25,00, dependendo da procedência.

Os gastos com os demais componentes não são grandes já que se trata de material simples, e um custo adicional em relação ao estimado pode ser devido à caixa e à instalação do aparelho.

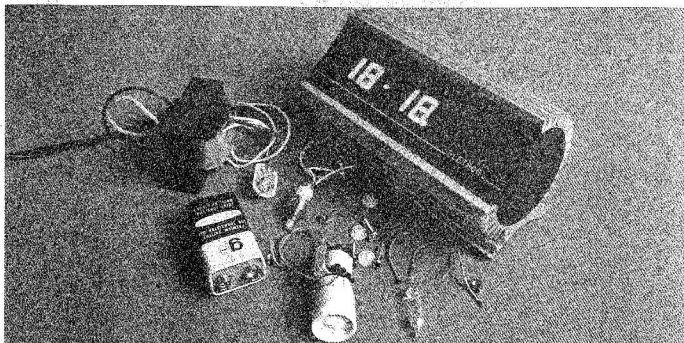
De posse da placa de circuito impresso ou da base de montagem em ponte de terminais, o leitor habilidoso não deverá gastar mais do que 2 horas para a montagem deste circuito.

ELETRON

O KIT COMPLETO DO SEU

RELÓGIO DIGITAL

MONTE VOCÊ MESMO EM APENAS 20 MINUTOS



- Apresentação nobre adequada ao mais requintado ambiente.
- Caixa de metal na cor ouro velho.
- Despertador programável até em minutos.
- Continua funcionando mesmo sem energia da rede.
- Alimentação 110 ou 220 volts.

CR\$ 950,00

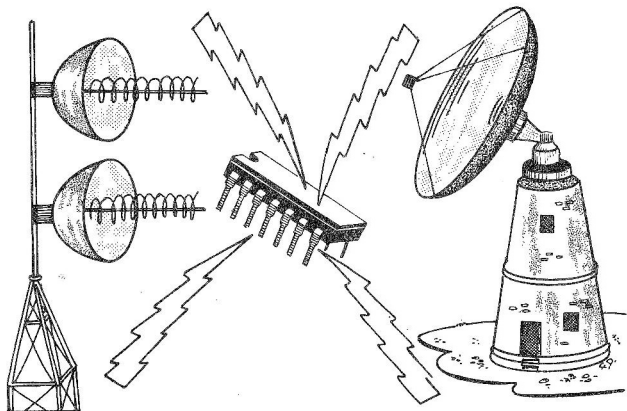
(sem mais despesas)

Pedidos pelo Reembolso Postal à
SABER PUBLICIDADE E PRO-
MOÇÕES LTDA. - Caixa Postal
50.499 - S. Paulo - SP.

Pedidos por atacado à Rua Guarda da Honra, 56/58 - CEP 04201 - São Paulo - SP

amplificadores integrados aplicados às comunicações

Eduardo Silvio Carbone



1 - AMPLIFICADORES RF/FI

Sob um ponto de vista teórico e em termos ideais, dispositivos semicondutores, utilizados em amplificadores que operem na faixa de rádio frequências, devem possuir transcondutância direta bastante alta e transadmitância reversa baixa; ou, em outras palavras, uma baixa capacitância de realimentação. Se pensarmos somente na exigência de alta transcondutância, qualquer transistor poderá nos servir, ocorre porém, que em conjunto com esta característica os transistores possuem também alta transadmitância reversa, fato que se torna uma dificuldade inerente para sua utilização em amplificadores sintonizados.

Existem duas configurações básicas de circuitos transistorizados que provêem a redução da transadmitância reversa. A primeira delas (figura 1) constitui-se de um amplificador diferencial acrescido de um circuito que possua alta impedância acoplando os emissores (um gerador de corrente no caso). Ao acrescentarmos uma fonte e uma carga ao circuito básico e rearranjando-o convenientemente, teremos como resultado o que nos é apre-

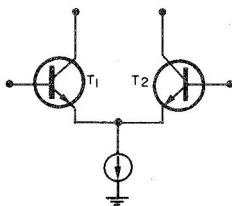


Figura 1 - Amplificador diferencial

sentado na figura 2. Como podemos notar, neste circuito o estágio de entrada tem configuração de coletor comum e o de saída de base comum. Em consequência, as correntes que fluem na capacitância parasitária coletor-base do estágio de entrada, são completamente isoladas do estágio de saída, o mesmo ocorrendo na capacitância parasitária coletor-base do estágio de saída com relação à

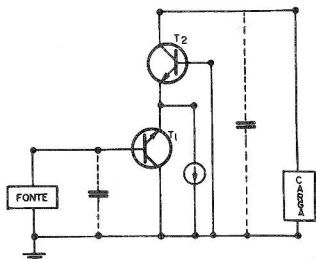


Figura 2 - Outro aspecto do circuito da figura 1 (com fonte e carga), mostrando os estágios coletor comum - base comum e capacitâncias parasitas.

entrada. Desta forma, a transadmitância reversa constituir-se-á principalmente das perdas, por efeito capacitivo, que ocorrerão no invólucro onde o dispositivo será encapsulado. Na figura 3 temos o mesmo circuito devidamente alimentado.

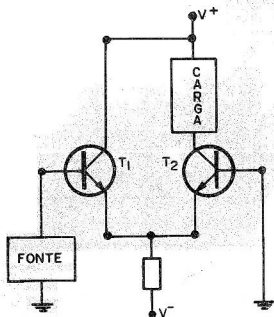


Figura 3 - Estágios coletor comum - base comum com alimentação.

A segunda configuração (figura 4) é composta de transistores conectados em série. Quando incorporamos a este circuito uma fonte e uma carga, torna-se aparente a configuração base comum-emissor comum, normalmente chamada ligação em "cascata". E, novamente, as correntes que fluem na capacitância parasitária coletor base do estágio de saída são completamente isoladas do estágio de entrada. No entanto, estas correntes não fluem diretamente à terra, como no circuito da figura 3, e alguma realimentação pode ocorrer. Mas, pelo fato do coletor do primeiro estágio estar conectado ao emissor do segundo, fazendo com que a tensão de realimentação não atinja níveis

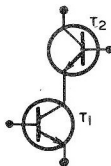


Figura 4 - Transistores conectados em série "CASCATA"

consideráveis, esta realimentação pode ser tranquilamente desprezada. Estes efeitos podem ser mais facilmente compreendidos se tivermos em vista a figura 5. Em sequência, a figura 6 mostra o circuito como é habitualmente utilizado. Esta segunda configuração possui capacidade de ganho bastante superior à primeira.

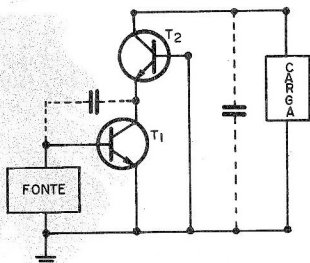


Figura 5 - Circuito da figura 4 acrescido de fonte e carga, onde se mostra os elementos parasitas.

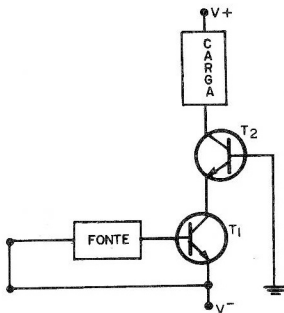


Figura 6 - Amplificador base comum-emissor comum e alimentação.

Na maior parte dos casos, os projetistas de amplificadores de RF/FI desejam que eles operem com uma simples fonte de alimentação positiva, para que isto seja possível a alimentação deve ser suprida pelas bases dos transistores. Após a aplicação desta técnica adicional para alimentação, resulta-nos o circuito da figura 7. Mas, o circuito que, basicamente, é utilizado na fabricação dos integrados NE 510 e NE 511 da Signetics esta apresentado na figura 8.

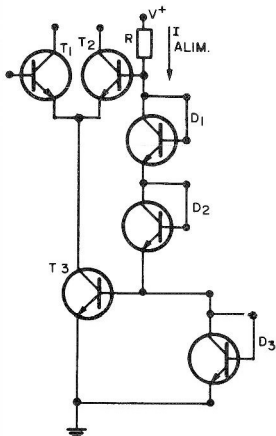


Figura 7 - Técnica adicional para alimentação.

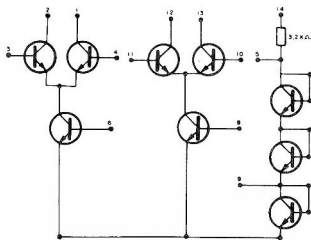


Figura 8 - Configuração final do circuito integrado NE510

II - CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO

O circuito dos amplificadores NE 510 e 511, como vimos, é totalmente desprovido de resistores e malha de alimentação, desta forma, a escolha do circuito de alimentação advém quase que exclusivamente do discernimento do usuário. Esta plena liberdade de escolha, tanto nos parâmetros como na interconexão de transistores, só tem como limitação, as limitações inerentes ao dispositivo tais como: tensão aplicada, correntes de trabalho, temperatura de junção, etc...

Uma possível opção para o circuito de alimentação é fornecida na figura 9. A determinação das correntes de operação é feita por intermédio das tensões nas bases dos transistores e, entre V^- e os resistores R_1 e R_2 . A tensão nas bases de T_1 e T_2 é obtida por um divisor de tensão com temperatura compensada constituído pelos resistores R_3 , R_4 e o diodo D_1 . É a inclusão do diodo na malha de alimentação que provê a compensação do coeficiente de temperatura, da tensão base-emissor, dos transistores. A corrente no divisor de tensão é aproximadamente 75% da corrente de emissor de T_1 e T_2 . A obrigatoriedade de que as correntes nos coletores de T_1 e T_2 sejam de mesma ordem de grandeza, faz com que a corrente no divisor de tensão seja selecionada como a média entre as correntes nos emissores.

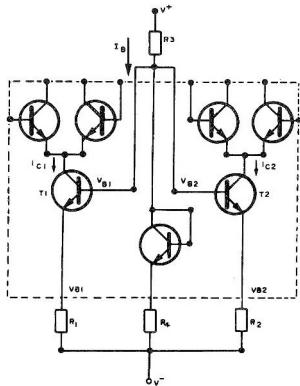


Figura 9 - Opção para circuito de alimentação.

A seguir, um exemplo de projeto para o circuito de alimentação descrito acima desenvolvido.

- 1) Assumimos: $I_{C1} = I_{C2} = 2 \text{ mA}$
 $V^- = \text{terra}$
 $V^+ = 12 \text{ Volts}$
 $R_1 = R_2 = 1 \text{ K}\Omega$

2) Cálculo das tensões nos emissores e nas bases de T_1 e T_2 :

$$V_{E1} = V_{E2} = I_{C1} \times R_1 = 1000 \times 2 \text{ mA} = 2 \text{ Volts}$$

$$V_{B1} = V_{B2} = V_{E1} + V_{BE} = 2 + 0,7 = 2,7 \text{ Volts}$$

3) Cálculo da corrente na malha de realimentação:

$$I_B = 0,75 I_{C1} \text{ (ou } I_{C2}) = 0,75 \times 2 \text{ mA} = 1,5 \text{ mA}$$

4) Cálculo dos resistores da malha de realimentação:

$$R_4 = \frac{V_{B1} - 0,7}{I_B} = \frac{2 \text{ V}}{1,5 \text{ mA}} = 1,33 \text{ K}\Omega$$

$$R_3 = \frac{V^+ - V_{B1}}{I_B} = \frac{12 - 2,7 \text{ V}}{1,5 \text{ mA}} = 6,2 \text{ K}\Omega$$

O diodo da malha de alimentação é constituído por um transistor planar com base e coletor conectados. Ele pode operar de forma direta ou na região reversa; quando opera reversamente polarizado, o faz como um diodo Zener de 6,8 Volts e a corrente de operação deve ser mantida inferior a 10 mA.

As limitações na escolha da carga dependem especificamente do tipo de aplicação que será dada ao dispositivo. No entanto, na maior parte das aplicações, a carga deve ser seleccionada de forma a assegurar que os transistores não saturem para a maior tensão de entrada positiva aplicada.

III - AMPLIFICADORES DIFERENCIAIS

Os circuitos amplificadores diferenciais são, talvez, os mais fáceis de serem projetados. Para a execução do projeto devemos ter em mente os seguintes parâmetros:

- 1) Ganho de tensão
- 2) Oscilação de tensão permissível na saída (Output Voltage Swing)
- 3) Resistência de entrada
- 4) Largura da banda

A figura 10 mostra o circuito básico de um amplificador diferencial. Poderia ser possível o projeto de um amplificador com todos os parâmetros citados otimizados, mas na realidade isto é bastante improvável. Usualmente, o projeto compõe-se de um compromisso entre esses parâmetros. Quando ajustamos um compromisso adequado entre o ganho e a oscilação de tensão permissível na saída, então os requisitos que dizem respeito a resistência de entrada e a largura da banda podem ser obtidos.

Com requisito de largura da banda inferior a 10 MHz, podemos obtê-la apenas levando em consideração a constante de tempo RC do circuito, que consiste da carga resistiva total e da carga capacitiva total, seja ela de qualquer espécie. A largura da banda para 3dB é determinada a partir da seguinte equação:

$$f_{3dB} = \frac{1}{6,28 R_L C_L}$$

onde R_L = carga resistiva total

C_L = carga capacitiva total

O ganho de tensão com saída simples (A_V) do circuito pode ser calculado pelo produto da transcon-

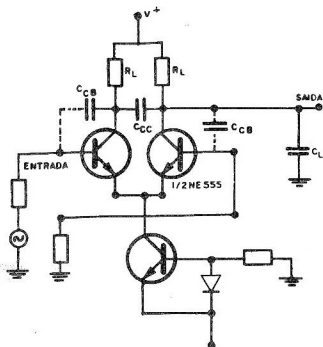


Figura 10 - Amplificador diferencial típico.

ductância (Gm) pela resistência de carga (R_L), assim: $A_V = G_m \cdot R_L$

A transcondutância do circuito integrado que estiver sendo utilizado, é um valor que sempre consta da lista de dados e curvas fornecidas pelo fabricante.

Um segundo método de cálculo do ganho de amplificadores diferenciais, utiliza a relação entre a resistência de carga e a resistência de emissor.

A figura 11 servir-nos-á de ilustração para este método. O ganho é aproximado pela razão entre a resistência de carga e a resistência total no circuito do emissor. A resistência total no circuito do emissor é a soma de R_E com a resistência de difusão r_e .

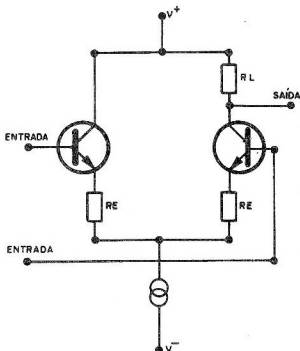


Figura 11 - Referência para cálculo de ganho em amplificadores diferenciais. (2º método).

Para os circuitos integrados NE 510 e 511, nos quais este artigo se baseia, temos: $R_E \approx 3 \text{ ohms}$ e $26 \times 10^{-3} \text{ (V)}$

$r_e \approx \frac{I_E \text{ (mA)}}{a \text{ } 25^\circ\text{C}}$. O ganho medido da entrada diferencial a uma saída fica:

$$AV = \frac{R_L}{2(R_E + r_e)}$$

Se quisermos considerar a saída diferencial, podemos dizer que o ganho diferencial é o dobro do ganho com saída simples.

A resistência de entrada pode ser aproximada pela seguinte equação: $R_{in} = hFE (2 R_E + r_e)$. Mas, quando se utilizar desta equação, o projetista deve estar ciente de que hFE e r_e são valores variáveis com a temperatura e com a corrente de emissor.

O circuito da figura 12 é um amplificador diferencial com saída simples cujo projeto é desenvolvido a seguir como exemplo.

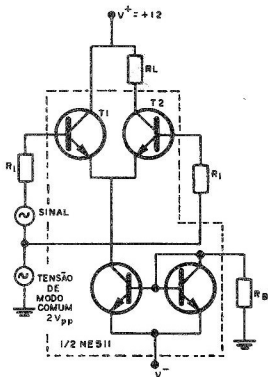


Figura 12 - Amplificador diferencial - exemplo de projeto.

Exigência do projeto:

- 1) ganho de tensão 100
- 2) Oscilação de tensão permissível na saída = 10 Vpp (Output Voltage Swing)
- 3) Variação de modo comum = $\pm 1 \text{ V}$ (Common mode range - CMR)
- 4) Resistência de entrada = 5000 Ω

Assumimos para o desenrolar deste projeto $hFE = 125$ a uma temperatura ambiente de 25°C e $V_{be} = 12 \text{ Volts}$.

1) Baseados na exigência de resistência de entrada do amplificador diferencial calculamos:

a) Cálculo de r_e

$$R_{in} = hFE (2 R_E + 2 r_e)$$

$$r_e = \frac{R_{in}}{2 hFE} - R_E = \frac{5000}{2 \times 125} - 3 \Omega = 17 \Omega$$

b) Cálculo da corrente de emissor (I_E)

$$I_E = \frac{26}{r_e} \text{ (mA)} \text{ a } 25^\circ\text{C}$$

$$I_E = \frac{26}{17} = 1,53 \text{ mA}$$

c) Cálculo das correntes de coletor (I_C)

$$I_C = I_E - I_B = I_E - \frac{I_E}{hFE} = 1,53 - \frac{1,53}{125} \approx 1,5 \text{ mA}$$

2) Até este ponto do projeto fizemos os cálculos referentes a imposição da resistência de entrada, calculando a partir desta imposição as correntes de emissor e de coletor. Calcularemos agora a resistência de carga (R_L) que nos promoverá o ganho desejado, assim:

$$AV = \frac{R_L}{2 R_E + 2 r_e}$$

$$R_L = 2 AV (R_E + r_e) = 2 \times 100 (3 + 17) = 4000 \Omega$$

3) Determinaremos agora o ponto de operação do coletor (V_Q)

$$V_Q = V^+ - I_C R_L = 12 - 4000 \times 1,5 \times 10^{-3} = 6 \text{ Volts.}$$

4) O requisito da oscilação de tensão permissível na saída ser 10 Vpp quer dizer, em outras palavras, que o coletor do transistor de saída deve oscilar $\pm 5 \text{ V}$ em torno de seu ponto de operação. No nosso exemplo o coletor oscilará $+ 6 \text{ V} \pm 5 \text{ V}$ ou seja, de $+ 1 \text{ V}$ a $+ 11 \text{ V}$.

5) A variação de modo comum (CMR) positiva é determinada pelo maior excursão negativa do coletor do transistor de saída, e no nosso caso será $+ 1 \text{ V}$. A CMR negativa é a função da fonte de alimentação negativa (V^-) e é limitada pelos V_{be} do estágio de entrada como segue:

$CMR_{neg} = V^- + 2V_{be}$. Como V_{be} para o NE 511 $\approx 0,8 \text{ V}$ então:

$CMR_{neg} = V^- + 1,6$. Para nosso projeto exigimos $CMR_{neg} = -1 \text{ V}$ e com esta exigência, podemos obter o valor da fonte de alimentação negativa, assim: $V^- = -2,6 \text{ V}$.

6) A corrente no transistor gerador de corrente T_3 é determinada pelo valor do resistor R_B e pela tensão de alimentação positiva. Para o NE 511, obtemos boa estabilidade para uma corrente de alimentação no resistor R_B de 75% da requerida pela fonte de corrente. Com base nestas informações podemos equacionar:

$$R_B = \frac{V^+ - V_{be}}{0,75 \times I_{C3}} \text{ onde } I_{C3} = 2 I_E$$

$$R_B = \frac{V^+ - V_{be}}{1,5 \times I_E} = \frac{12 - 0,8}{1,5 \times 1,5 \times 10^{-3}} = 5000 \Omega$$

IV - AMPLIFICADORES RF/FI - CONFIGURAÇÃO "CASCATA"

A configuração "cascata" de amplificadores deverá ser utilizada, quando existirem requisitos de máximo ganho e quando não se fizer necessária uma simetria entre os componentes. O circuito apresentado na figura 13 é típico. Para frequências inferiores a 10 MHz não são necessárias precauções especiais, além do usual isolamento entre saída e entrada, para o projeto de um amplificador estável.

Como exemplo, simularemos um projeto para o amplificador "cascata" da figura 14.

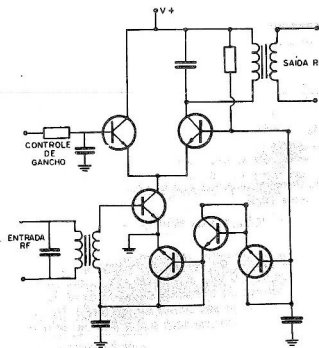


Figura 13 - Amplificador "CASCATA" EC-BC típico.

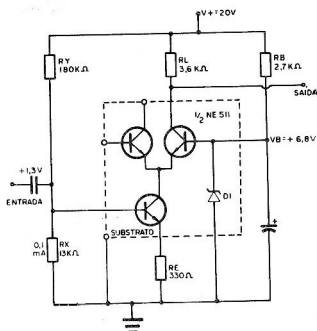


Figura 14 - Amplificador "CASCATA" exemplo de projeto.

Exigências do projeto:

- 1) Oscilação de tensão permissível na saída (Output Voltage Swing) $V_O = 12 V_{pp}$
- 2) Ganho de tensão ≥ 10
- 3) Largura da Banda $\geq 2\text{MHz}$ (com carga capacitiva de 20 pF).

Assumimos um hFE típico de 125 a uma temperatura ambiente de 25°C.

1- Determinamos a máxima resistência de carga em função da largura da Banda exigida:

$$R_L = \frac{1}{2 f C} = \frac{1}{2\pi \times 2 \times 10^6 \times 20 \times 10^{-12}} = 4,03K \Omega$$

Se utilizarmos resistores com 5% de tolerância, um resistor de 3,9 KΩ é o maior valor comercial que assegura a exigência de largura da banda.

2- Calculamos a tensão da fonte de alimentação (V^+) $V^+ \geq$ que a soma da tensão na base do transistor T2 e da tensão de flutuação de saída (V_O). A tensão de alimentação na base de T2 é determinada pela tensão de ruptura reversa do diodo de alimentação, usado neste exemplo como Zener, do NE 511.

$$V^+ \geq 6,8 + 12 = 18,8 V.$$

Para nos garantirmos quanto a possíveis flutuações da fonte e tolerâncias nas medidas usaremos $V^+ = +20 V$.

3- Determinamos a corrente de coletor na saída

$$I_C = \frac{V^+ - V_O}{R_L}$$

Onde V_O é o nível cc quiescente na saída, calculado como, a tensão de alimentação menos a metade da flutuação permissível na saída, como segue:

$$V_O = V^+ - \left[\frac{V^+ - V_B}{2} \right] = 20 - \left[\frac{20 - 6,8}{2} \right] = 13,4 V$$

$$\text{Consequentemente: } I_C = \frac{20 - 13,4}{3600} = 1,83 \text{ mA}$$

4- Calculamos R_E tendo em mente, que o ganho do circuito nos é fornecido pela razão entre a resistência de carga e as resistências do circuito do emissor.

$$\text{Ganho} = \frac{R_L}{R_E + r_e + r_c}$$

$$\text{Onde } r_e = \frac{26\text{mV}}{1,83 \text{ mA}} = 14,2 \Omega \quad (\text{à temperatura}$$

de 25°C), e r_c é a resistência de contato do emissor igual a 3 Ω. Então: $10 = \frac{3600}{R_E + 14,2 + 3}$

e obtemos $R_E = 343 \Omega$. Usaremos $R_E = 330 \Omega$ por se tratar de valor comercial.

5- A parte referente ao projeto dos resistores da malha de alimentação, foi discutida com detalhes no item II deste artigo. Neste exemplo, devemos selecionar R_X e R_Y de forma a alimentar apropriadamente a base de T1. Impondo a tensão na base de T1 igual a 1,3 Volts; para obtermos 0,1 mA em R_X devemos ter:

$$R_X = \frac{V_B}{I_P} = \frac{1.3}{0.1 \times 10^{-3}} = 13k \Omega$$

$$R_Y = \frac{V^+ - V_{BI}}{I_P} = \frac{20 - 1.3}{0.1 \times 10^{-3}} = 187 K \Omega .$$

Usaremos

$$R_Y = 180k \Omega$$

Existem aplicações específicas em que uma série de aproximações, que foram efetuadas neste exemplo de projeto, poderão ser inadequadas, mas, na maior parte das aplicações, este critério é o usual.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gostaria que ficasse bastante claro para os leitores que, pelo fato deste artigo ter cunho teórico, os circuitos nele apresentados não foram testados, não havendo garantias quanto ao perfeito funcionamento dos mesmos, caso montados.

Este artigo segue a linha de outros que escrevi, ou seja, tem como finalidade principal informar os leitores. É portanto, um artigo informativo, e não formativo. Acho-o útil para aqueles que desejarem iniciar-se na técnica integrada aplicada às comunicações, bem como para os interessados em eletrônica de modo geral.

COMPONENTES PARA O MICRO AMPLIFICADOR (COM PLAQUINHA)

Cr\$ 112,00

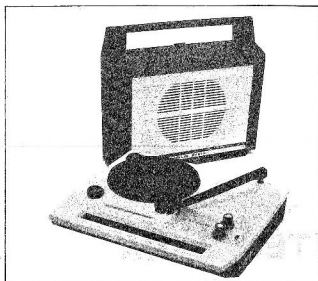
Agora você poderá adquirir o conjunto de componentes para a montagem de seu micro amplificador acompanhado da plaquinha de circuito impresso por Cr\$ 112,00.

Pedidos pelo reembolso postal à:
SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.
Caixa Postal 50.499 — São Paulo.

SABER

KITS SIMPSON

MONTE VOCÊ MESMO



FONOLA PORTÁTIL

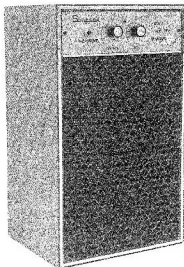
por Cr\$ 680,00

- Gabinete de plástico.
- Alto-falante pesado de 15 cm.
- Toca-disco de 3 rotações.
- Dimensões: largura 32 cm, altura 16 cm, profundidade 28 cm.
- Alimentação: pilha (9 volts) e rede elétrica (110/220 volts).

CAIXA AMPLIFICADA

por Cr\$ 600,00

- Caixa acústica em madeira de lei.
- Entrada para gravadores, rádios, FM e microfone.
- Alto falante pesado de 15 cm.
- Dimensões: 42 x 25 x 20 cm.
- Alimentação: rede elétrica 110/220 volts.



Pedidos à SIMPSON LTDA, mediante cheque visado ou ordem de pagamento.

OFERECEMOS AINDA

Gravadores — Rádios Gravadores AM/FM — Alto falantes — Caixas Acústicas — Eletrolas — Toca discos de 9 volts — Toca discos automáticos e profissionais — Motores de 9 e 6 volts — Amplificadores, etc.

SIMPSON LTDA.

SÃO PAULO: Rua Santa Ifigênia, 585 - caixa postal: 6.999 - fone: 220-3340.
CAMPINAS: Rua Costa Aguiar, 342 - fone: 31-6391.

triângulo eletrônico para o carro



Seu Triângulo pode tornar-se muito mais visível durante a noite, principalmente em caso de neblina, se for iluminado por um sistema pulsante de lâmpadas alimentado pela própria bateria de seu carro. O circuito que apresentamos permite a utilização de até 36 W de lâmpadas para uma tensão de alimentação de 12 V. Outras aplicações para este sistema são sugeridas como por exemplo, num indicador de direção.

O circuito é bastante simples, não só pelo reduzido número de componentes como também pelo fato de não ser crítico quanto à disposição na sua montagem. O conjunto pode ser facilmente instalado numa caixa a qual servirá de apoio para o triângulo, conforme sugere a figura 1.

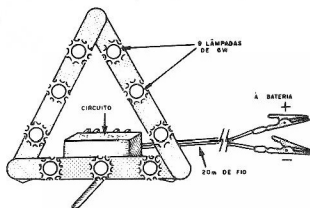


figura 1

Os componentes para esta versão são calculados para que as lâmpadas pisquem em intervalos de 1 segundo, havendo então um tempo de permanência acesa de 0,25 s e um tempo de permanência de

0,75 s. Esse tempo pode ser facilmente modificado pela alteração dos valores de C1 e C2. Daremos uma tabela de valores para esses componentes.

COMO FUNCIONA

A base desta pisca-pisca é um multi-vibrador astável que é um circuito em que dois transistores trocam continuamente do estado de não condução para o estado de condução e vice-versa de modo que, em cada instante o estado de um é contrário ao do outro, ou seja, quando um transistor está conduzindo a corrente o outro não está. (figura 2).

O tempo que cada transistor permanece conduzindo é determinado pelos valores dos componentes que polarizam suas bases (R2 e R3) e pelos capacitores C1 e C2.

Como a corrente do coletor de cada transistor é insuficiente para a potência desejada, um terceiro transistor é acrescentado ao circuito.

Este, é um transistor de alta potência (Q3) que tem sua base polarizada no senti-

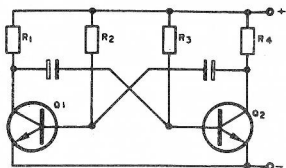


figura 2

do de não haver condução quando Q2 não conduz e de haver plena condução quando Q2 conduz. Em suma, a condução de Q3 acompanha Q2.

Como a corrente deste transistor é bastante elevada em função de carga a ser alimentada, ele deve ser montado num dissipador de calor ou na própria caixa que aloja o conjunto. Neste último caso, deve-se observar o isolamento do transistor da caixa, com a qual deve haver apenas um contacto térmico. (figura 3).

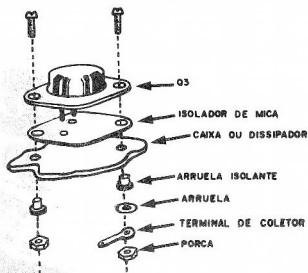


figura 3

MONTAGEM

O circuito completo do pisca-pisca é dado na figura 4 e a sua placa de circuito impresso na figura 5.

Antes de adquirir os componentes para a montagem, verifique na tabela abaixo os valores de C1 e C2 para o seu caso:

C1	C2	tempo de acendimento	tempo de apagado	período total
160 μ F	10 μ F	0,25 s	0,75 s	1 s
320 μ F	22 μ F	0,50 s	1,50 s	2 s
640 μ F	50x μ F	1,00 s	3,00 s	4 s

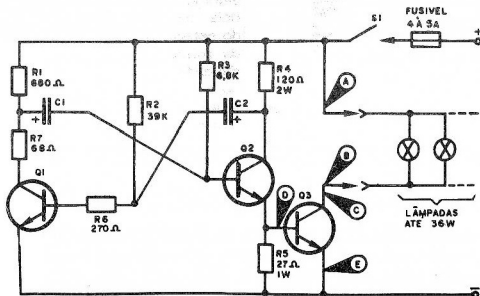


figura 4

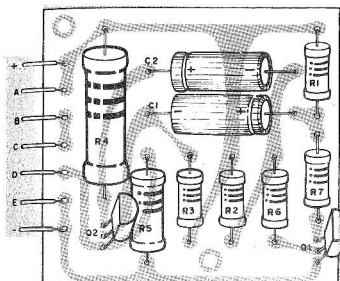
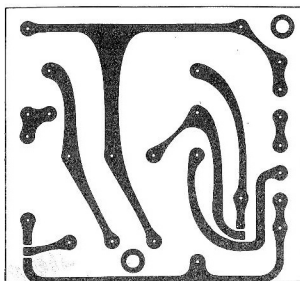


figura 5



O conjunto pode ser instalado numa caixa de aproximadamente 5 x 5 x 10 cm. É claro que os leitores que não quiserem fazer a montagem em placa de circuito impresso poderá optar pela montagem em ponte de terminais cujo desenho é dado na figura 6. No caso a caixa que alojará o conjunto deve ser um pouco maior que para o caso de montagem em placa de circuito impresso.

Na montagem observe cuidadosamente

a polaridade dos capacitores e a posição dos transistores.

Na soldagem dos componentes tome cuidado para que o calor desenvolvido no processo não afete os componentes.

Na entrada do circuito é colocado um fusível de 4 ou 5 A que serve para proteger os componentes, principalmente os transistores em caso de curto-circuitos acidentais.

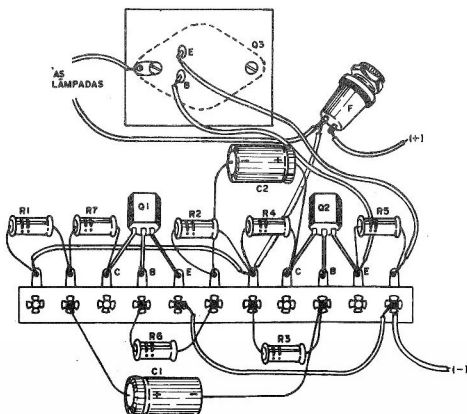


figura 6

Depois de montar os componentes na placa de circuito impresso ou na ponte de terminais, instale o conjunto na caixa, montando em seguida o transistor de potência em seu dissipador na sua parte

posterior, o suporte do fusível, e se quiser um interruptor para desligar a unidade.

A caixa pode ser dotada de alças para fixação, conforme sugere a figura 7.

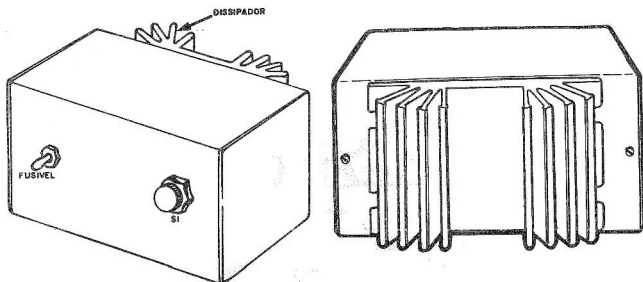


figura 7

NÚMERO MÁXIMO DE LÂMPADAS

A corrente máxima que pode fornecer este circuito numa alimentação de 12 V é de 3 A o que nos dá uma potência da ordem de 36 W. Assim, em hipótese alguma deve ser superados esse limites sob

perigo de superaquecimento excessivo queimar o transistor de saída.

Se o leitor não souber qual é a potência de uma lâmpada, deve simplesmente multiplicar a tensão de 12 V do carro pela corrente da mesma. Por exemplo: uma lâmpada de 12 V x 2 A tem uma potência de $2 \times 12 = 24$ Watts.

LISTA DE MATERIAL

Q1 - Q2 - BC337 ou BC635
Q3 - 2N3055
R1 - 680 ohms x 1/2 W - resistor (azul, cinza, marrom)
R2 - 39k ohms x 1/2 W - resistor (laranja, branco, laranja)
R3 - 6,8k ohms x 1/2 W - resistor (azul, cinza, vermelho)
R4 - 120 ohms x 2W - resistor (marrom, vermelho, marrom)

R5 - 27 ohms x 1W - resistor (vermelho, violeta, preto).
R6 - 270 ohms x 1/2 W - resistor (vermelho, violeta, marrom)
R7 - 68 ohms x 1/2 W - resistor (azul, cinza, preto)
C1 - capacitor eletrolítico para 16 V (ver tabela)
C2 - capacitor eletrolítico para 16 V (ver tabela)

Diversos: porta fusíveis, interruptor simples, ponte de terminais ou placa de circuito impresso, caixa para o conjunto, dissipador para o transistor de potência, fios, solda, etc.



**A ÚNICA PLACA PADRÃO DE CIRCUITO
IMPRESSO REALMENTE "UNIVERSAL"**

maliboard®

**EXECUTE A MONTAGEM DE SEUS PROJETOS DE FORMA
FÁCIL E RÁPIDA.**

Furação padronizada adequada à:

- Circuitos Integrados
- Transistores
- Diodos
- Resistores
- Capacitores etc.

Em todas as lojas de material eletrônico do Brasil

MAIS UM PRODUTO

MALITRON INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.

Rua Guarda de Honra, 56/58 Fone - 273-1787 e 272-7800 - São Paulo - SP.

O RETARDO NEGATIVO



ALDO VILLELA

É engraçado como frequentemente as grandes descobertas surgem de fatos insignificantes. Tive um exemplo disso no caso que pretendo relatar.

Na realidade, o assunto é de tremenda importância, merecendo, talvez, um tratado sisudo, com uma porção de "palavrões" eruditos e termos técnicos ininteligíveis para a maioria dos mortais. Mas, justamente pela sua importância, achei melhor divulgá-lo o mais amplamente possível.

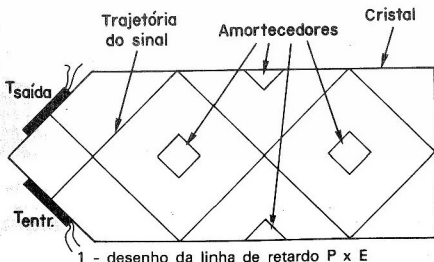
Tudo começou realmente, com uma simples pergunta relacionada com câmara de eco. A conversa acabou mudando para retardadores e acabou com outra pergunta: Se uma linha de retardo atrasa um sinal, ou seja, transforma o "hoje" em "ontem", não seria possível fazer o contrário, ligando-a de forma invertida, para transformar o "amanhã" em "hoje"?

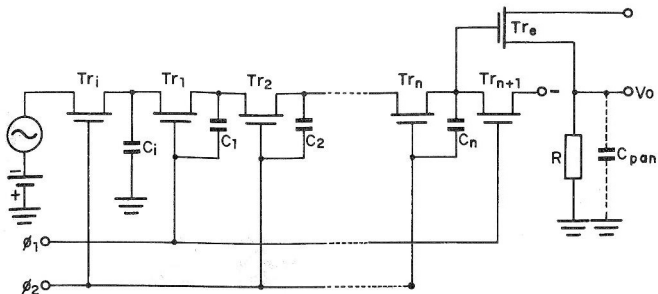
Pergunta inocente e de resposta simples: não pode ser. A linha de retardo mais

utilizada, encontrada em todos os televisores cromáticos sistema PAL (inclusive no Brasil) é ultra-sônica. Tanto faz jogar-lhe um sinal na entrada e retirá-lo da saída como jogá-lo na saída e retirá-lo da entrada (pelo menos teoricamente). O caminho percorrido é o mesmo, o meio onde se propaga a vibração é o mesmo e sempre teremos um retardo.

Outro tipo de retardador é integrado, funcionando por um processo de transferência de cargas, sucessivamente de um estágio a outro, por meio de chaves eletrônicas. É usado um grande número de estágios (500 ou mais) numa única pastilha de CI. Mas também não pode ser usado "às avessas" para adiantar o sinal ao invés de atrasá-lo. O dispositivo simplesmente não funcionaria.

Passei a me interessar seriamente pelo assunto, pois a possibilidade de "ver" o futuro me fascinava.





2 - princípio do BBD

Não posso aqui, contar certos detalhes, por questões de segurança e sigilo industrial, envolvendo patentes. Mesmo o nome das pessoas e empresas envolvidas não podem ser a esta altura, divulgados.

Na ocasião trabalhava eu numa importante empresa internacional de pesquisas físicas. O meu campo não era física do estado sólido, mas, nas horas vagas comecei a trabalhar nas dependências da empresa.

Outros, colegas, acabaram se interessando pelo assunto e formamos um pequeno grupo de fanáticos.

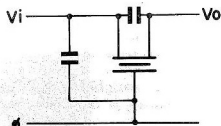
Nossos estudos teóricos levaram-nos a concluir pela existência de partículas sub-atômicas responsáveis por alguns fenômenos nunca até então encarados com seriedade. Damos o nome de "cronons" a essas partículas que, pelos nossos cálculos, deveriam ser ainda menores que os elétrons - de fato, seriam proto-partículas orbitais dos elétrons, girando em torno destes. Sua massa deveria ser da ordem de $2,73 \times 10^{-7}$ da massa do elétron. Concluímos que giravam todos num mesmo sentido, imutável. Esse sentido de translação seria responsável pelos fenômenos temporais. Se fosse possível inverter este sentido de translação poderíamos conseguir uma inversão no fluxo temporal. Mas, como conseguir isso, se mesmo a existência das partículas era conjectura teórica? Como alterar a trajetória de uma partícula desconhecida?

Pesquisas sucessivas resultaram, finalmente, no cronofletor, que permitia reali-

zar pequenas alterações sucessivas na trajetória dos cronons, até inverter-lhes o sentido. Não posso descrever o processo com maiores detalhes, por motivos que ficarão claros mais adiante.

Passei então, a desenvolver o projeto de um dispositivo que permitisse a aplicação do material tratado no cronofletor. Usando técnicas praticamente convencionais de difusão e mascaramento, consegui realizar um circuito rudimentar que num único estágio permitia um retardo negativo - um adiantamento - de aproximadamente 2 milissegundos, isto é, o sinal de saída aparecia 2 milissegundos antes de se aplicar um sinal na entrada. Usava para isso material semi condutor normal, difundindo impurezas de fluxo temporal invertido.

Sucessivos aperfeiçoamentos possibilitaram um aumento na frequência manipulada pelo estágio, a ponto de permitir, finalmente, o processamento de sinais de vídeo.



3 - circuito de um estágio retardador negativo

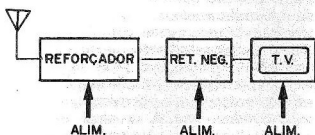
Restava, ainda, ligar um número suficiente destes estágios em cascata, para conseguir resultados significativos - por exemplo, saber com quatro dias de antecedência o resultado da Loteria Esportiva. O

único meio de fazer isso seria com CIs, do contrário o tamanho do conjunto seria monstruoso.

Por meio de técnicas LSI aplicadas ao material tratado com o cronofletor foi possível conseguir reunir cerca de 5.000 estágios num "chip" integrado, com um adiantamento temporal de 10 segundos em cada CI. Aproximadamente 9.000 dispositivos, em cascata, com alguns amplificadores intercalados resultariam em um retardo negativo de cerca de 24 horas.

Não satisfeito com "apenas" 24 horas, reuni cerca de 40.000 peças do novo dispositivo e, num trabalho extremamente monótono, montei a trapizonga numa armação provisória do tamanho de um armário. A própria fonte de alimentação (5 V), era muito volumosa.

A essa altura, a direção do departamento de pesquisas já vinha me pressionando para que apresentasse resultados de tanto trabalho e confusão causado em vários setores da empresa.



4 - ligação do conjunto de retardo negativo com TV

Finalmente, na véspera do grande dia em que iria justificar o tempo e o dinheiro investidos, liguei um "booster" e uma antena de TV, à entrada do meu aparelho e um receptor de televisão à sua saída.

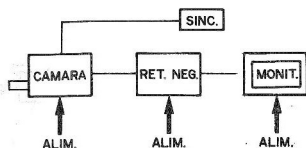
Era uma quinta-feira. Liguei a alimentação.

Quando a coisa começou a funcionar, notei que estava assistindo à programação de domingo à noite. Girando o seletor encontrei um noticiário que fornecia naquele momento, o resultado da "Lote-ca".

Corri como um desesperado à procura de lápis e papel e anotei as "Zebras". Só que não consegui fazer o jogo, porque pas-sava da meia-noite.

No dia seguinte, alterei as ligações colo-cando uma câmara (colorida) e um moni-tor (também colorido) na entrada e saída,

respectivamente. Isso para fazer uma demonstração mais dramática.



5 - ligação com a câmara e o monitor.

Reuni os "cobrões" diante do monitor e fiz uma breve exposição do processo e de suas dificuldades inerentes; não esqueci de destacar o meu papel no desenvolvimento do projeto, deixando bem claro que sem mim, nada teria acontecido (afinal, sou humano...).

Liguei o equipamento. A câmara deveria mostrar a sala, mas o que apareceu foi uma sala completamente depredada.

À pergunta do "big boss", informei que isso devia significar alguma catástrofe para as próximas 96 horas.

Aí ele perguntou qual poderia ser "a utilidade prática desse troço". (Sujeito burro, não imaginou a vantagem de prever o resultado da loteca...)

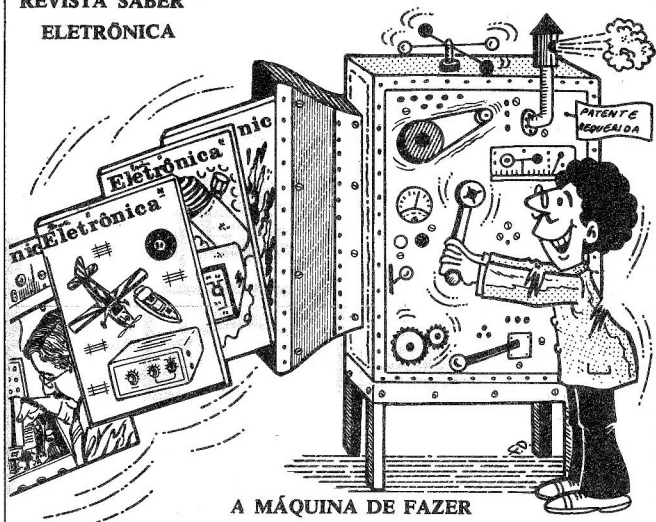
Quando expliquei essa, ele ficou furioso (até parecia que ele é sócio da Loteria Esportiva). Explodiu: "Seu grande idiota! Se você contar o segredo desse troço" (pode-se notar a cuidadosa escolha do vocabulário) "todo mundo vai acertar na loteca. Quanto é que você pensa que cada um vai receber? Use essa cachola genial e pense um pouco no lado negativo"!

De repente, o grupo todo investiu sobre o cronofletor. Tentei defendê-lo mas pas-saram por cima de mim.

Do chão, rolando, olhei para o monitor que ainda estava ligado.

Alguém havia dado um safanão na câ-mara, esta havia focalizado o calendário da parede. A última coisa que vi, antes de levar um safanão no meio da testa foi a data, em caracteres bem grandes e em cores: 1º de Abril...

**REVISTA SABER
ELETRÔNICA**



**A MÁQUINA DE FAZER
NOVIDADES**

**OPORTUNIDADE PARA VOCÊ COMPLETAR SUA
COLEÇÃO DA REVISTA SABER ELETRÔNICA**

**Você pode adquirir os números que faltam a sua coleção, a partir do
46, escrevendo para:**

EDITORA SABER LTDA.

Caixa Postal 50.450

São Paulo - SP.

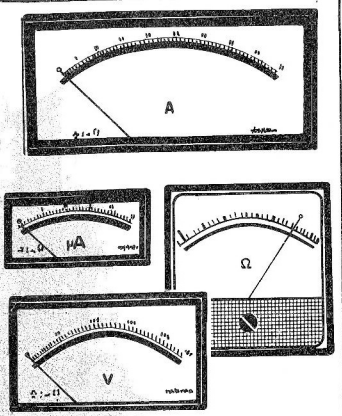
**Não é preciso mandar dinheiro, você paga ao receber as revistas no
correio de sua cidade.**

Conheça os Medidores

Francisco Bezerra Filho

Os medidores mais usados por técnicos nas bancadas de serviços basicamente são: Ohmímetro, Voltímetro e Amperímetro. Para que o técnico possa usá-los adequadamente, deve conhecer bem o funcionamento interno de cada instrumento.

O uso indevido de um instrumento pode causar danos ou por outro lado o resultado da medida pode ser interpretada de maneira errada. A seguir, damos detalhes de funcionamento de cada instrumento, de maneira bem simples sem nos preocupar com detalhes técnicos muito profundos.



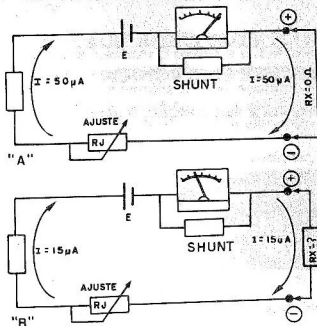
OHMÍMETRO

O ohmímetro tem por finalidade medir o valor ôhmico dos resistores, e/ou continuidade nos circuitos elétricos. Basicamente os ohmímetros dividem-se em 4 partes:

— Um medidor de corrente contínua ou galvanômetro, geralmente um microamperímetro (μA), de baixa corrente (por exemplo $50\mu A$), com a escala graduada em ohm (Ω).

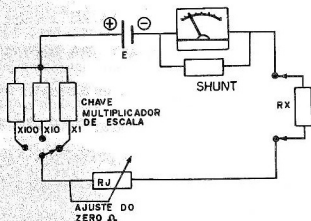
— Uma fonte de corrente contínua interna. Geralmente, nos ohmímetros com escala de baixo valor, até $1 M\Omega$, é usado pilha média de 1,5 V. Nos ohmímetros com escala entre $1 M\Omega$ a $20 M\Omega$ usa-se baterias de 9 V ou similar.

— Por um resistor multiplicador de escala R_m . Na figura 1A está representada por um único resistor para simplificar o esquema. Na prática é formado por diversos resistores, associados a uma chave seletora, que multiplica o valor lido na escala do ohmímetro, por $\times 1$, $\times 10$ e $\times 100$ (fig. 2).



PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO OHMÍMETRO

figura 1



OHMÍMETRO COM CHAVE MULTIPLICADORA DE ESCALA.

figura 2

— Por um resistor de ajuste de zero, como sabemos, com o tempo a bateria perde a carga, e por isso é normal usar-se um resistor variável, para permitir a deflexão total quando as pontas do medidor são colocadas em curto (fig. 1A).

— Quando colocamos os terminais + - do medidor em curto, formando um circuito fechado, a voltagem "E" da bateria ligada em série com o circuito é aplicada sobre o mesmo. Com isto circula uma corrente, que será limitada pela soma dos dois resistores R_m e R_J e a resistência interna do medidor. A corrente que circula no circuito, provoca uma deflexão no ponteiro do medidor, proporcional a seu valor. No exemplo da fig. 1A, a corrente máxima é de $50 \mu A$, considerando a tensão "E" da bateria de 1,5 V, neste caso temos $R_m + R_J = 300 K \Omega$. A máxima corrente corresponde a deflexão do fundo de escala do medidor, e ao mesmo tempo, corresponde ao valor mínimo do Rx. Quando os terminais + e - da fig. 1A, são colocados em s, a resistência Rx colocada externa será zero ohm, e a corrente no circuito será máxima. Na fig. 9 temos as escalas de um multiteste, a escala superior, corresponde a escalas de ohm, ao passo que a escala inferior é a de corrente, como podemos ver uma é o inverso da outra, quando a de ohm tem o zero à direita, a de corrente é à esquerda. Quando ligamos um resistor de valor desconhecido, externamente, através das pontas de prova do medidor, o valor total dos resistores do circuito irão aumentar e a corrente diminuir fig. 1B. O valor do resistor Rx, é lida diretamente sobre a escala do microamperímetro (μA), com a escala graduada em Ω . Na fig. 2, temos um ohmímetro, bem mais completo em relação aos dois anteriores, ao invés de um resistor multiplicador, temos 3 resistores, onde ambas são selecionadas através de uma chave de função do tipo seletora. Com auxílio desta chave, podemos ampliar a faixa do medidor, multiplicando a escala do mesmo por $\times 1$, $\times 10$ e $\times 100$. Por exemplo o centro da escala da fig. 9 pode valer $10 \times 1 = 10 \Omega$; $10 \times 10 = 100 \Omega$ e $10 \times 100 = 1000 \Omega$. Por medida de precaução, só devemos usar o ohmímetro com o circuito a ser medido, quando este estiver desligado, nunca devemos medir resistores como circuito ligado, pois a tensão presente no circuito pode danificar o medidor. Quando medimos resistência de isolamento dos capacitores, devemos primeiramente verificar se os mesmos estão descarregados. No caso de capacitor eletrolítico, devemos observar se a polaridade do medidor e os polos do capacitor são correspondentes.

AMPERÍMETRO

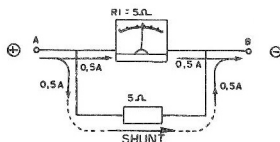
Destina-se a medir a intensidade de corrente elétrica que circula através de um circuito elétrico. Para que o amperímetro não provoque erro no circuito a ser medido, este deve ter uma resistência interna menor possível. O Amperímetro é um galvanômetro com escala graduada em Ampéres, em alguns casos em suas sub-unidades miliampéres (mA) ou microampéres (μA) etc. Para que o galvanômetro acuse correntes maiores, que seu valor de fundo de escala, ligamos em paralelo com o mesmo um resistor com valor muito menor que sua resistência interna. Este resistor ligado externamente é conhecido por "SHUNT" e sua principal função é de desviar o excesso de corrente.

Dependendo do valor ohmico do "SHUNT" em relação a resistência interna do medidor, podemos

medir corrente 10 vezes maior sem danificar o medidor.

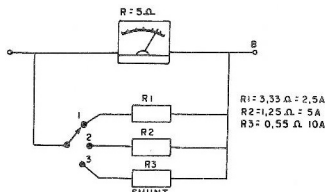
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Na fig. 3 temos um medidor com fundo de escala de 1A e com resistência interna $R_i = 5 \Omega$, e em paralelo com o medidor temos um "SHUNT" de 5Ω . A corrente que circula do terminal "A" para "B", divide-se em 2 braços, um formado pelo medidor e outro pelo SHUNT. Neste caso a corrente de 1A vai circular pelo medidor só a metade 0,5A. Para o ponteiro deflexionar até o fundo da escala temos que aplicar uma corrente de 2A entre os pontos A e B, isto equivale a multiplicar a escala por 2. Através de uma série de "SHUNTS" calibrados, selecionados através de uma chave seletora ou de função, o alcance do fundo de escala do instrumento pode ser aumentado para qualquer valor desejado mantendo sempre as mesmas características básicas. Na fig. 4 temos um amperímetro com fundo de escala de 1A, em paralelo com o mesmo temos 3 "SHUNTS" selecionados através de uma chave seletora ou de funções. Na posição 1, temos um resistor de $3,33 \Omega$, pelo medidor circula 1A, valor de fundo de escala e pelo "SHUNT" 1,5A, isto significa que entre os pontos A e B circula uma corrente de 2,5A, ou seja a escala do medidor foi multiplicada por um fator de 2,5.



PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO AMPERÍMETRO

figura 3



AMPERÍMETRO COM MÚLTIPLAS ESCALAS.

figura 4

Na posição 2 temos o 2º SHUNT de $1,25 \Omega$, passando por este 4 A e 1 A pelo medidor. Neste caso a escala é multiplicada por 5. Na posição 3 o "SHUNT" é de $0,55 \Omega$ e a escala é multiplicada por 10.

A partir do valor do "SHUNT", podemos multiplicar por qualquer valor. O mesmo é válido para os microamperímetros, que a partir de um medidor de 10 μA podemos medir até 10 A.

USO DOS AMPERÍMETROS

O medidor de corrente deve ser ligado em série com o circuito a ser medido, ou seja, abrimos o circuito no ponto a ser medido e ligamos o medidor como vemos na fig 5. Devemos, tomar cuidado, com as polaridades do medidor e da fonte. O medidor deve ser ligado de tal maneira que o positivo do medidor coincida com o positivo da fonte, neste caso o ponteiro deflexionará para a direita, e em caso contrário o ponteiro deflexionará para a esquerda.

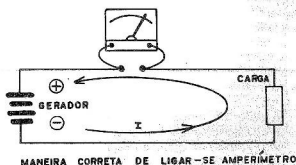


figura 5

Quando medirmos a corrente em um ponto, e não conhecemos sua grandeza, devemos iniciar a medição com a escala mais alta, no caso 10 A, e a seguir diminuímos a escala até conseguir-se uma escala, onde temos uma leitura mais precisa. Com isso evitamos danificar o medidor.

O amperímetro visto aqui é para corrente contínua, também há medidores para corrente alternada, como veremos futuramente.

VOLTÍMETRO VCC

O voltímetro mede tensão e basicamente é constituído por um microamperímetro com escala graduada em Volts, e por um resistor multiplicador de escala. O voltímetro é ligado em paralelo com o elemento ou parte do circuito onde desejamos conhecer a diferença de potencial ddp. A resistência interna do voltímetro ($R_m + R_1$) deve ser a mais alta possível de modo que a máxima corrente que circula através μA não ultrapasse o fundo de escala.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO VCC

A queda de tensão máxima que pode ser aplicada sobre seus terminais é determinada pela resistência total apresentada pelo instrumento, que neste caso seria a resistência interna do próprio medidor R_i , mais a resistência multiplicadora R_m . Assim temos $R_t = R_i + R_m$. Supomos ter um instrumento cuja corrente máxima seja de 50 μA e com uma resistência interna de 10 Ω .

A queda de voltagem sobre o medidor será de 100 $\Omega \cdot 50 \mu\text{A} = 0,005 \text{ V}$ ou seja, 5 mV.

Para tornar este instrumento capaz de medir ten-

são de 10, 100 e 1000 V temos que usar resistência multiplicadora, fig. 7. Para uma tensão de 10 V deve fluir através do medidor uma corrente de 50 μA . Para limitar esta corrente temos que usar um resistor de :

$$\frac{10\text{V}}{50 \mu\text{A}} = \frac{19 \text{ V}}{50 \times 10^{-6} \text{ A}} = 200 \text{ K}\Omega. \text{ Lembrando}$$

que este é o valor total do circuito, ou seja $R_t = R_m + R_i$, embora R_i sendo pequena deve ser levada em consideração. Para determinar o valor do resistor multiplicador, temos $R_m = R_t - R_i = 200 \text{ k}\Omega - 10 \Omega = 199,900 \Omega$.

Neste exemplo a queda de tensão sobre a resistência multiplicadora é de 9,995V e sobre a resistência interna do medidor é de 5 mV perfazendo um total de 10 V fig. 6. Para determinar o valor do resistor limitador para as demais escalas procedemos da mesma maneira. Assim temos para 100 V R_m vale 1.999.900 Ω e para 1000 V 19.999.900 Ω . Como podemos ver na fig. 7.

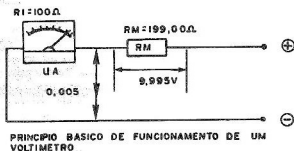
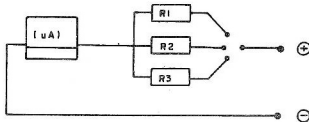


figura 6

$$\begin{aligned} R_1 &= 199,900 \Omega \text{ P/ } 10\text{V} \\ R_2 &= 1.999,900 \Omega \text{ P/ } 100\text{V} \\ R_3 &= 19.999,900 \Omega \text{ P/ } 1000\text{V} \end{aligned}$$



VOLTÍMETRO COM FUNDO DE ESCALA PARA 10V, 100V E 1000V.

figura 7

SENSIBILIDADE DO VOLTÍMETRO

A sensibilidade é expressa em Ohm por volts (Ω/V) assim temos, para 10 V uma resistência interna de $\frac{10}{50 \mu\text{A}} = 200 \text{ k}\Omega$.

que corresponde a 20 $\text{k}\Omega/\text{V}$ ou seja para cada volt medido a impedância do medidor é multiplicado por um certo valor. Assim temos: para escala de

$$10\text{V} = 10\text{V}, 20\text{k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega$$

$$100 \text{ V} = 100\text{V}, 20\text{k}\Omega = 2\text{M}\Omega$$

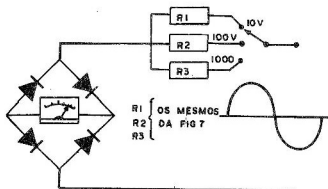
$$1000\text{V} = 1000, 20\text{k}\Omega = 20\text{M}\Omega$$

Como podemos notar, as escalas de tensão mais altas correspondem às impedâncias mais altas.

Quanto maior a impedância interna do voltímetro, mais precisa será a medida efetuada.

VOLTÍMETRO AC

O voltímetro para medir tensão alternada AC é muito semelhante com o voltímetro Vcc visto na fig 7. Os galvanômetros só medem tensão contínua quando temos que medir corrente alternada primeiramente retificamos a tensão para depois medi-la. Na fig. 8, temos um voltímetro para medir corrente alternada. O retificador em ponte, formado pelos 4 diodos, retifica a corrente alternada, transformando-a em corrente contínua. Esta deflexiona a agulha do medidor que está ligado no braço central da ponte só em uma direção. O instrumento indica valor RMS, em paralelo com o medidor e colocado um pequeno capacitor, com a função de filtrar a tensão pulsada transformando-a em contínua quase pura. Por essa razão a escala de corrente alternada não coincide com a escala de corrente contínua, estando a primeira um pouco deslocada para a esquerda, como podemos ver na fig. 9. Os Amperímetros funcionam com o mesmo princípio. Se fosse colocado uma ponte retificadora no medidor da fig. 4, este também medirá corrente alternada, sem alterar as propriedades.



VOLTÍMETRO PARA MEDIR TENSÃO ALTERNADA COM ESCALA GRADUADA E VALOR RMS

figura 8

MULTÍMETRO OU MULTITESTE

Multímetros são aparelhos que reúnem todos os aparelhos vistos acima em um só, ou seja, é capaz de medir, corrente e tensão tanto alternada como contínua, e resistência ôhmica. Isto se consegue com uma chave seletora com multiplas funções, de maneira a selecionar a função desejada, como podemos ver na figs. 9 e 10.

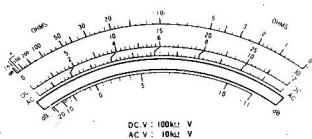


figura 9

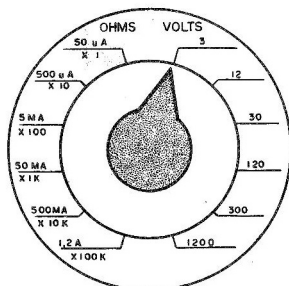


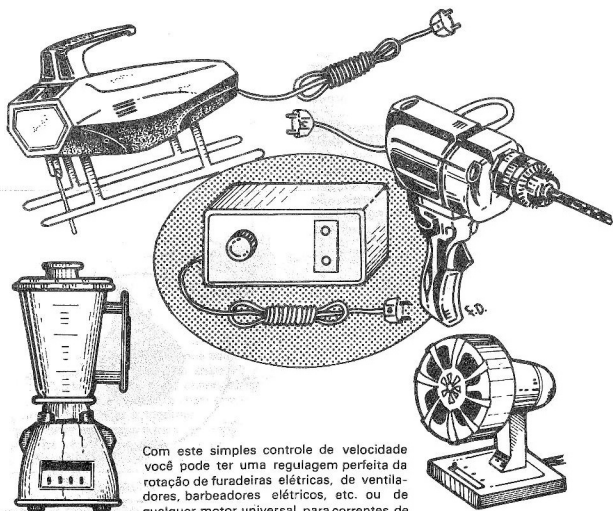
figura 10

NÚMEROS ATRASADOS no Rio de Janeiro (a partir do nº 46)

Fittipaldi Jornais e Revistas Ltda
Rua São José, 35 — Lojas 126, 127, 128
Centro

Rodoviária Guanabara Jornais e Revistas Ltda.
Avenida Francisco Bicalho, 1
Rodoviária Novo Rio.

contrôle de velocidade para motores elétricos



Com este simples controle de velocidade você pode ter uma regulação perfeita da rotação de furadeiras elétricas, de ventiladores, barbeadores elétricos, etc. ou de qualquer motor universal para correntes de menos de 4 A.

Os controles de velocidade para motores universais de corrente alternada podem ter muitas utilidades quer seja quando são conjugados a ferramentas como furadeiras, serras elétricas pequenas, ou ainda quando são conjugados a eletrodomésticos como ventiladores, baterias de bolos, liquidificadores, etc.

Neste artigo descrevemos um simples controle de velocidade de meia onda que pode ser construído com poucos componentes e que por seu reduzido tamanho pode em alguns casos ser instalados no próprio aparelho com o qual deverá funcionar.

Observamos que, como se trata de um controle de meia onda, sua faixa de controle da velocidade não é total, mas vai de 0 até um máximo que corresponde à metade da potência do dispositivo.

Com a utilização de um SCR para 4 A na rede de 110 V pode-se controlar cargas de até 440 W o que corresponde a uma potência máxima de 1/2 HP, ou então na rede de 220 V, cerca de 880 W o que corresponde a uma potência de até pouco mais de 1 HP.

Como se trata de montagem extremamente simples mesmo os leitores que não tenham experiência prévia em eletrônica

poderão "se atrever" sem problemas, a executar este projeto.

O CIRCUITO

A base deste circuito é um SCR que opera como interruptor controlado por tensão, de modo a permitir que frações dos semiciclos de alimentação sejam aplicadas à carga.

A fração do semiciclo aplicada à carga é determinada pela posição do cursor do potenciômetro R2 que determina o instante de disparo em cada semiciclo da alimentação.

Com o cursor na posição inferior, ou seja, do lado de D1, o ponto de disparo ocorre somente no final de cada semiciclo da alimentação de modo que a potência aplicada ao motor é mínima (figura 1).

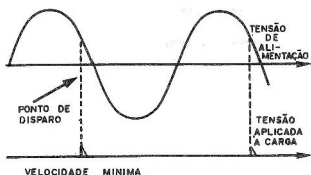


figura 1

Com o cursor na posição superior, o ponto de disparo do SCR é levado para o início do semiciclo de modo que a potência aplicada ao circuito de carga é máxima e conseqüentemente sua velocidade (figura 2).

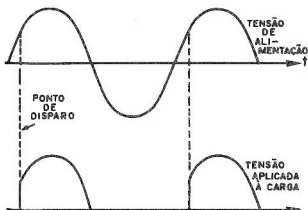


figura 2

Em suma, podemos dizer que a faixa de variação de velocidade da carga em função

das características do SCR pode ser alterada com a alteração do valor deste componente. Se na montagem final o leitor não conseguir a faixa de velocidade desejada, ou seja, se não conseguir variar de zero ao máximo poderá experimentar novos valores para R2. Os valores experimentados podem ir de 500 ohms à 4,7 K na rede de 110 V ou de 220 V. Eventualmente pequenas alterações no valor de R1 (50% a mais ou a menos), também podem servir para ajustar a faixa de variação de velocidade em função das características do SCR usado.

Como os controles de velocidade desse tipo geram sinais capazes de causar interferências em aparelhos de TV próximos, um filtro eventualmente deve ser intercalado entre a sua alimentação e a rede. Na figura 3 temos o diagrama desse filtro. Os capacitores são de 0,1 μ F x 600 V (papel ou óleo) e as bobinas constam de 20 a 30 espiras de fio esmaltado 18 ou 20 num bastão de ferrite de 1 cm de diâmetro por 3 ou 4 cm de comprimento.

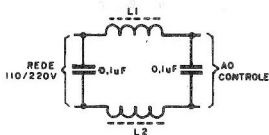


figura 3

Um fusível de 5 A pode ser acrescentado em série com a entrada como medida de proteção.

MONTAGEM

Na figura 4 temos o diagrama completo deste controle de velocidade e na figura 5 a nossa sugestão para montagem em ponte de terminais.

Observe que o SCR deve ser dotado de um dissipador de calor que é construído com um pedaço retangular de alumínio de aproximadamente 4 x 10 cm o qual é dobrado em forma de "U". Na instalação numa caixa deve-se tomar o máximo de cuidado para que o dissipador não encoste em nenhuma parte metálica o que poderia

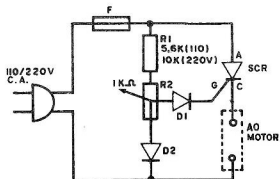


figura 4

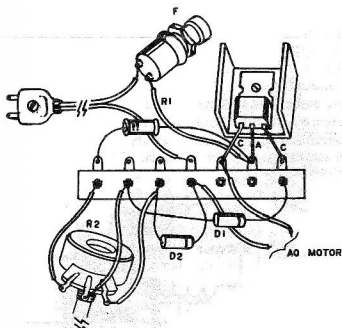


figura 5

causar curto-circuito acidental capaz de danificar o aparelho.

Observe durante a montagem, também, a posição de todos os componentes especificamente dos terminais do SCR, dos diodos, pois uma inversão acidental pode causar sua queima.

O potenciômetro de 1 K pode ser do tipo de fio para potências superiores a 2 W. Como o tipo mais comum no comércio é o potenciômetro de fio para 4 ou 5 W este pode ser usado sem problemas.

Na figura 6 damos a nossa sugestão para instalação do controle numa pequena caixa plástica a qual será dotada de uma tomada para a ligação do circuito de carga.

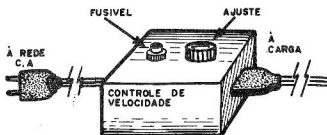


figura 6

LISTA DE MATERIAL

SCR — C106 ou qualquer SCR para 200 V (rede de 110 V); ou 400 V (rede de 220 V) com corrente de até 4A.

D1, D2 - diodos 1N4004 ou BY127

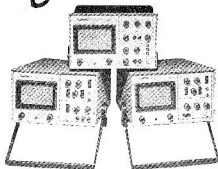
R1 - 5,6 K ohms x 2 W (rede de 110 V) - resistor

10 K ohms x 5 W (rede de 220 V) - resistor

R2 - potenciômetro de 1 Kohms x 2 W

Diversos: ponte de terminais, fusível, fios, caixa, dissipador para o SCR, tomada, etc.

OSCISLOSCÓPIOS DynaTech



A Linha de osciloscópios DYNATECH série B5 engloba as vantagens do sincronismo automático, gatilhado com base de tempo, calibrado ou não, conforme o modelo, bem como quanto a do amplificador vertical que tem faixa de resposta de CC a 7 MHz.

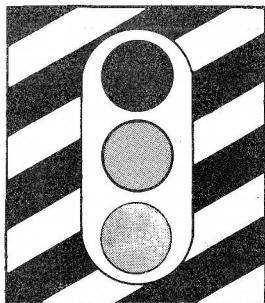
Essas características os tornam excelentes instrumentos para serviços em TV a cores e preto e branco. A saída de 1 VPP, onda quadrada, 1 KHz, permite utilizações variadas tais como injeção de sinais, teste de circuito, etc. Solicite-nos catálogos detalhados destes e outros instrumentos como testes, fontes, geradores, etc.

Fabricado por:

BLUCIL Indústria e Comércio Ltda.

Alameda Barão de Piracicaba, 793/799.

Fone: 222-6122 - São Paulo - SP



SEMÁFORO

Digital

Joaquim Braz Pinto

Este é um circuito simples mas de efeito bastante realístico podendo ser usado para fins decorativos - efeitos para clubes e conjuntos, autoramas, cidades mecanizadas ou mesmo como brinquedo.

Atualmente com a onda da discoteca muitas coisas novas apareceram para se produzir efeitos como as luzes estroboscópicas, luz rítmicas, luz sequenciais etc. Estamos aqui lançando uma nova onda, semáforo, para produzir efeitos em festas, conjuntos e até mesmo como decoração, pois é muito usado atualmente motivos de trânsitos como as placas de sinalização, portanto nada mais decorativo e original que usarmos um semáforo com os efeitos reais, pois este circuito que estamos apresentando funciona exatamente como os de trânsito. Estamos fornecendo duas versões uma para os principiantes com esquema, circuito impresso e disposição dos componentes, e outra só com esquema para aqueles que já tenham algum conhecimento para poderem fazer as adaptações para o semáforo funcionar corretamente como os de trânsito onde o sinal vermelho fica aceso mais ou menos uns 15 segundos sendo que quando faltarem 5 segundos também acenderá o sinal amarelo ficando também aceso uns 15 segundos e quando faltar 5 segundos para o amarelo apagar acenderá o sinal verde e assim por diante, dando um aspecto real ao projeto.

Os exemplos dados acima servem para ilustrar as possibilidades deste circuito que poderá ter outras finalidades que a imaginação do leitor poderá criar, mas passaremos agora ao funcionamento do circuito.

FUNCIONAMENTO

Basicamente o circuito é composto de quatro partes sendo fonte de alimentação, oscilador, divisor e decodificador.

A fonte de alimentação é composta de quatro pilhas grandes, pois no protótipo foi usado quatro pilhas pequenas que duraram 4,30 Hs, medimos a amperagem do circuito com um semáforo usando led e constatamos mais ou menos um consumo de 200 mA, portanto um consumo um pouco alto para montagens que devam ficar muito tempo em funcionamento.

Recomendamos a montagem com pilhas só para brinquedo no caso de usar para decorações ou para efeitos em festas deverá ser montada a fonte de alimentação estabilizada como mostra a figura 1.

Conforme vemos no esquema figura 2 o oscilador é composto de duas portas nand, dois resistores R1 e R2, um potenciômetro P1 pelo qual podemos variar a frequência dando mais ou menos velocidade de mudança de sinais, e ainda temos no oscilador dois capacitores C1 e C2 este último um eletrolítico de 2.500 μ F 16 V podendo ser usados de voltagens maior ou menor desde que seja maior que 5V também no

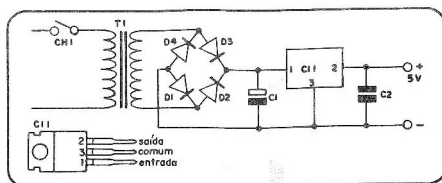


Figura 1 - Fonte de alimentação estabilizada de 5V

Relação dos componentes

D1, D2, D3, D4 diodo retificador BY
127 ou equivalentes
C1 - 470 μ F/16 V Eletrolítico
C2 - 100.000 pF poliéster

CI - 1 - 7805
T1 - Transformador 110v/9v 500 mA
CH1 - Chave liga/desliga

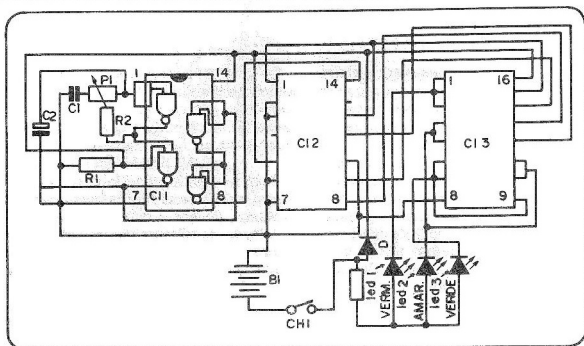


Figura 2 - Esquema do semáforo

Relação dos componentes

R1 - 220 Ω
R2 - 100 Ω
R3 - 100 Ω
P1 - Potenciômetro 470 Ω
C1 - 4.700 pF
C2 - 2.500 μ F/16 V eletrolítico
CI 1 - 7.400
CI 2 - 7.490
CI 3 - 7.442

D1 - Diodo BY 127
Led - 1 - FLV 110 Diodo emissor de luz
Vermelha
Led 2 - FLA 10 Diodo emissor de luz
amarela
Led 3 - FLV 11 Diodo emissor de luz
verde
CH1 - Chave liga/desliga
B1 - 4 Pilhas grande

caso de o leitor querer uma mudança mais lenta que a atual poderão trocar este capa-

citador por um de maior valor por exemplo 3.000 uF, com o capacitor indicado a

mudança dos sinais giram em torno de uns 25 segundos para o sinal vermelho e verde e uns 10 segundos para o sinal amarelo, conforme já foi dito usamos duas portas NE (nand) para produzir a oscilação e como o integrado 7400 possui quatro portas ligamos as duas portas restantes como inversor, para os que estão entrando

em contacto com o circuito integrado fornecemos na figura 3 o símbolo da porta nand e sua tabela verdade e também a posição correta de como deve ser efetuada a contagem dos pinos.

O circuito integrado 2 é o 7490 que é um divisor por 10 como o leitor pode observar na figura 4 temos o diagrama de

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

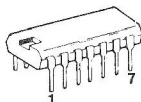
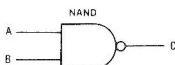


Figura 3 - Tabela verdade, símbolo da porta nand e pinagem do CI 7400

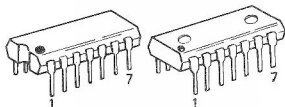
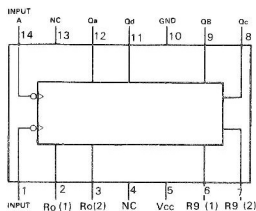


Diagrama de Conexão e da Lógica do 7490

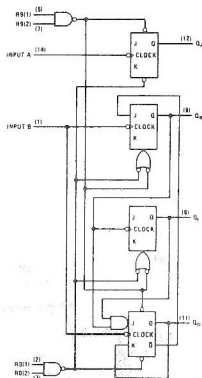


Figura 4- Diagrama de Conexão e da Lógica e pinagem do CI 7490

conexão e da lógica, este integrado pode ser usado para efetuar contagens em binário para isso devemos ligar os pinos 11 (Qd) com o pino 14 (input A), mas como

para nós interessa a contagem BCD decimal a ligação deve ser feita como está no esquema figura 2 onde ligamos o pino 12 (Qa) com o pino 1 (input B), e ligamos a

saída do oscilador no pino 14 (input A) as saídas Qa, Qb, Qc, Qd vão fornecer a tabela verdade conforme figura 5, estas saídas

são ligadas nas entradas A, B, C, D, do integrado 7442 e como vemos no diagrama temos os pinos 13 e 4 (NC) que não

9490										7442									
PINOS										PINOS									
14	11	8	9	12	12	13	14	15		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 5 - Tabela verdade do circuito Integrado 7490 e 7442

estão conectados e os pinos 2 e 3 (RO 1 e RO 2) e pinos 6 e 7 (R9 1 e R9 2) são as entradas "Reset" podendo ser muito úteis em circuitos complexos. As entradas "Reset 0" fazem com que a contagem fique parada em zero, quando estiver com nível alto e estando com nível baixo a contagem continua normalmente. O mesmo aconte-

ce com (Reset 9) com a diferença de que a contagem é paralizada no número 9, para o nosso circuito estes pinos deverão estar ligados ao terra (massa) que logicamente vai trabalhar com nível baixo.

Passamos agora ao circuito integrado 3 (7442) que é um decodificador BCD decimal, na figura 6 temos o diagrama de

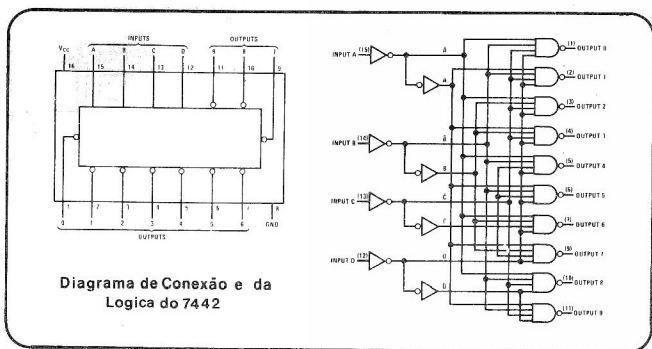


Figura 6 - Diagrama de Conexão e da lógica do CI 7442

conexão e da lógica, onde as entradas A, B, C, D recebem os pulsos de saída do circuito integrado 2 e decodifica como podemos ver na sua tabela verdade figura 5, para se tornar possível as saídas de 0 a 9, dando a seqüência para podermos ligar

nas saídas 0, 1, 2 (pinos 1, 2, 3) para o sinal vermelho e ligarmos as saídas 3, 4, 8, 9 (pinos 4, 5, 10 e 11) para o sinal amarelo e as saídas 5, 6, 7 (pinos 6, 7 e 9) para o sinal verde como podemos ver com estas ligações o semáforo irá acender numa

seqüência, vermelho mais ou menos uns 15 segundos, amarelo mais ou menos uns 10 segundos e o verde também mais ou menos uns 15 segundos.

Estamos também fornecendo na figura 7 o desenho do circuito impresso e bem como o lado dos componentes na figura 8. Fornecemos também na figura 9 a placa

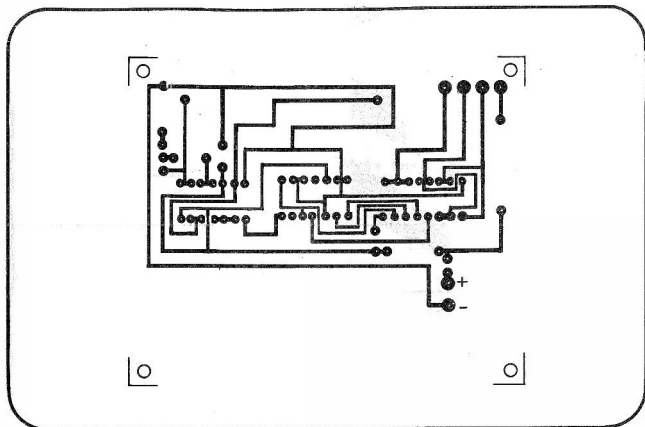


Figura 7 - Sugestão para a confecção da placa de circuito impresso

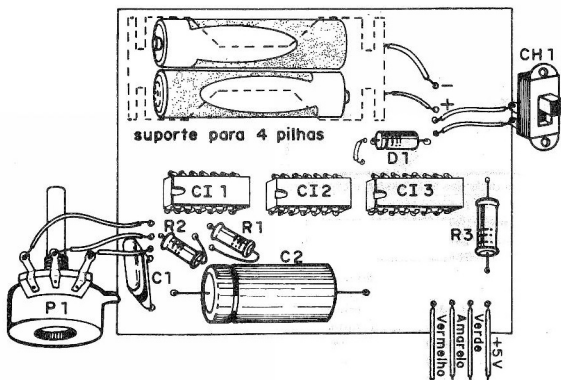


Figura 8 - Lado dos componentes

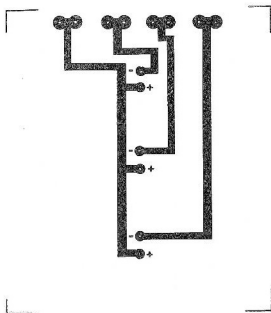
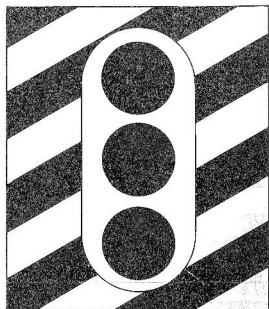


Figura 9 - Placa de circuito impresso do semáforo

do circuito impresso do semáforo propriamente dito onde utilizamos a própria placa de fenolite para serem soldados os leds 1, 2, e 3, sendo que devemos observar para as posições dos mesmo, devendo o led vermelho ficar em cima o led amarelo no

meio e o verde em baixo, devemos também atentar para a polaridade desses componentes e bem como do capacitor C2 e do diodo D1 mostrados na figura 10, e voltando a placa do Semáforo sugerimos que no verso desta placa seja colado o

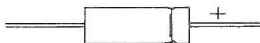
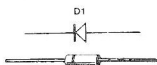
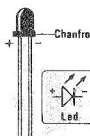


Figura 10 - Polaridade dos leds, diodos e capacitores eletrolíticos

desenho que pode ser feito em papel e colado no verso da placa dando assim um aspecto agradável ao semáforo.

MONTAGEM

A montagem deve ser iniciada pela soldagem dos resistores em seus lugares, diodo, capacitores, potenciômetro, circuitos integrados e finalmente os leds, devendo sempre estar atento para as polaridades e também deve-se tomar cuidado com

o calor excessivo do soldador que poderá danificar os componentes principalmente os integrados portanto recomendamos o uso de um soldador de 30W no máximo e solda de boa qualidade, um alicate de corte e de bico uma chave de fenda e verificar os terminais dos componentes se estão oxidados passando uma lixa fina ou bombril para que a solda pegue com facilidade.

Estamos fornecendo na figura 11 um

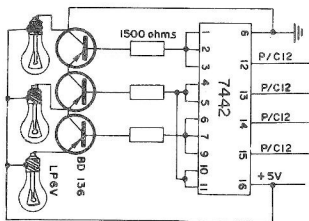


Figura 11 - Esquema de ligação com lâmpada de 6 V

Relação dos Componentes
Resistores de 1.500 Ω
Transistores BD 136 PNP ou equivalente
LP - Lâmpada de 6V

sistema de ligação que permite usar lâmpadas de 6 V, onde usamos um transistor BD 136 tipo pnp que estava disponível, mas o leitor poderá experimentar outros do tipo pnp pois como vemos sua utilização não é crítica, porém recomendamos estas adaptações só a quem tiver um pouco de conhecimento de eletrônica.

Na figura 12 estamos fornecendo uma adaptação como foi dito no início do artigo, para aqueles que gostam de perfeição, utilizando as saídas do decodificador 7442 tornamos a decodificar utilizando dois circuitos integrados 7409 para poder dar o efeito real de semáforo, quando o sinal vermelho estiver faltando uns 5 segundos para apagar o sinal amarelo se acende e quando o sinal amarelo estiver faltando

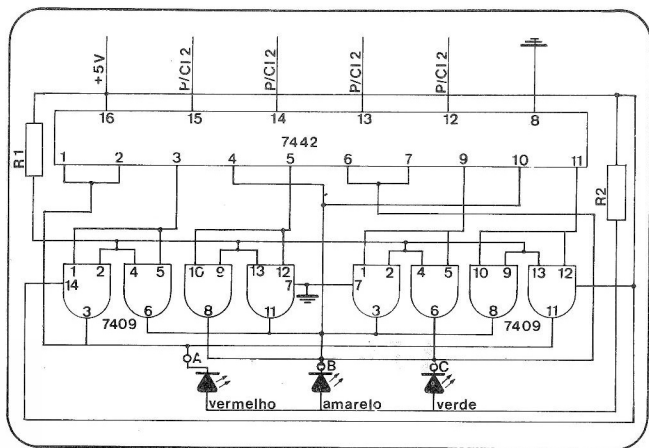


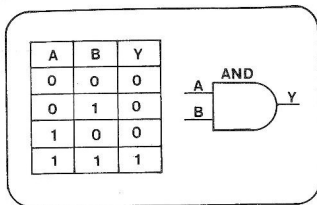
Figura 12 - Esquema de adaptação com as portas And

Relação dos componentes

R1 - 1.000 Ω R2 - 100 Ω CI 1 e 2 - 7409

uns 5 segundos para apagar o sinal verde se acender e assim por diante. O circuito integrado 7409 é composto de quatro portas and de coletor aberto, como pode ver

o leitor na figura 13 temos o símbolo da porta and e sua tabela verdade. Como podemos observar o tipo de ligação feita na saída no decodificador figura 12 onde



Difura 13 - Símbolo da porta And e sua Tabela Verdade

ligamos uma entrada de todas as portas and ao mais (5V) por intermédio do resistor R1 e as outras entradas na saída do decodificador 7442 quando o sinal do decodificador for alto a saída será alta e quando a saída do decodificador for baixa o sinal de saída da porta and será baixa e logicamente fazendo com que se acenda o semáforo na sequência já descrita.

Na figura 14 temos o esquema de ligação para que seja possível ligar o semáforo na rede de 110V permitindo assim usar com este SCR lâmpadas de até 100W como vemos na figura 12, entre as ligações dos leds e dos integrados existem os pontos de conexão A, B, C que deverão ser

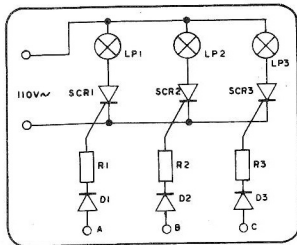


Figura 14 - Esquema de ligação com Lâmpadas de até 100W

Relação dos componentes

D1, D2, D3, - Diodo BY 127

R1, R2, R3 - 9.4MΩ

TR1, TR2, TR3 - SCR Tic 106;
MCR106 ou C106.

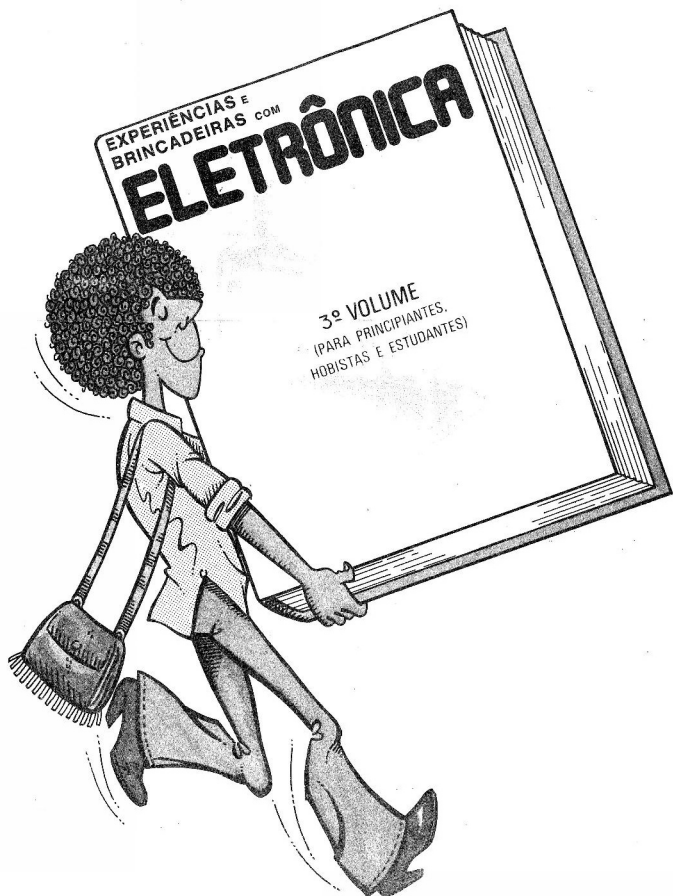
ligados aos diodos juntamente com os resistores para se tornar possível o disparo do SCR nos momentos exatos. Recomendamos no caso de usar lâmpadas de 100W colocar os SCR's em dissipadores.

Aí está o semáforo, portanto, o que você esta esperando? Mãos a obra amigão pois o circuito é tão versátil quanto sua imaginação.

ATENÇÃO

Os pedidos de KITS e REVISTAS serão atendidos pelo sistema de REEMBOLSO POSTAL, no qual o pagamento será efetuado ao receber a encomenda na agência do correio de sua localidade.

NÃO mande Dinheiro, Cheque, Ordem de Pagamento ou Vale Postal.



RESERVE JÁ EM SEU JORNALEIRO



Até a utilização dos circuitos integrados digitais, com exceção dos circuitos que operam em onda portadora pura, todos os sistemas de rádio controle tinham por base

uma modulação a qual transportada pela portadora de alta-frequência permitia a realização de todas as funções desejadas. (figura 1).

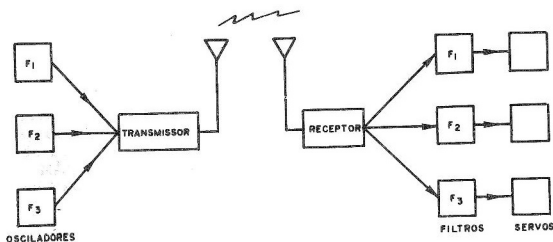


figura 1

Com a utilização do circuito integrado digital foi possível a introdução de um novo tipo de modulação formada por impulsos codificados.

Essa modulação pode ser da duração do pulso, do número de pulsos ou ainda de sua separação, conforme veremos.

CIRCUITOS ANALÓGICOS DE SERVOS

Nos sistemas convencionais de servos, temos um motor de corrente contínua que, dotado de engrenagens redutoras permitem a atuação sobre o mecanismo do modelo levando a uma posição ou outra conforme a corrente aplicada no motor o obrigue a girar num sentido ou em outro.

Normalmente, a posição do motor num comando se equilibra por meio de um circuito comparador, conforme mostra a figura 2. Neste circuito comparador temos de um lado o sinal transmitido pelo equipamento externo, e do outro um sinal de referência que por sua vez depende da posição do controle.

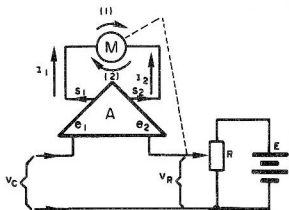


figura 2

No circuito da figura 2, por exemplo, a tensão V_C que aparece na saída do receptor é aplicada ao amplificador comparador, enquanto que a outra entrada do mesmo amplificador recebe do potenciômetro divisor de tensão conjugado ao eixo do comando uma parte da tensão de referência E.

Podem ocorrer então três possibilidades para o circuito:

a) Se as tensões das duas entradas forem iguais $V_C = V_R$, nenhuma corrente circulará pelo circuito de saída S1 e S2 e o

motor do servo permanecerá imóvel. O controle permanecerá então na posição em que ele se encontra. (figura 3).

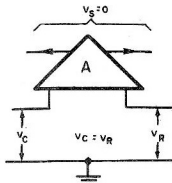


figura 3

b) Se a tensão V_C for maior que a tensão de comparação V_R , a saída do amplificador será tal que a corrente circulará no sentido da saída S1 para a Saída S2, e o motor girará alterando a posição do controle ao mesmo tempo que, conjugado ao seu eixo, o potenciômetro irá gradativamente levando a tensão de referência ao valor da tensão de entrada V_C . Quando a tensão de referência V_R se iguala a tensão V_C cessa a circulação da corrente pelo motor e ele para nesta nova posição.

c) Se a tensão V_C for inferior à tensão de comparação V_R , a saída do amplificador será tal que a corrente circulará no sentido da saída S2 para a saída S1 e o motor girará então em sentido contrário ao caso anterior. Novamente, devido a sua ação sobre o potenciômetro seu movimento só ocorrerá até o instante em que as duas tensões se igualarem. (figura 4).

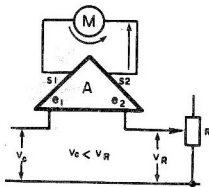


figura 4

Conforme o leitor pode perceber, a posição de repouso do motor depende do valor da tensão de saída do receptor o qual por

sua vez é determinada no transmissor. Esta técnica de radio controle proporcional apresenta dois inconvenientes:

- O amplificador comparador operando em regime contínuo é bastante sensível as condições ambientes, principalmente à temperatura.

- Não se pode transmitir simultaneamente mais de duas informações neste tipo de sistema.

OS CIRCUITOS DIGITAIS DE SERVO

Na figura 5 temos um diagrama que nos permite entender como funciona um circuito digital de acionamento de servo.

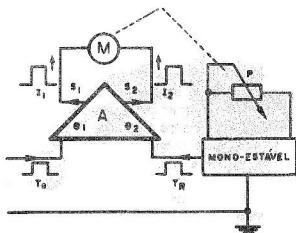


figura 5

Neste circuito, o amplificador opera com pulsos de amplitude constante mas de duração variável. Na entrada Tc são aplicados pulsos cuja duração é determinada pelo transmissor, e na entrada Tr são aplicados pulsos cuja duração é determinada por multivibrador o qual é conectado ao motor do servo mecanismo. A duração do período do mono estável é portanto proporcional à resistência do potenciômetro P, o qual possui seu cursor acoplado ao servo.

Também neste caso temos três possibilidades:

- As durações dos pulsos Tc e Tr são iguais. O instante em que esses dois pulsos são aplicados ao amplificador é o mesmo pois o mono estável é sincronizado ao receptor, o que quer dizer que em nenhum instante temos o aparecimento em apenas uma das entradas de pulsos já que eles também terminam ao mesmo tempo. O resultado é que não há tensão de saída e o

motor do servo permanece na posição em que se encontra. (figura 6).

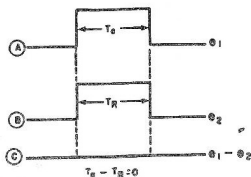


figura 6

- A duração do pulso Tc é maior que a do pulso Tr. Como os dois pulsos começam no mesmo instante, quando Tr terminar, teremos tensão em apenas uma entrada do circuito do amplificador comparador. O resultado será uma saída cuja corrente circulará durante a diferença de tempo dos dois pulsos em determinado sentido pelo motor. Como os pulsos do transmissor se repetem, o motor, operando com corrente pulsante vai se movimentando no sentido de também girar o potenciômetro até que se obtenha uma posição em que Tc seja igual à Tr.

Nestas condições o servo para numa posição de equilíbrio (figura 7).

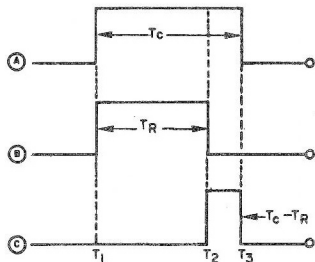


figura 7

- Se a duração de Tc é inferior à duração de Tr, como os dois pulsos começam ao mesmo tempo, Tc termina antes de Tr de modo que, por uma fração de segundo permanece na entrada do amplificador comparador apenas o sinal Tr o que causa

agora, pelo mesmo intervalo, o aparecimento de uma corrente de saída sobre o servo, porém sem sentido contrário ao da situação anterior. Como os pulsos do emissor normalmente se repetem, por meio de pulsos de correntes o servo é levado até sua posição de equilíbrio que corresponde ao ponto em que por meio da ação do potenciômetro se obtém a mesma duração para T_c e T_r .

Uma das maiores vantagens que este sistema apresenta é que o circuito de acionamento não permanece constantemente fornecendo tensão ao amplificador, o que significa que se evita a deriva que normalmente ocorre nos sistemas sensíveis à temperatura, enquanto que uma outra vantagem reside no fato de se poder transmitir diversas informações ao receptor ao mesmo tempo.

SISTEMAS DIGITAIS DE DIVERSOS CANAIS

Com um único sinal portador, não é possível enviar ao receptor diversos pulsos T_c simultaneamente, o que permitiria o controle de diversos servos no modelo controlado à distância.

Uma solução consiste em se enviar os impulsos em forma de "trens" cada um correspondente a uma informação, de modo que os servos tenham um funcionamento quase contínuo, em vista de sua inércia. É claro que tais trens de impulsos devem ter uma duração tão pequena quanto exija a inércia dos motores dos servos. (figura 8).

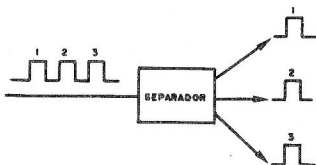


figura 8

Um dos problemas que aparecem com esta técnica é a necessidade de se separar os diversos trens de impulsos destinando-os aos servos correspondentes.

Na figura 9 temos um diagrama que nos permite entender como este problema

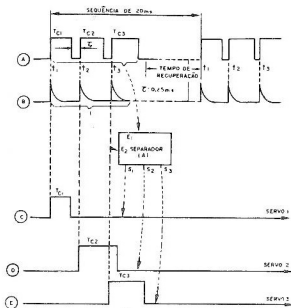


figura 9

é superado. Na linha A temos o sinal que após ser detectado e amplificado é disponível na saída de baixa frequência do receptor. Esse sinal corresponde à modulação do transmissor.

O sinal da linha A é formado por uma sucessão de sequências as quais começam nos instantes marcados por T_1 , T_2 e T_3 . Assim, no exemplo dado o circuito tem 3 servos, os quais devem ser acionados pelo impulsos T_{c1} , T_{c2} e T_{c3} .

A duração média de cada impulso corresponde à posição neutra do servo, sendo aqui da ordem de 1 ms. As durações dos pulsos para os extremos das posições dos servos são de 0,5 e 1,5 ms. Os intervalos entre os impulsos normalmente são fixados em torno de 0,25 ms.

O circuito (A) recebe na sua entrada simultaneamente os sinais das linhas A e B trabalhando esses sinais de modo que:

- O pulso de sincronismo da linha B abre a porta S_1 de modo que o pulso de controle T_{c1} passe à linha C, sendo então aplicado ao servo S_1 . Este servo tomará este sinal e procederá do mesmo modo segundo explicamos para o caso de um único servo.

- O pulso T_e sincronismo em t_2 abre a linha D sendo então aplicado ao segundo servo.

- O pulso t_3 da linha B abre a saída S_3 do circuito o qual permite que o pulso T_{c2} seja aplicado ao terceiro servo.

Para que o sistema funcione convenientemente, é necessário que o circuito (A) que faz a distribuição de sinais entre os

servos possa reconhecer o primeiro pulso de cada sequência. Para esta finalidade um dos métodos usados consiste em se deixar no final de cada sequência de pulsos em tempo de recuperação suficientemente longo para que possa haver uma diferenciação dos intervalos entre os pulsos do trem.

Para o caso de uma separação de 0,25 ms para os pulsos esse tempo de recuperação pode ser da ordem de 1 ms.

Nessas condições, a duração máxima de T_c reservada a cada via pode ser no exemplo dado de 1,75ms, o que permite que nos 19 ms livre da sequência sejam colocados 11 canais de controle.

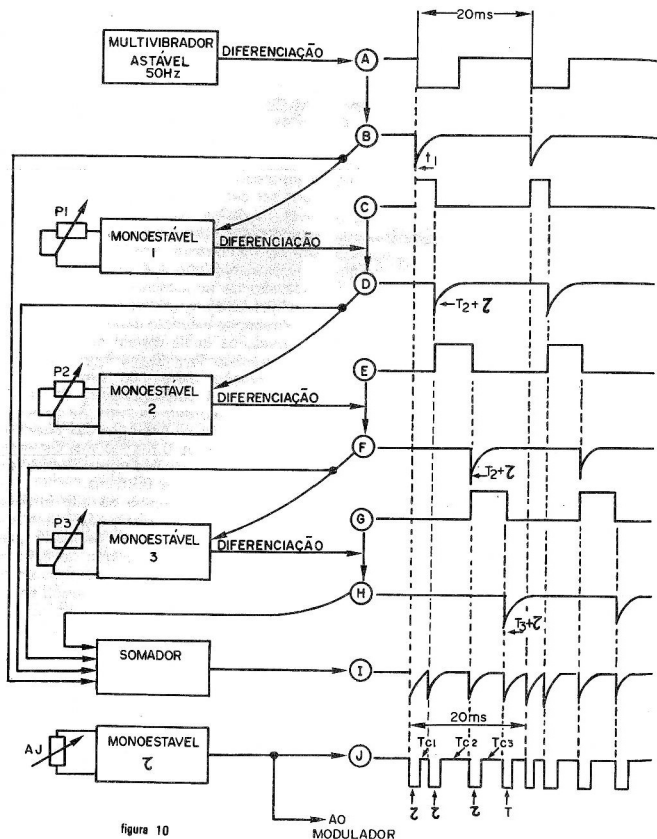


figura 10

CODIFICAÇÃO DA EMISSÃO

Na figura 10 temos uma representação do princípio de funcionamento do emissor que nos permite entender como é feito a codificação dos sinais para os diferentes canais.

O sinal representado na primeira linha da figura 7, conforme explicamos é a portadora irradiada pelo transmissor. Devemos então ver como este sinal é obtido no transmissor.

Se bem que os primeiros circuitos emissores apelavam para as técnicas dos transistores, com a disponibilidade de circuitos integrados para funções equivalentes estes passaram a ser usados.

Como no caso anterior, tomamos como exemplo um sistema de 3 canais.

Temos inicialmente um multivibrador astável fortemente assimétrico operando numa frequência de 50 Hz que serve de relógio, produzindo o sinal de sincronismo (linha A). Este circuito gera curtos pulsos negativos acompanhados por longos intervalos positivos.

Uma diferenciação é produzida nesses pulsos permitindo obter-se a forma de onda da figura 10, linha B. Esses pulsos determinam os instantes t_1 de separação de cada sequência.

Temos então um primeiro monoestável 1, que tem um período determinado pelo

potenciômetro P1, o qual é regulado pelo operador. Este circuito logo que recebe o pulso da linha B, produz um pulso retardado de $t_{c1} + t$ na linha C.

Depois de uma série de diferenciações em cascata, produzidas pelos disparos dos multivibradores 2 e 3, obtêm-se quatro séries de pulsos de curta duração, representados na figura pelas linhas B, D, F e H.

Estes pulsos são então levados a entrada de um circuito somador que então produzirá o sinal da linha I.

Os pulsos obtidos na saída deste circuito somador são então usados para disparar um último monoestável cujo período é ajustável pela resistência variável AJ o qual deve ser regulado para a duração de exatamente 0,25 ms., separando então dois impulsos sucessivos na linha A da figura 9.

Obtém-se portanto o trem de pulsos o qual modulará o sinal de alta frequência do transmissor, segundo mostra a figura 9.

Com relação aos projetos práticos que podem ser feitos segundo esta técnica, inicialmente não forneceremos aos nossos leitores, dada sua complexidade e a necessidade de se conhecer bem as técnicas de trabalho com circuitos integrados digitais.

Como entretanto, nossa seção é progressiva, acreditamos que em breve os leitores que a acompanham estarão aptos a realizar montagens deste tipo que pretendemos descrever.

NÚMEROS ATRASADOS PELO REEMBOLSO POSTAL:

(A PARTIR DO Nº 46)

À REVISTA SABER ELETRÔNICA

CAIXA POSTAL Nº 50450-S. PAULO- SP

UM SIMPLES RADINHO



Com este radinho extremamente simples de apenas três transistores você pode ter uma perfeita escuta das estações de ondas médias locais, sem a necessidade de antenas externas. A simplicidade e a utilidade desta montagem tornam-na ideal para os estudantes e principalmente da eletrônica.

Para se ter um radinho de boa sensibilidade não é preciso um número muito grande de componentes nem a utilização de técnicas sofisticadas. Principalmente no caso de se desejar apenas a escuta das estações locais em volume não muito elevado, três transistores são o mais do que suficiente, e neste artigo mostramos até que ponto isso é válido.

Descrevemos a montagem de um receptor simples de três transistores que pode ser alimentado por tensões de 6 ou 9 V (4 ou 6 pilhas pequenas) e que, instalado numa caixinha plástica, como sugere a figura 1, pode ser usado na sua mesa de trabalho, na sua bancada ou ainda como radinho de cabeceira.

Sua sensibilidade e seletividade permitem a captação com bom volume das estações locais utilizando como antena nada mais do que um pedaço de fio de 1,5 m estendido solto na sua parte de trás. O consumo muito pequeno de sua bateria, inferior a 8 mA permitem que as pilhas durem muito mais do que nos radinhos

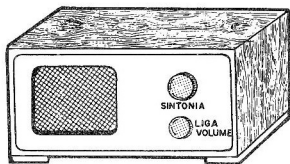


figura 1

comuns, e é claro, sempre existe a possibilidade de sua alimentação ser feita por uma fonte, que também sugerimos neste artigo, a qual poderá ser instalada na sua própria caixa.

Como trata-se de montagem bastante simples até mesmo os dotados de pouca experiência poderão se atrever a realizá-la bastando para isso que disponham das ferramentas básicas (um bom soldador, alicates de corte e ponta) e sigam com atenção nossas explicações.

COMO FUNCIONA

Para entender o princípio de funcionamento deste simples receptor vamos dividi-lo em diversas etapas, analisando a função de cada uma separadamente.

As estações de rádio de ondas médias emitem ondas eletromagnéticas de determinada frequência, ou seja, número de vibrações que transportam a informação correspondente ao som que queremos ouvir. Como em cada instante, em nosso ambiente podemos dizer que estão presentes em maior intensidade todas as ondas de todas as estações próximas e mesmo de algumas mais distantes, a nossa primeira preocupação consiste em elaborar um sistema capaz de captar todas essas ondas e depois por meio de um circuito apropriado, separar de todas elas apenas a que corresponde a estação que queremos ouvir.

Isso é feito por meio de uma antena e de um circuito sintonizado, conforme mostra a figura 2. As ondas de rádio que incidem na antena induzem nela uma corrente elétrica de frequência correspondente a qual é levada ao restante do circuito. Antes de chegar ao rádio nas suas etapas seguintes, a corrente induzida que é uma mistura dos sinais de todas as estações passa pelo circuito sintonizado formado por uma bobina e um capacitor variável. Pelo capacitor variável pode-se então ajustar o circuito para que as correntes de todas as estações, menos a da que queremos ouvir sejam desviadas para a terra (figura 3). Somente a corrente que traz o sinal da nossa estação é então levada para a etapa seguinte.

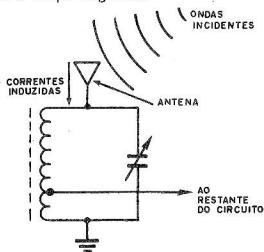


figura 2

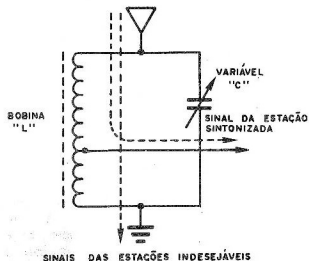


figura 3

A etapa seguinte tem por base um diodo detector, ou seja, um dispositivo que "retifica" o sinal ou a corrente de alta frequência da estação sintonizada de modo a se poder extrair o som ou seja, uma corrente de baixa frequência que queremos transformar em sinais audíveis. O diodo "detecta" portanto a corrente de alta frequência (figura 4).

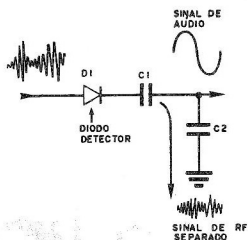


figura 4

A corrente de baixa frequência correspondente ao som que queremos ouvir da estação sintonizada obtida do diodo é muito fraca, mesmo no caso das estações mais fortes, o que significa que, antes de podermos aplicá-la a um alto-falante devemos amplificá-la.

A amplificação do sinal de baixa frequência obtido é feita por três etapas amplificadoras tendo por base três transistores. (figura 5)

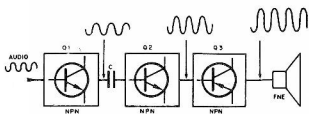


figura 5

O primeiro transistor tira o sinal diretamente do diodo por meio de um capacitor e após uma primeira amplificação, por meio de um outro capacitor aplica-o ao segundo transistor, em sua base. Este segundo transistor amplifica novamente o sinal e aplica-o ao último transistor diretamente. Isso pode ser feito deste modo porque o último transistor é complementar do segundo, ou seja, enquanto um é NPN o outro é PNP.

Da saída deste último é tirado o sinal amplificado que pode ser transformado em som por um alto-falante. Como a impedância de saída do transistor é muito maior que a do alto-falante, devemos usar entre eles um transformador. Trata-se de um transformador que é pelo mesmo motivo usado em quase todos os radinhos portá-

teis conhecidos. Na figura temos a aparência deste transformador que nesta montagem não é crítico. (figura 6). Praticamente qualquer transformador de saída do tipo usado em radinhos portáteis pode ser usado sem problemas neste circuito.

SECUNDÁRIO
8.Ω
(2 FIOS)

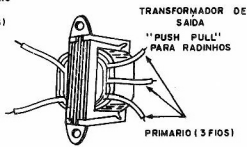


figura 6

MONTAGEM

Como se trata de montagem dirigida ao principiante, damos a versão em ponte de terminais que é a mais simples. Entretanto o leitor que tiver habilidade para tanto, poderá confeccionar uma placa de circuito impresso para este circuito e montar sua versão de modo muito mais compacto. (figura 7)

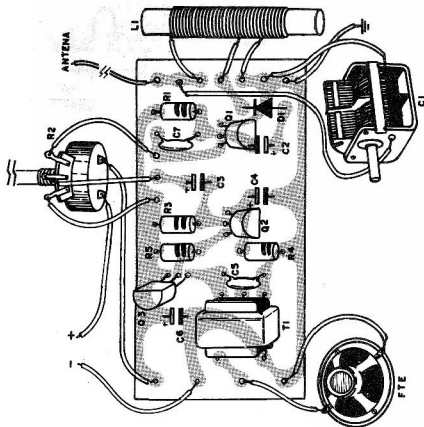
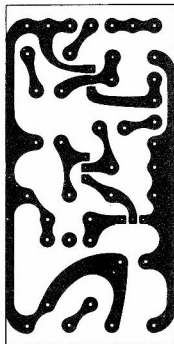


figura 7



É importante que nesta montagem todas as ligações entre componentes sigam ao máximo a disposição da figura sugerida, já que fios mais compridos

podem causar realimentações que afetam o funcionamento do aparelho.

O circuito completo é dado na figura 8 com a fonte de alimentação na figura 9.

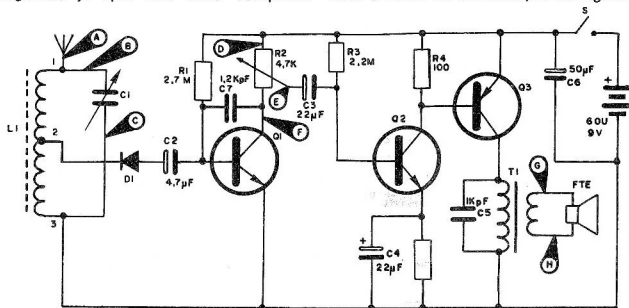


figura 8

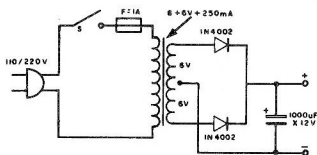


figura 9

Na figura 10 temos a disposição dos componentes na ponte de terminais. Para uma montagem bem feita deve-se optar pelas pontes de terminais miniatura que tem uma distância entre terminais da ordem de 0,8 cm.

A montagem do aparelho deve ser iniciada pelo enrolamento da bobina ou sua

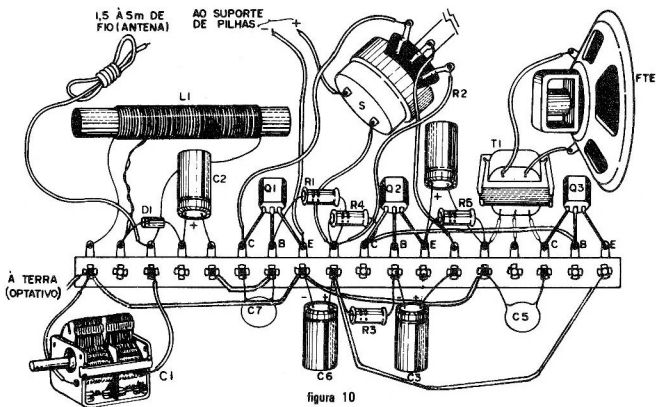


figura 10

escolha. No caso tem-se duas opções: a bobina pode ser enrolada com fio esmaltado 28 ou então pode ser adquirida pronta juntamente com seu núcleo de ferrite.

Para o caso da bobina ser adquirida pronta, pode ser escolhido um tipo cilíndrico ou chato de bobina de antena para ondas médias com núcleo de ferrite, cuja aparência é mostrada na figura 11, a qual normalmente é usada em rádios portáteis comuns. Este tipo de bobina pode ser encontrado com facilidade nas casas de componentes e reparação de rádios.

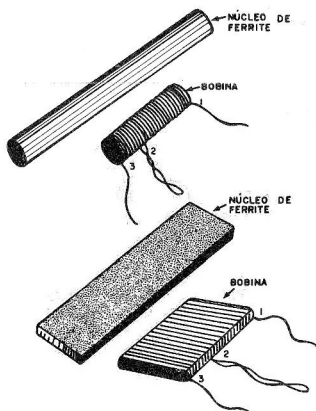


figura 11

Para o caso do leitor enrolar a bobina esta deve constar de 120 espiras de fio esmaltado 28 enroladas num bastão cilíndrico de ferrite de 10 ou 15 cm de comprimento e diâmetro de 0,8 a 1,2 cm. A tomada correspondente ao número 2 na figura é feita contando-se 20 ou 30 espiras a partir do terminal 3 da mesma.

O número de espiras escolhido até a tomada depende do número de estações de sua localizada, ou seja, da seletividade desejada. Quanto menos espiras forem deixadas entre os terminais 2 e 3, maior será a seletividade do radinho, ou seja, sua capacidade de separar estações próximas, mas ao mesmo tempo, menor será

sua sensibilidade, ou seja, capacidade de pegar estações fracas.

O variável deve ser do tipo usado na sintonia de estações de ondas médias, ou seja, com uma capacitância entre 165 e 310 pF aproximadamente. Explicamos que se forem usados capacitores de tipos de menor capacitância não haverá cobertura total da faixa de ondas médias e as estações do extremo inferior não poderão ser sintonizadas. O leitor se quiser poderá usar um variável do tipo grande de 365 ou 410 pF para rádios maiores, conforme mostra a figura 12. Estes variáveis devem ser de eixo fino, para a colocação do botão de sintonia, e no caso de ser apenas encontrado o tipo de duas seções, apenas uma deve ser ligada.

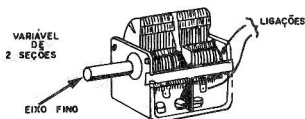


figura 12

Na montagem dos demais componentes observe cuidadosamente a posição dos transistores, a polaridade do diodo detector e dos capacitores eletrolíticos.

O alto-falante deve ter uma impedância de 8 ohms devendo ser escolhido um tipo de tamanho de acordo com as dimensões da caixa em que será instalado o radinho.

A fonte de alimentação, no caso de pilhas, consta de um conjunto de 4 ou 6 pilhas pequenas que são colocadas em suporte apropriado.

No caso de fonte a partir da rede, pode ser usado um potenciômetro com chave para o controle de volume o qual servirá para ligar e desligar a corrente da própria rede, conforme sugere a figura 13.

USO E AJUSTES

Completada a montagem, confira todas as ligações e antes de proceder a sua instalação em definitivo numa caixa, faça uma prova como se segue:

Ligue a fonte de alimentação e use como antena um pedaço de fio de 1,5 a 5 m de comprimento, conforme a

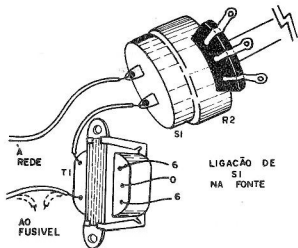


figura 13

intensidade das estações que deseja ouvir.

Gire o eixo do variável até ouvir o sinal da estação desejada. O controle de volume deve estar totalmente aberto.

Se houver dificuldade em se obter bom volume devido ao fato das estações locais serem fracas ou estarem um pouco distantes, será necessário providenciar uma ligação à terra. Essa ligação é feita a partir do extremo inferior da bobina (3) ao polo negativo da tomada (neutro) por meio de um capacitor de 100 pF, conforme mostra a figura 14.

ção à terra. Essa ligação é feita a partir do extremo inferior da bobina (3) ao polo negativo da tomada (neutro) por meio de um capacitor de 100 pF, conforme mostra a figura 14.

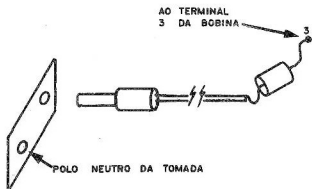


figura 14

Nas cidades como São Paulo e Rio, que possuem muitas estações de boa potência o leitor não terá dificuldades em ouvi-las todas. Nos casos de locais afastados, o número de estações ouvidas dependerá eventualmente da utilização de uma boa antena externa.

LISTA DE MATERIAL

- Q1, Q2 - BC237 ou BC547 - transistores NPN de silício
- Q3 - BC307 ou BC557 - transistor PNP de silício
- D1 - 1N34, 1N60 - diodo de germânio para uso geral
- R1 - 2,7 M ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, violeta, verde)
- R2 - 4,7 K ohms - potenciômetro com chave
- R3 - 2,2 M ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, verde)
- R4 - 100 ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, marrom)
- R5 - 330 ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, marrom)
- C1 - variável (ver texto)
- C2 - 4,7 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- C3 - 22 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- C4 - 22 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- C5 - 1KpF - capacitor de cerâmica ou poliéster
- C6 - 50 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- L1 - ver texto
- T1 - ver texto

Diversos: alto-falante, ponta de terminais, suporte de pilhas, ferrite para a bobina, porcas, fios, parafusos, etc.

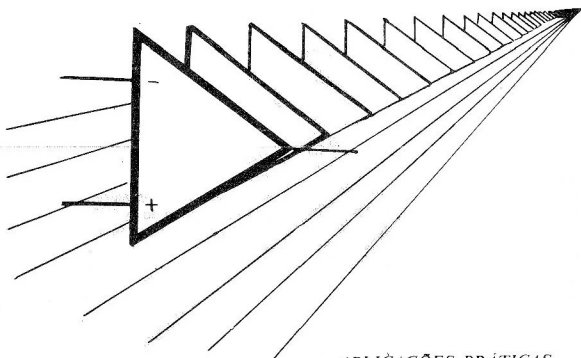
Observação: a tensão dos eletrolíticos de 12 V é um valor mínimo. Na verdade, mantendo o valor em μ F correto, a tensão pode ser de qualquer valor a partir de 12 V, ou seja 16, 25 etc.

LISTA DE MATERIAL (FONTE)

- T1 - transformador de 110/220 V de primário com 6 + 6 V de secundário com 250 mA ou mais.
- D1, D2 - diodos retificadores 1N4002 ou qualquer equivalente.
- C1 - 1.000 μ F x 12 V ou 16 V - capacitor eletrolítico
- F1 - Fusível de 1A com suporte

Diversos - cabo de alimentação, fios, solda, ponte de terminais, parafusos, etc.

AMPLIFICADORES OPERACIONAIS



APLICAÇÕES PRÁTICAS

A quantidade de tipos de amplificadores operacionais com que o experimentador e o projetista podem contar no comércio é realmente grande. Alguns são projetados para operar em frequências elevadas, outros apresentam uma estabilidade térmica excepcional, enquanto que outros, finalmente, são recomendados para uso geral. Neste artigo focalizamos algumas aplicações práticas para o circuito integrado 741, um dos mais populares, recomendado para uso geral.

O amplificador operacional 741 pertence à "terceira geração" de circuitos, sendo basicamente um desenvolvimento do 709.

Dentre suas características mais importantes citamos a proteção contra curto-circuitos na saída, compensação de frequência interna, e características tais que permitem sua aplicação em frequência interna, e características tais que permitem sua aplicação em frequências de até 1 MHz.

Muitos fabricantes possuem versões próprias do 741 às quais dão denominações que eventualmente o projetista deve conhecer. Se bem que em alguns desses casos a configuração real do circuito difira da original, as diferenças elétricas são bastante pequenas a ponto de se poder fazer a substituição direta de um por outro tipo, é claro observando-se sua pinagem.

Assim, como denominações para o 741 também podemos ter as seguintes: 741,

CA3056, 3741, L141, LH101, LM741, MC1539, MIC741, SN52741, TAA221, TBA221, TOA1741, etc.

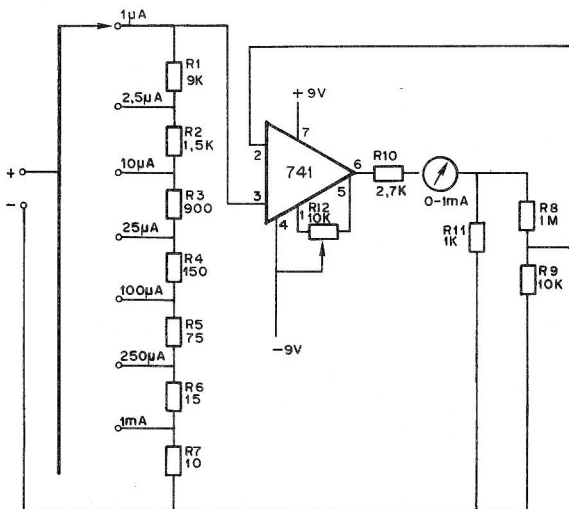
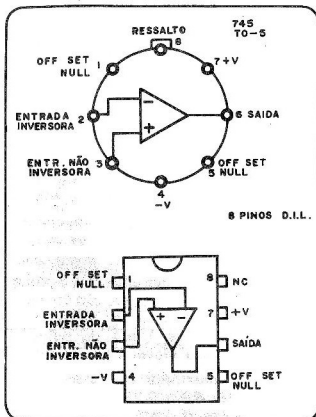
Na figura 1 temos a disposição dos terminais para este circuito integrado nas suas versões de invólucros metálico de 8 terminais e na versão de invólucro plástico "dual in line".

As principais características elétricas do 741 são as seguintes:

A_0 - ganho sem realimentação . . 100 dB
 Z_{in} - impedância de entrada 1M Ω
 Z_o - impedância de saída . . . 150 ohms
 V_s (max) - máxima tensão de alimentação ± 18 V
 V_i (max) - máxima tensão de entrada ± 13 V
 V_o (max) - máxima tensão de saída ± 14 V
 Frequência de transição 1 MHz

1. MICRO-AMPERÍMETRO DE PRECISÃO

Este primeiro circuito (figura 2) permite a medida precisa de correntes da faixa de



1 μA a 1 mA, utilizando como base um amplificador operacional 741 e um instrumento de 1 mA de fundo de escala.

Uma chave comutadora de 7 posições seleciona as faixas de medidas de correntes, colocando diversos shunts no circuito.

Neste circuito, o amplificador operacional apresenta um ganho de 100 x, operando como um amplificador de tensão, a tensão que aparece sobre a rede de entrada.

A precisão deste microamperímetro depende de diversos fatores entre os quais citamos os seguintes:

a) A precisão do instrumento é o primeiro fator de influência na precisão do microamperímetro, devendo ser utilizado um miliamperímetro de 1 mA de fundo de escala, de bobina móvel e boa qualidade.

b) O segundo fator é a precisão dos resistores R8; R9 e R11. Uma sugestão que visa facilitar o ajuste do aparelho, consiste em utilizar, em lugar de R11, um resistor fixo de 820 ohms e em série com ele, um trim-pot de 470 ohms.

2. OSCILADOR PARA 1 kHz

Em diversas aplicações práticas pode ser necessária a utilização de um oscilador para 1 kHz. O circuito da figura 3 é uma versão com o circuito integrado 741. A frequência das oscilações é determinada pelo

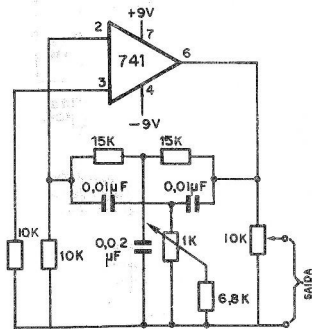


figura 3

“duplo T” na rede de realimentação negativa.

O potenciômetro colocado na saída deste circuito permite uma variação da tensão disponível entre 0 e 5 volts. Uma das características mais importantes deste circuito é que ele contém menos de 1% de distorção harmônica.

3. SINALIZADOR DE 3 TONS

Utilizando um circuito integrado 741 como base, temos um oscilador que pode produzir três ou mais tons diferentes a partir de diferentes botões de controle. Uma das aplicações possíveis para este dispositivo é como sinalizador para residências (campainha) em que se pode ter a diferenciação da origem do chamado pela diferença de tom (figura 4).

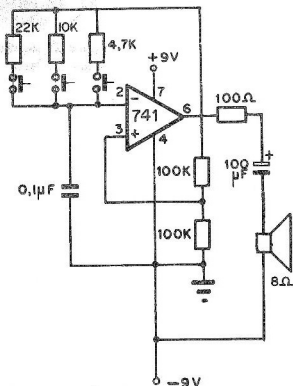


figura 4

Trata-se basicamente de um oscilador de relaxação com circuito integrado em que a constante de tempo é determinada pelos resistores R1, R2 e R3 e pelo capacitor C1.

Se bem que a potência fornecida pelo amplificador operacional não seja das maiores, pode haver a excitação de um pequeno alto-falante de 8 ohms, conforme

indicado, com o que um volume suficiente para ser ouvido nas proximidades pode ser obtido.

É claro que, uma etapa amplificadora com transistores permite a obtenção de um volume bem maior.

4) DETECTOR DE CABOS DE ALIMENTAÇÃO

Este circuito consiste basicamente num amplificador de audio tendo como base o amplificador operacional 741 que amplia o zumbido da corrente alternada circulante pelo cabo que se deseja detectar. O campo magnético criado em torno do cabo, o qual depende da intensidade da corrente que nele circula, induz na bobina captadora uma pequena corrente alternada que, uma vez amplificada, é aplicada a um fone onde o zumbido correspondente pode ser ouvido.

O diagrama do detector é dado na figura 5, sendo que a bobina captadora consiste em cerca de 2000 a 5000 espiras de fio esmaltado enroladas num núcleo de ferrite em forma de U ou mesmo num carretel simples.

Para a localização de cabo de comunicação, um sinal de 400 Hz ou 1 kHz pode

ser injetado para possibilitar sua localização com este detector. O consumo de corrente do circuito é da ordem de 5 a 10 mA, podendo este ser alimentado por uma única bateria de 9 V ou duas em série.

5) PRÉ-AMPLIFICADOR PARA CÁPSULAS MAGNÉTICAS

Na figura 6 temos o diagrama de um pré-amplificador para cápsulas fonográficas do tipo magnético. Este circuito já possui o circuito de equalização para este tipo de cápsula, e novamente sua base é um único amplificador operacional do tipo 741.

A tensão de alimentação entre 9 e 30 volts pode ser aproveitada do próprio amplificador com o qual ele tiver de operar.

Para a montagem recomenda-se a utilização de fios curtos e blindados onde houver a passagem dos sinais de audio, para se evitar a captação de zumbidos.

6) PRÉ-AMPLIFICADOR PARA GUITARRA

Este circuito utiliza um único circuito integrado 741, possuindo um controle de volume e um controle de tonalidade. Sua ligação pode ser feita em qualquer ampli-

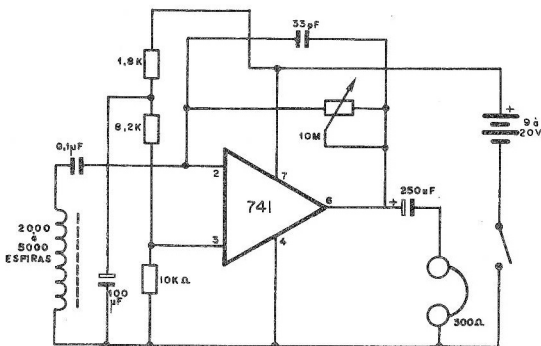


figura 5

gador convencional para guitarras sem problemas (figura 7). O interruptor S1 permite uma supressão de ruídos.

A alimentação do circuito é feita com

uma tensão entre 12 e 30 V, que pode inclusive ser aproveitada do próprio amplificador com o qual a unidade tiver de operar.

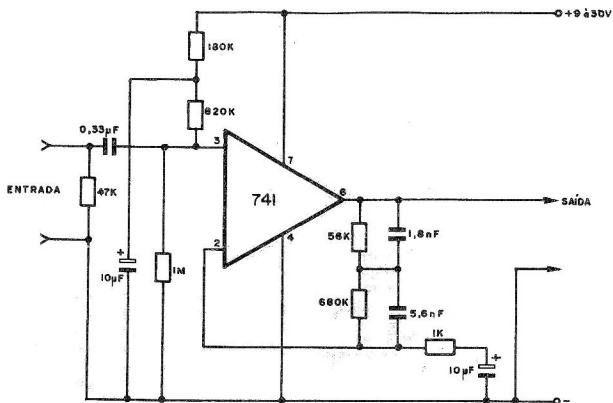


figura 6

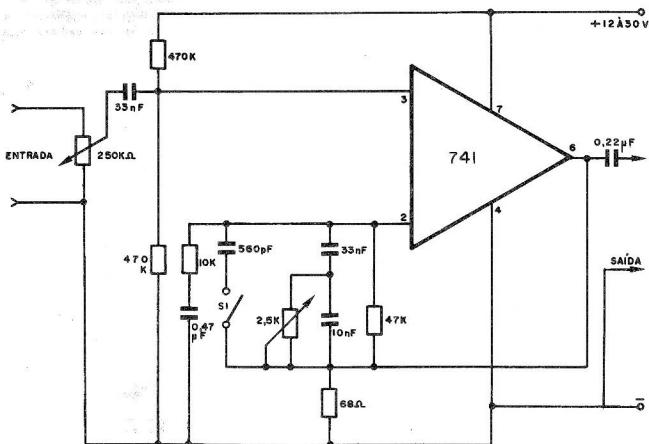


figura 7

CURSO DE ELETRÔNICA[©]

LIÇÃO 22

Na lição anterior demos início aos nossos estudos de um dos mais importantes ramos da eletricidade: o eletromagnetismo. Este ramo também tem uma importância enorme na eletrônica, onde diversos componentes e dispositivos utilizam para seu funcionamento seus princípios. Deste modo, para que possamos adquirir uma boa base teórica dos princípios de funcionamento de diversos dispositivos eletromagnéticos deveremos ocupar pelos menos mais algumas lições. Na lição deste número falaremos inicialmente da indução eletromagnética, o fenômeno oposto ao estudado na lição anterior que nos permite obter eletricidade a partir do magnetismo. Veremos como são feitos os dispositivos que usam este princípio e o que ele representa para a eletrônica.

60 - A Indução eletromagnética

Tão logo se constatou que uma corrente elétrica circulando por um fio condutor ou por uma bobina enrolada num pedaço de ferro podia produzir magnetismo possibilitando a construção de verdadeiros eletro-ímãs, muitos foram os cientistas do século passado que em vão tentaram produzir os efeitos inversos, isto é, gerar eletricidade a partir de ímãs. Para isso, enrolavam-se fios de diversas maneiras em bobinas cujos núcleos tinham as mais diversas configurações, mas nenhuma corrente podia ser detectada em seus extremos. A agulha do galvanômetro usado para detectar as correntes permanecia imóvel. Por que não era possível obter-se corrente elétrica enrolando-se um fio num ímã, se podemos obter magnetismo fazendo circular uma corrente por uma bobina enrolada num pedaço de ferro?

Tentando gerar eletricidade



figura 178

As experiências dirigidas desta maneira, pelo simples enrolar de fios sobre ímãs não deram resultados práticos simplesmente porque um fator importante sobre o eletromagnetismo foi esquecido: o aparecimento de um campo magnético em volta de um fio ou no interior de uma bobina é um fenômeno dinâmico. Em suma, o aparecimento de um campo magnético numa barra de metal no centro de uma bobina está ligado ao movimento dos elétrons que circulam pelo fio, o que nos leva a concluir que, para termos os efeitos inversos, isto é, corrente elétrica a partir de magnetismo de um ímã devemos ter um processo também dinâmico. Para entender então como podemos construir dispositivos que gerem eletricidade a partir de campos magnéticos, deveremos ver como ocorre o que chamamos de indução eletromagnética, ou seja, o processo dinâmico segundo o qual se pode induzir correntes num fio a partir do campo magnético seja ele produzido por um ímã ou por outra bobina.

Na figura 179 temos uma bobina e um ímã colocado no seu interior, da mesma maneira segundo a qual muitos cientistas do século passado tentaram produzir eletricidade a partir do magnetismo.

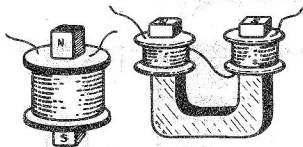


figura 179

Se a bobina e o ímã permanecerem imóveis, nada acontecerá e o galvanômetro ligado aos extremos da bobina para acusar a produção de uma corrente nada acusará. Se, entretanto, rapidamente retirarmos o ímã do interior da bobina, de modo que as linhas de força do seu campo magnético cortem as espiras da bobina, notaremos neste processo, o aparecimento de uma corrente pela bobina que imediatamente será acusada pelo galvanômetro por uma movimentação de sua agulha (figura 180). Em suma, por um breve instante em que retiramos o ímã do interior da bobina, num processo dinâmico portanto, teremos uma corrente.

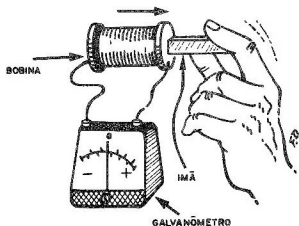


figura 180

Um fenômeno dinâmico

Indução eletromagnética

As linhas de força devem cortar as espiras

Uma vez que o ímã esteja longe da bobina, e que não mais seja movido, a corrente deixará de ser produzida, o galvanômetro voltará a sua posição inicial, não acusando corrente alguma. Fora da bobina, imóvel, como as linhas do campo magnético do ímã não cortam as espiras da bobina, não há a produção ou "indução" de corrente.

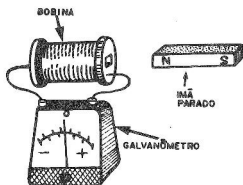


figura 181

Se agora, o ímã for movido rapidamente em direção ao núcleo da bobina, nele sendo introduzido, como suas linhas de campo voltam a cortar as espiras da bobina, uma nova corrente aparece no circuito sendo imediatamente acusada pelo galvanômetro. Entretanto, como esta corrente tem sentido contrário ao anterior, produzido quando o ímã é retirado, o movimento da agulha do galvanômetro se faz em outro sentido. Tão logo o ímã pare, no interior da bobina a corrente cessa e a agulha do galvanômetro volta a sua posição de repouso.

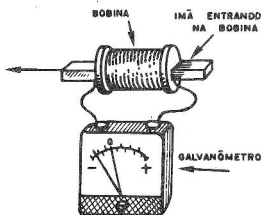


figura 182

Pelo que vimos, para haver indução de corrente na bobina é preciso que o ímã se movimente de modo que as linhas de força de seu campo magnético cortem as espiras dessa mesma bobina, e que o sentido segundo o qual essas linhas cortam as espiras, determina o sentido de circulação da corrente que será induzida. Esse fenômeno é dinâmico, pois envolve movimento, recebe o nome de indução eletromagnética.

É preciso observar que na nossa experiência movemos o ímã em relação à bobina, mas esta não é a única condição que nos permite obter corrente induzida num fio num campo magnético. A única condição que deve ser satisfeita para a indução de corrente é que haja uma variação do campo magnético em que está uma espira, ou fio condutor, e isso pode ser feito de diversas maneiras.

O sentido da corrente depende do sentido do movimento

Indução eletromagnética

- Podemos mover o ímã ou o produtor do campo magnético de modo que suas linhas de força cortem as espiras da bobina.
- Podemos mover a bobina, mantendo o campo fixo de modo que suas espiras cortem as linhas de força do campo.
- Podemos mover simultaneamente a bobina e o campo de modo que as linhas de força cortem as espiras, havendo assim indução de corrente.
- Podemos variar a intensidade do campo produzido (se ele for produzido por uma bobina, por exemplo), de modo que, pela contração das linhas de força ou distensão estas venham a cortar as espiras da bobina.

A figura 183 mostra as situações possíveis em que uma corrente pode ser induzida numa bobina ou simplesmente num fio condutor, que é o mesmo.

Observe o leitor, também que, se um fio condutor, ou uma bobina se mover paralelamente às linhas de força de um campo magnético não haverá indução de corrente pois essas linhas não serão cortadas.

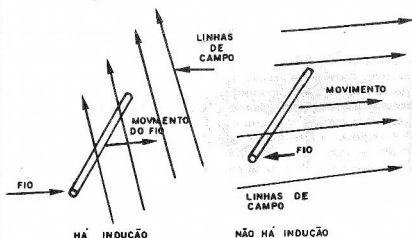


figura 183

Do que vimos concluímos que para termos corrente induzida por campos magnéticos precisamos de variações ou movimentações. As linhas de força devem cortar as espiras e a intensidade da corrente que será obtida dependerá da velocidade segundo a qual a espira será cortada.

Se bem que existam fórmulas que permitem determinar qual é a intensidade da corrente induzida, da força eletromotriz que aparece nos extremos de uma bobina em função do seu número de espiras e da velocidade segundo a qual as linhas de força do campo são cortadas, estas, para a eletrônica propriamente dita não possuem grande interesse. Os leitores que, entretanto queiram se aprofundar no assunto devem consultar os livros de física do segundo grau e vestibulares.

Voltando à nossa indução, podemos analisar o que ocorre com os próprios elétrons no interior dos fios condutores, que tipo de "coisa" ocorre com o campo magnético que os obriga a se moverem produzindo uma corrente.

Se um elétron se mover, o que para nós representa uma corrente, em torno deste elétron aparecerá um campo magnético cujas linhas de força envolvem sua trajetória, conforme mostra a figura 184, que foi estudada na lição anterior. Veja que sendo o elétron negativo as linhas são orientadas no sentido anti-horário em relação ao seu avanço.

Somente com o corte das linhas de força há indução

Força sobre o elétron

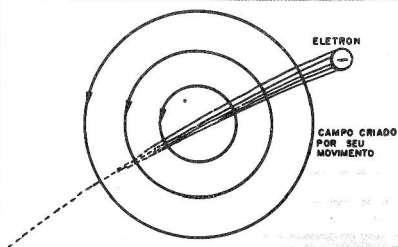


figura 184

Pois bem, quando um elétron se vê sob a ação de um campo magnético de intensidade variável, os elétrons tenderão a se mover num sentido tal que o campo por eles criado se oponha ao campo sob o qual ele se encontra sob a ação. Essa lei que estabelece o sentido de circulação da corrente induzida é das mais importantes em eletricidade e recebe o nome de Lei de Lenz.

Lei de Lenz

Na figura 185 temos representado o sentido de circulação da corrente numa espira de fio condutor na qual penetra um ímã de modo que suas linhas de força cortem essa mesma espira. É claro que, na retirada do ímã, ou seja, na sua movimentação em sentido contrário o sentido de circulação da corrente é oposto.

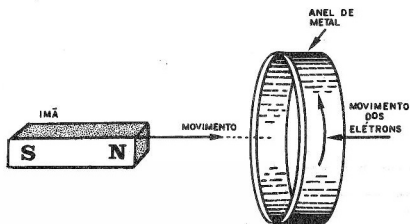


figura 185

Em suma, o que o leitor deve sempre ter em mente é que campos magnéticos variáveis são capazes de induzir correntes em condutores próximos.

Damos a seguir um resumo do que foi aprendido neste quadro para que, no próximo quadro possamos estudar como funcionam os primeiros dispositivos que aproveitam o fenômeno da indução eletromagnética.

Resumo do quadro 60

- Se correntes elétricas podem produzir campos magnéticos é natural que se pense que campos magnéticos podem produzir correntes.
- Entretanto como a produção do campo é um fenómeno dinâmico, ou seja exige movimento, para a produção de corrente a partir de campos é preciso haver um processo dinâmico.
- Muitas experiências enrolando-se fios em ímãs sem resultados práticos foram feitas antes de se chegar a esta conclusão.
- Em suma, para haver produção de corrente a partir de ímãs é preciso haver movimento.
- Podemos induzir uma corrente num fio fazendo o fio cortar as linhas de força de um campo magnético. Quanto maior a velocidade com que ele cortar o campo maior será a indução.
- Se tivermos uma bobina podemos induzir uma corrente ao introduzir um ímã rapidamente em seu interior ou ao retirá-lo rapidamente.
- Com o ímã parado fora ou dentro da bobina não há indução porque não há movimento.
- A corrente induzida tem um sentido de circulação tal que seu campo tende a se opor ao campo que a provoca. Essa lei é denominada Lei de Lenz.
- Para haver indução é preciso haver movimento relativo o que nos leva a diversas possibilidades de conseguir o fenómeno.
- Podemos mover a bobina em relação ao campo ou mover o campo em relação à bobina.
- Podemos fazer variar a intensidade do campo de modo que suas linhas avancem sobre as espiras ou se afastem das espiras.

Avaliação 178

Se enrolarmos um fio esmaltado sobre um ímã, não obtemos uma tensão nos extremos dessa bobina porque: (assinale a alternativa correta)

- a) é preciso que o fio faça contacto com o ímã e o esmalte é isolante
- b) é preciso fazer o ímã girar no interior da bobina
- c) é fenómeno da indução, precisa de movimento para ocorrer
- d) por que o ímã não é condutor de corrente elétrica

Resposta (c)

Explicação

Conforme estudamos, para haver indução é preciso que as linhas de força do campo magnético de um ímã cortem as espiras da bobina num processo dinâmico, ou seja, precisa haver movimento. Com a bobina presa ao ímã, sem poder se mover em relação a ele não há corte das linhas de força nas espiras e portanto não pode haver indução. Observamos que, mesmo sendo o fio usado encapado, de esmalte, plástico ou qualquer outro material isolante, ainda assim o fenómeno da indução ocorre. Por esse motivo, mesmo nas bobinas enroladas com fios esmaltados ou de capa plástica o fenómeno de indução ainda ocorre normalmente. A resposta correta para esta questão é a da alternativa C. Se acertou passe ao teste seguinte; se tiver dúvidas leia novamente a lição.

Avaliação 177

De posse de uma bobina e um ímã permanente, podemos obter a indução de uma corrente em que condições? (assinale a alternativa correta)

- a) somente movendo o ímã e mantendo a bobina parada
- b) somente movimentando a bobina e mantendo o ímã parado
- c) mantendo o ímã fora da bobina, parado.
- d) movimentando o ímã em relação à bobina ou movimentando a bobina em relação ao ímã.

Resposta (d)

Explicação

Para obtermos a indução de corrente, o processo deve ser dinâmico. Temos então diversas possibilidades: podemos mover o ímã em relação à bobina de modo que suas linhas de força cortem as espiras da bobina, ou podemos mover a bobina de modo que ela corte as linhas de força do ímã. Só não temos indução no caso de não haver movimento. A resposta correta para esta questão é portanto a correspondente a alternativa D. Se você acertou passe ao teste seguinte, caso contrário, estude novamente a lição.

Avaliação 178

A lei que estabelece o sentido de circulação da corrente induzida num condutor por um campo magnético recebe o nome de:

- a) Lei de Ohm
- b) Lei de Joule
- c) Lei de Coulomb
- d) Lei de Lenz

Resposta (d)

Explicação

A Lei de Lenz estabelece que o sentido de circulação da corrente induzida num condutor é tal que o seu campo tende a se opor ao campo que provoca a indução. Com esta lei pode-se notar perfeitamente o sentido de circulação da corrente induzida em função do movimento do ímã. Se você acertou passe ao teste seguinte, se errou estude novamente a lição.

Avaliação 179

Ao introduzirmos um ímã rapidamente no interior de uma bobina, a corrente induzida tem um sentido de circulação... (complete com a alternativa correta)

- a) igual ao obtido quando retiramos rapidamente o ímã
- b) oposto ao obtido quando retiramos rapidamente o ímã
- c) é sempre o mesmo qualquer que seja a posição do ímã
- d) indeterminado pois depende do tipo de bobina empregado

Resposta (b)

Explicação

Para movimentos opostos, as linhas de força cortam as espiras em sentidos opostos. Como a corrente tende sempre a criar um campo que se oponha ao campo indutor, o sentido "das correntes obtidas nas duas condições é diferente. Em suma, obtemos corrente num sentido quando introduzimos o imã, e em sentido oposto quando retiramos o imã. A resposta correta para esta questão é portanto a da alternativa B. Se acertou passe ao item seguinte, se errou estude novamente a lição.

61. Os dinamos

Dinamos são geradores mecânicos de energia elétrica, ou seja, geradores que transformam energia mecânica, obtidas no movimento de uma turbina, de uma roda de água ou de um motor, em energia elétrica. O leitor já deve ter percebido que, pelo fato de incluirmos seu estudo nesta lição, seu funcionamento deve ter algo com o fenômeno da indução eletromagnética. De fato todo o princípio de funcionamento deste tipo de gerador está baseado na indução eletromagnética.

Conforme estudamos no item anterior, para induzirmos uma corrente numa bobina a partir de uma imã colocado nas proximidades temos de mover o imã em relação à bobina ou a bobina em relação ao imã.

Se, por exemplo, rapidamente ficarmos introduzindo o imã na bobina e retirando-o da mesma, o que pode ser feito com um mecanismo como mostra a figura 186, nos instantes em que o imã entrar na bobina teremos corrente num sentido e nos instantes em que o imã sair, em sentido oposto. Podemos dizer que, nos extremos da bobina obteremos uma corrente alternada cuja frequência seja a mesma com que o imã entra e sai da bobina.

Dinamos

Um dínamo simplificado

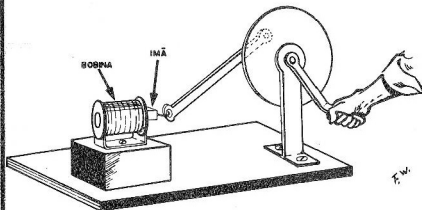


figura 186

É claro que este gerador não se presta a finalidades industriais, se bem que possa servir para mostrar como se pode obter uma corrente continuamente convertendo-se a energia necessária a movimentação do imã em energia elétrica. A energia mecânica gasta no caso, vem do fato do campo criado pela corrente gerada tentar se opor ao movimento do imã. Quanto mais corrente exigir o circuito mais força deve ser feita na manivela para movimentá-lo.

O que explicamos é de maneira simplificada um dínamo, ou seja, um gerador que, por indução permite que seja obtida corrente elétrica a partir de energia mecânica.

Os modernos dinamos tem um princípio de funcionamento um pouco diferente, conforme veremos a seguir. Esses dinamos constam de uma bobina à qual é enrolada de tal maneira que pode girar entre os pólos de um ímã de modo que suas espiras cortem suas linhas de força.

De modo a facilitar a compreensão de seu princípio de funcionamento, nas figuras que usaremos para ilustrar nossas explicações representaremos a bobina por uma única espira. Nos dinamos verdadeiros as bobinas constam de centenas e de até milhares de voltas de fio esmaltado.

Assim, na figura 187 temos a bobina, representada por uma espira colocada entre os pólos do ímã de modo a poder girar livremente. Para a retirada da corrente do circuito são usados dois contactos circulares já que se os fios da bobina forem ligados diretamente ao circuito externo eles serão torcidos com as suas voltas.

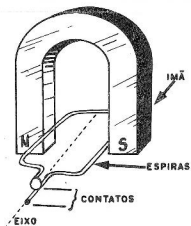


figura 187

Partimos então de uma situação inicial em que as espiras da bobina se encontram na posição da figura 188 em que o plano da mesma é paralelo às linhas de força do campo do ímã. Com a bobina parada, inicialmente não há indução.

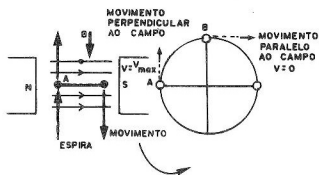


figura 188

Começando a girar no sentido horário, a espira no trajeto de A para B corta as linhas de força do campo do ímã, inicialmente perpendicularmente o que significa que inicialmente a indução é mais forte, mas caindo de intensidade à medida que a espira

Uma bobina entre os pólos de um ímã

Primeiro quarto: a corrente decresce de um valor máximo

aproxima-se de B, no seu primeiro quarto de volta. Na figura 189 temos o que ocorre neste primeiro quarto do giro mostrando a curva da tensão que é induzida nesta bobina. Note como a tensão inicialmente alta, cai rapidamente de valor em B, quando a espira move-se praticamente paralela às linhas de força, quando então não há indução.

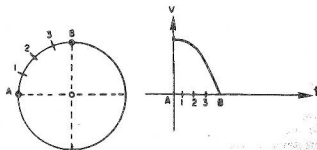


figura 189

No segundo quarto de volta, representado na figura 190, quando a espira move-se de B para C, o movimento dessa espira cortando as linhas de força do campo ocorre em sentido contrário ao quarto anterior, o que quer dizer que a corrente induzida tem agora sentido contrário. Assim partindo do ponto em que a espira move-se praticamente paralela às linhas de força, em B, quando então a indução é mínima, a tensão induzida cresce rapidamente, porém em polaridade contrária ao quarto anterior, até que a espira chegue em C, quando cortando as linhas perpendicularmente, a indução é máxima. Na próxima figura 190 temos em continuação a forma de onda da tensão obtida em mais este quarto de movimento.

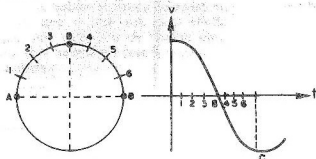


figura 190

No terceiro quarto, o corte das linhas de força ainda continua no mesmo sentido, mas a medida que a espira se aproxima do ponto D, seu movimento vai tendendo a ser cada vez mais paralelo às linhas de força, de modo que a tensão induzida cai rapidamente à zero, ao chegar neste ponto. A forma de onda e o que ocorre neste terceiro quarto de volta do movimento são representadas na figura 191.

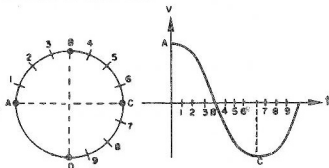


figura 191

Segundo quarto: a corrente inverte de sentido

Terceiro quarto: a corrente decresce

Finalmente no último quarto de volta, do ponto D ao ponto A, a espira passa a cortar as linhas de força em sentido contrário ao quarto anterior, de modo que temos mais uma inversão do sentido de circulação da corrente induzida e portanto da tensão. Esta, de zero no ponto D, quando a espira corta as linhas paralelamente, cresce rapidamente de valor ao se aproximar de A quando então a tensão induzida é máxima. A forma de onda gerada em mais este quarto de volta é mostrada na figura 192.

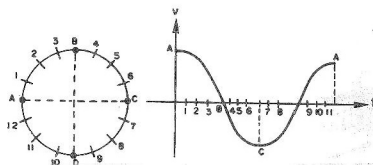


figura 192

Pelo que podemos perceber a corrente gerada neste dispositivo não é contínua, mas sim alternada. A cada volta da bobina temos a circulação da corrente metade do tempo num sentido e na outra metade em outro. A frequência da corrente alternada gerada por um dispositivo deste tipo é portanto determinada pela rotação da bobina.

Se quisermos gerar uma corrente contínua, isto é, mesmo que sofrendo variações de intensidade, circule sempre no mesmo sentido, podemos dotar a bobina de comutadores especiais no seu eixo que invertam a corrente em cada meia volta, quando a indução ocorrer no sentido contrário.

Na figura 193 temos a maneira como isso pode ser feito e a forma de onda obtida por um dínamo deste tipo.

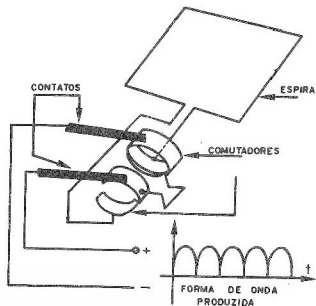


figura 193

Quarto quarto: a corrente inverte de sentido

Neste ponto devemos diferenciar os dois tipos de geradores que transformam energia mecânica em energia elétrica e que operam pelo princípio da indução eletromagnética que explicamos: os dínamos que são geradores de corrente contínua e os alternadores que são geradores de corrente alternada.

Na prática, quando a quantidade de energia necessária é muito grande e consequentemente a intensidade do campo que as espiras tem de cortar, em lugar de um ímã permanente, usa-se o campo de um segundo conjunto de bobinas que substituem o ímã. Esse conjunto de bobinas, denominado "bobinas de campo" são alimentados inicialmente por um gerador auxiliar externo para depois continuarem funcionando com a própria corrente gerada pelo dispositivo.

Nos automóveis, por exemplo, os dínamos funcionam com uma bobina de campo que é alimentada pela sua bateria. A energia que produzem é então usada para carregar a bateria.

Dínamos e alternadores

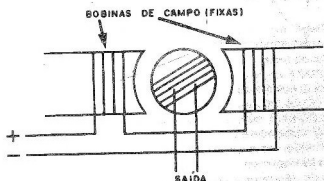


figura 194

Dentre os geradores deste tipo podemos citar uma variedade enorme que são usados desde bicicletas para fornecer energia para o seu farol, conforme mostra a figura 195, até os de tamanho médio usados para produzir energia para iluminação de fazendas ou operação de máquinas que são alimentados por motores diesel.

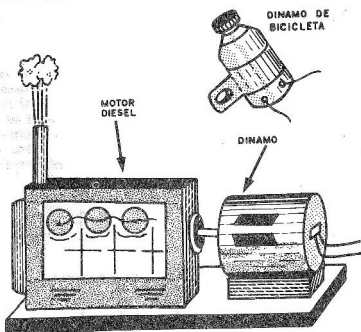


figura 195

Temos finalmente os gigantescos alternadores que são alimentados pelas turbinas das usinas hidroelétricas ou das centrais atômicas que tem por função fornecer energia para cidades inteiras.

As usinas hidroelétricas e os pequenos dinamos

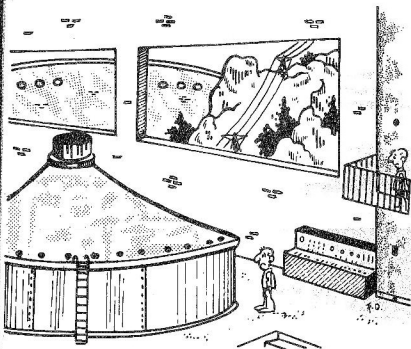


figura 196

A seguir, veremos um resumo desta lição para depois fazermos um questionário que permitirá que o aluno tenha uma idéia de seu aproveitamento no aprendizado do que foi ensinado.

Resumo do quadro 81

- Para termos constantemente corrente gerada a partir de um ímã e uma bobina devemos continuamente movimentar um em relação a outro.
- Com isso podemos obter geradores que convertem energia mecânica em energia elétrica.
- Os dinamos e alternadores que são geradores que operam segundo este princípio tem uma construção diferente: uma bobina gira em torno de um eixo de forma que sua espiras cortem as linhas de força de um campo magnético.
- Devido a disposição das espiras a tensão gerada não é contínua mas sim alternada, pois o sentido de corte das linhas de força é constantemente modificado.
- Para termos corrente contínua podemos usar um comutador nas ligações das espiras da bobina ao circuito externo.
- A tensão gerada é mais elevada nos instantes em que as espiras cortam as linhas de força perpendicularmente.
- Os geradores são utilizados em diversas aplicações práticas.
- Os pequenos dinamos como os de bicicleta possuem ímãs permanentes para produzir o campo magnético.
- Os geradores médios e grandes usam o campo de bobinas auxiliares como por exemplo os dinamos e alternadores dos automóveis.

- Os dinamos e alternadores são usados para gerar energia em pequena e grande quantidade.
- Em pequena quantidade temos o caso das bicicletas e dos automóveis
- Em grande quantidade temos os geradores industriais e as usinas de fornecimento de energia elétrica.

Avaliação 180

Fazendo um ímã penetrar e sair rapidamente de uma bobina, num movimento contínua, obtemos nos extremos desta bobina uma tensão de que tipo? (assinale a alternativa correta).

- a) contínua pura
- b) alternante
- c) contínua pulsante
- d) de alta frequência

Resposta (b)

Explicação

Na entrada do ímã, as linhas de força cortam as espiras num sentido e portanto a corrente obtida tem um sentido correspondente. Na saída do ímã as linhas de força cortam as espiras em sentido oposto e portanto a corrente tem sentido oposto. Como o movimento de entrar e sair é constante, temos também uma constante inversão do sentido de circulação da corrente induzida. A corrente é portanto do tipo alternante assim como a tensão.

Avaliação 181

Num dínamo, os picos de tensão, ou seja, os valores mais altos da tensão induzida ocorrem em que ponto do movimento? (assinale a alternativa certa)

- a) quando as espiras estão paradas
- b) quando as espiras cortam as linhas de força perpendicularmente
- c) quando as espiras cortam as linhas de força paralelamente
- d) quando a bobina move-se no sentido anti-horário.

Resposta (b)

Explicação

Quando as espiras de uma bobina movem-se paralelamente as linhas de força de um campo magnético não há indução alguma, pois as linhas de força não são cortados. Para que o corte seja mais eficiente e portanto a indução maior, a espira deve-se mover de modo a cortar perpendicularmente as linhas de força do campo magnético. A resposta correta corresponde portanto a alternativa B. Se você acertou passe ao teste seguinte, caso contrário, leia novamente a lição.

Avaliação 182

Geradores de corrente alternada que operam pelo princípio da indução eletromagnética e convertem energia mecânica em energia elétrica são denominados: (assinale a alternativa correta)

- a) pilhas
- b) usinas
- c) dinamos
- d) alternadores

Resposta (d)

Explicação

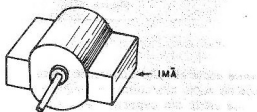
Conforme estudamos temos dois tipos de geradores que aproveitam o princípio da indução eletromagnética para operar. Os dinamos que são geradores de corrente contínua e os alternadores que são geradores de corrente alternada. Muitos veículos na atualidade, por uma série de motivos que ficarão claros em lições futuras usam alternadores em lugar dos tradicionais dinamos. A resposta correta para esta questão corresponde a alternativa D. Passe ao item seguinte se acertou. Caso contrário, recomendamos que seja estudada com cuidado novamente esta lição.

LIÇÃO PRÁTICA

Você pode montar um simples dinamo com o qual poderá visualizar melhor o que foi estudado nesta lição, usando um motor de corrente contínua, do tipo usado em brinquedos elétricos. Esses motores operam segundo o princípio inverso dos dinamos, conforme estudamos: quando uma corrente percorre sua bobina cria-se um campo magnético que se opõe ao campo do ímã neles existentes, surgindo então uma força que os faz girar. Do mesmo modo, se girarmos a sua bobina ela cortará as linhas do campo criado pelo ímã, sendo então gerada a corrente que nos interessa.

O MOTOR QUE DEVE SER USADO

Para esta experiência deve ser usado um motor muito especial, como os usados em certos brinquedos que são motores que possuem ímã permanente para criar os campos magnéticos que atuarão sobre a bobina. Os motores de bobina de campo como os usados em certas vitrolas, e em outras aplicações não servem. Antes de montar esse dinamo experimental o leitor deve comprovar se o motor a ser usado tem ou não tem ímã permanente. Basta para esta finalidade aproximar de sua lateral uma chave de fenda e verificar se ela é ou não atraída.



PEQUENO MOTOR DE CC COM
ÍMÃ PERMANENTE

figura 197

Como para obter uma corrente razoável, capaz de acionar uma lâmpada indicadora ou outro dispositivo qualquer precisamos imprimir uma boa velocidade ao motor, um sistema de redução deve ser usado em conjunto com uma manivela.

MONTAGEM

Para esta montagem o leitor necessitará do seguinte material:

- Um motor de corrente contínua de imã permanente de 3, 6 ou 9 V.
- Uma lâmpada de 6 V x 50 mA (philips 7121)
- Base de madeira para montagem
- Elástico
- Polias (uma de 1,5 cm de diâmetro e outra de 10 cm)
- manivela
- madeira, parafusos, eixo para a polia maior, etc.

Na figura 198 temos o projeto completo de um dínamo experimental que poderá ser utilizado como base de um excelente trabalho escolar. A corrente máxima gerada dependerá da velocidade que puder ser imprimida à manivela, do tipo do motor e do circuito a ser alimentado.

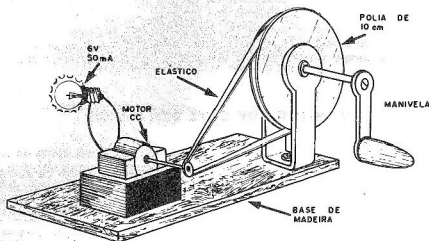


figura 198

Observação: a corrente deste circuito é pulsante o que significa que se o leitor quiser utilizá-lo para alimentar circuitos de áudio tais como um pequeno rádio ou intercomunicador, deve utilizar em paralelo com sua saída um capacitor eletrolítico de valor elevado.

ATENÇÃO

No próximo número comentários e respostas do teste de avaliação publicado no número 66.

