Revista
SABER
70
Cr$ 25,00

# ELETRÔNICA

## AMPLIFICADOR ESTÉREO 32 W

TIRO AO ALVO ELETRÔNICO

OS VDRS - CARACTERISTICAS E APLICAÇÕES

AS FONTES ULTRASSÔNICAS DE POTÊNCIA



Manaus, Santarem, Rio Branco, Boa Vista, Altamira, Macapa, Porto Velho e Rondonia (via aérea) Cr$ 33,00

Revista
# ELETRÔNICA
Nº 70
JUNHO
1978

## sumário

Amplificador Estéreo de 32 Watts ..... 2

Tiro ao Alvo Eletrônico ..... 16

Os VDRs - Características e Aplicações - 1ª parte... 26

Placar Eletrônico para Jogos de Botão ..... 34

As Fontes Ultrassônicas de Potência ..... 38

Micro Transmissor de FM ..... 42

Frequêncimetro Digital - Conclusão ..... 47

Curso de Eletrônica - Lição 23 ..... 65

CAPA: Protótipo do Amplificador Estéreo de 32 Watts.

SABER

diretor superintendente: EDITORA SABER LTDA

diretor administrativo: Savério Fittipaldi

diretor de produção: Élio Mendes de Oliveira

Hélio Fittipaldi

REVISTA SABER ELETRÔNICA

diretor técnico: Newton C. Braga

gerente de publicidade: J. Luiz Cazarim

serviços gráficos: W. Roth & Cia. Ltda.

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

diretor responsável: Élio Mendes de Oliveira

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

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

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

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

NUMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450 — São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NUMERO 46 (ABRIL/76).

# AMPLIFICADOR ESTÉREO 32 WATTS



José Carlos J. Telles
Adilson Américo de Souza

- *Um amplificador fácil de montar*
- *16 watts por canal com carga de 4 ohms ou 10 watts por canal com carga de 8 ohms*
- *Controles de graves e agudos*
- *Entradas FONO – AUX e GRAV*
- *Resposta de freqüência de 30 Hz à 30 KHz (-3dB)*
- *Tensão de alimentação de 17 volts*
- *Transistores de fácil obtenção no mercado*
- *Ajuste total feito com um multímetro apenas*
- *Descrição completa da parte mecânica*

Com base no amplificador de áudio publicado na Revista nº 63 (outubro/77) projetado naquela época para aumentar a potência de toca-fitas/FM de automóveis, desenvolvemos um amplificador doméstico econômico e de fácil construção. Assim sendo, usando o mesmo desenho do circuito impresso do amplificador, desenvolvemos um pré-amplificador, uma fonte de alimentação estabilizada e montamos todo conjunto em uma caixa de alumínio com laterais de madeira envernizada.

Como a nossa Revista é eminentemente didática e relembrar nunca é demais, vamos descrever novamente o princípio de funcionamento de um circuito de potência em configuração PONTE.

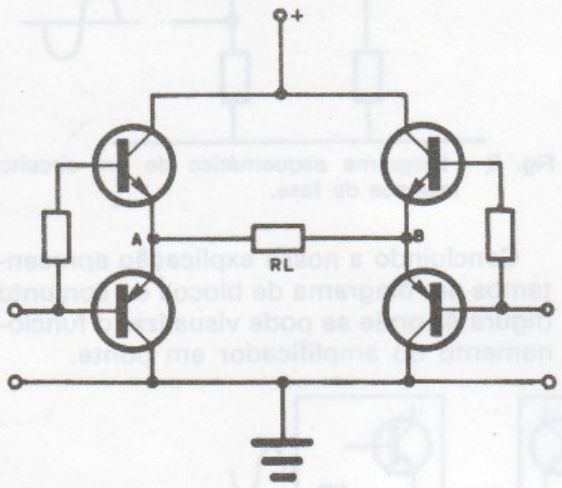



Fig. 1 - Diagrama esquemático do estágio de saída de um amplificador em ponte.

Em princípio para melhor entendermos, vamos imaginar dois amplificadores classe B montados um de frente para o outro, sendo que, uma carga (RL) comum aos dois está ligada em suas saídas. (Ver esquema da Figura 1).

Quando em repouso, em virtude dos dois circuitos serem idênticos e estarem ligados na mesma fonte, vamos notar que o nível de tensão nos pontos A e B é o mesmo não havendo assim corrente através da carga (RL).

Quando excitados os amplificadores. o sinal de áudio aplicado às bases dos transistores de saída dos mesmos aparece em contra-fase, conforme observa-se nos diagramas da figura 2. Assim sendo, enquanto o potencial na saída A desloca-se para um lado (na figura 2(a) lado positivo), o potencial na saída B vai para o outro lado (na mesma figura 2 (a) lado negativo) havendo dessa forma, uma diferença de potencial sobre a carga (RL) igual ao dobro do que seria um só amplificador.

De acordo com o já exposto acima, a potência sobre a carga será quadruplicada conforme será demonstrado a seguir:

Para tomar mais clara a vossa demonstração, vamos aplicar valores numéricos primeiramente à fórmula usada para o cálculo da potência máxima fornecida por um amplificador em classe B e em seguida, por um amplificador montado em ponte usando naturalmente para os dois casos, o mesmo nível de tensão de alimentação e o mesmo valor de carga (RL). Assim sendo

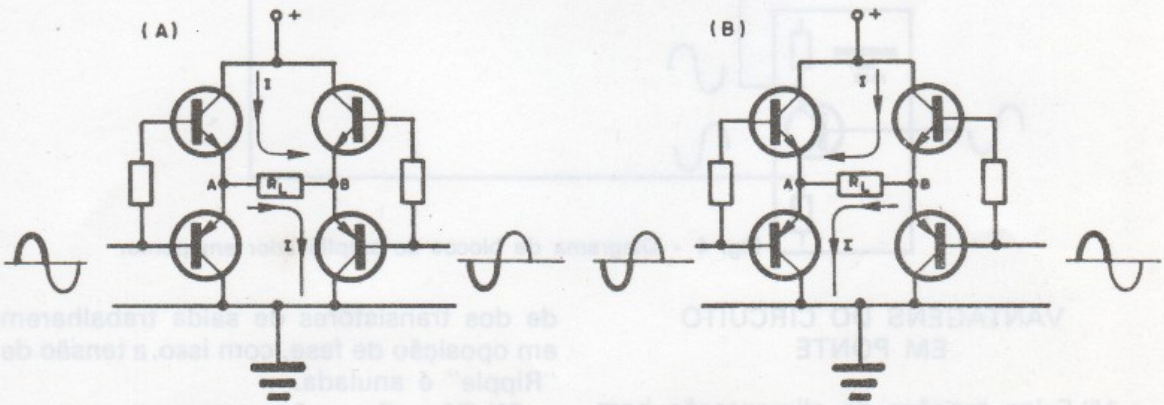



Fig. 2 - Diagrama dos fluxos de correntes através dos transistores e carga (a) semi-ciclo positivo nas bases Amp. A. (b) semi-ciclo negativo nas bases Amp. A.

vamos considerar por exemplo a tensão de alimentação de 12 Vcc. a carga (RL) 4 Ω e os resistores de emissor (RE) 0,2 Ω .

Para o cálculo da potência fornecida pelo amplificador classe B temos:

$$P_{max.} = \frac{(Vcc)^2}{8\ (RL + RE)} \longrightarrow \frac{12^2}{8\ (4 + 0{,}2)} =$$

$$= \frac{144}{33{,}6} \simeq 4{,}2\ W$$

Calculando a potência fornecida pelo amplificador em ponte temos:

$$P_{max.} = \frac{(2\ Vcc)^2}{8(RL+2\,RE)} \longrightarrow \frac{4\ (12)^2}{8\ (4+2 \times 0{,}2)} =$$

$$= \frac{576}{35{,}2} \simeq 16{,}3\ W$$

É importante lembrar que nas fórmulas vistas nos exemplos não são considerados certos fatores como por exemplo: tensão de joelho dos transistores, não uniformidade nas características dos transistores etc... que se considerados, fazem com que a potência de saída seja menor que a calculada.

Com relação à inversão de fase do sinal a fim de consegui-lo em contra fase nas bases dos transistores dos amplificadores, no nosso caso foi usado em transistor para desempenhar essa função tendo sido aplicado em sua base o sinal de áudio e retirado ao mesmo tempo no emissor e coletor do mesmo. (Ver diagrama da figura 3).

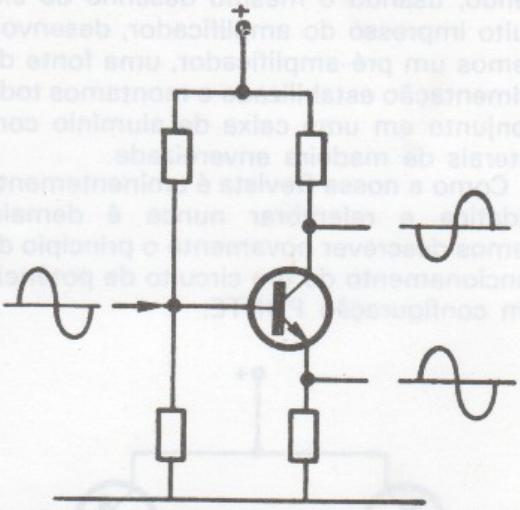


Fig. 3 - Diagrama esquemático de um circuito inversos de fase.

Concluindo a nossa explicação apresentamos um diagrama de blocos do conjunto (figura 4) onde se pode visualizar o funcionamento do amplificador em ponte.

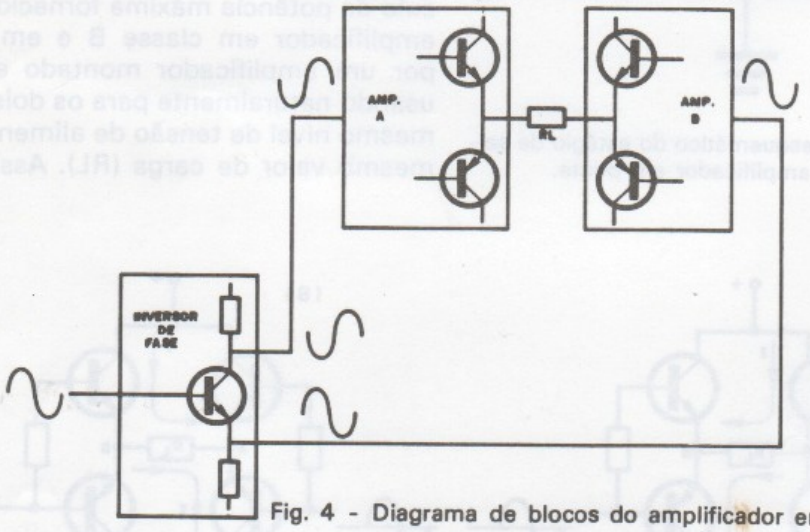



Fig. 4 - Diagrama de blocos do amplificador em ponte.

## VANTAGENS DO CIRCUITO EM PONTE

1º) Exige tensões de alimentação bem mais baixas que usadas em amplificadores classe B com a mesma potência.

2º) Não exige fontes reguladas em virtude dos transistores de saída trabalharem em oposição de fase, com isso, a tensão de "Ripple" é anulada.

3º) Têm dimensões menores.

4º) Dispensa o capacitor de acoplamento entre o amplificador e a carga normalmente usados nos amplificadores classe B.

## CONSTRUÇÃO DO AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA

Como já foi dito acima, o desenho da placa de fiação impressa é o mesmo do amplificador publicado anteriormente havendo entretanto, uma pequena modificação na parte da entrada do circuito. Essa modificação foi feita com a finalidade de se montar mais um circuito transistorizado para aumentar a sensibilidade do amplificador.

O desenho da placa de fiação impressa está na fig. 5. Observe que neste caso, foi usado um único dissipador sendo que, os transistores T9 e T11 devem ser montados através de plaquetas de mica para isolá-los do chassis. Os dissipadores devem ser confeccionados com alumínio de 1,5 mm. de espessura sendo que, depois de construídos devem ser pintados de preto fosco. Veja as medidas e furações do dissipador na fig. 6 e os detalhes de fixação dos transistores na fig. 7.

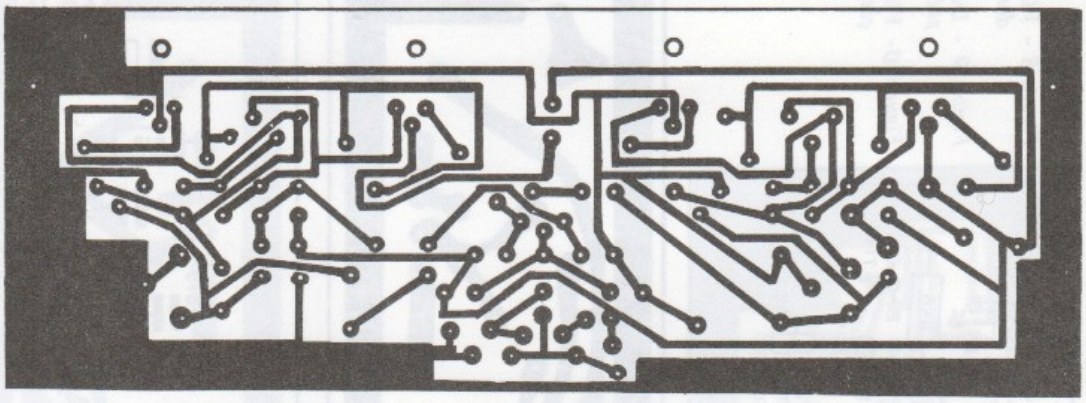


*Figura 5 - Desenho da placa de fiação impressa do amplificador.*

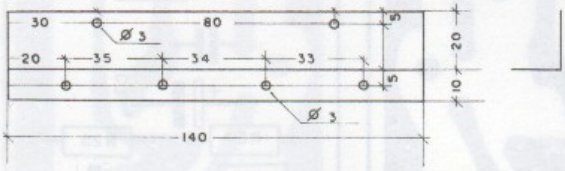



*Figura 6 - Medidas e furações do dissipador dos transistores.*

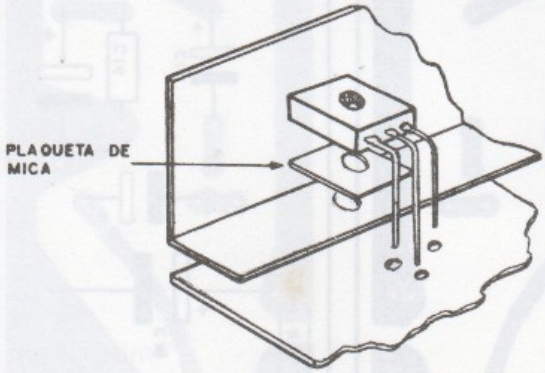



*Figura 7 - Detalhe da montagem dos transistores de saída.*

Em vista do amplificador ser estéreo, deverão ser naturalmente, montados duas unidades de potência. Veja na fig. 8, o posicionamento dos componentes na placa impressa.

A próxima etapa poderá ser a construção dos circuitos dos pré-amplificadores. Os desenhos da fiação impressa, assim como o do posicionamento dos componentes na placa podem ser observados respectivamente nas figs. 9 e 10.

Se o leitor for usar toca-discos equipado com cápsula de relutância variável deverá montar também o circuito de equalização cujo desenho da fiação impressa está na fig. 11 e 12.

Após a confecção e montagem das placas dos amplificadores e pré-amplificadores resta a construção do circuito da fonte de alimentação. Nas figs. 13 e 14 pode-se observar o desenho da fiação impressa assim como o posicionamento dos componentes.

É importante notar que deverá ser utilizada uma plaqueta de mica entre o transistor T16 (2N3055) e o dissipador a fim de isolar o coletor do mesmo, do chassis.

O dissipador usado na fonte (modelo BR 130 A) é facilmente encontrado na praça.

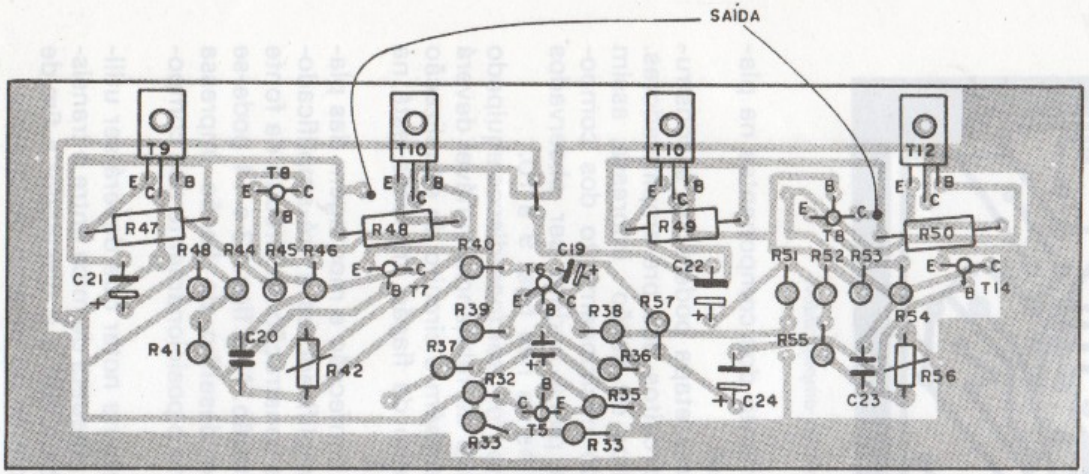



Figura 8

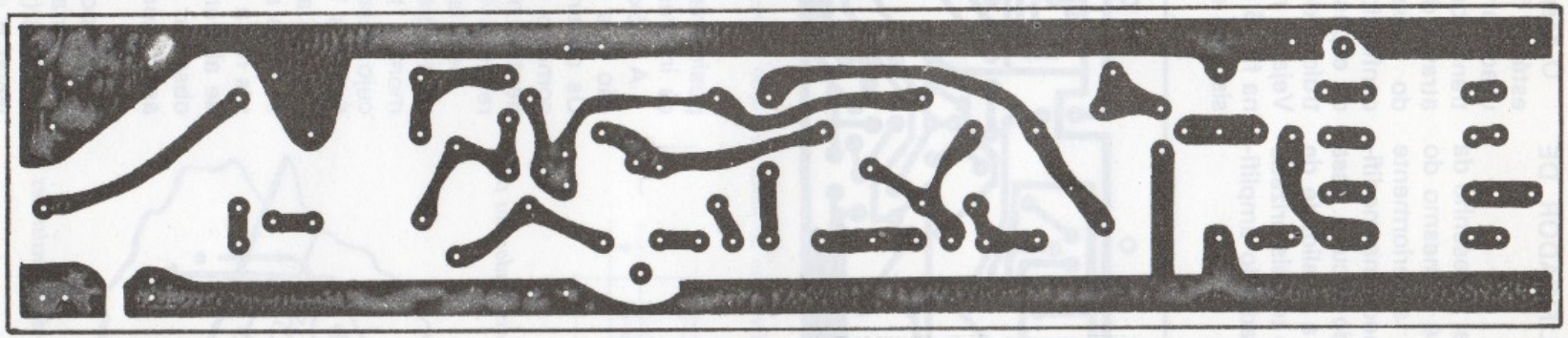


Figura 9

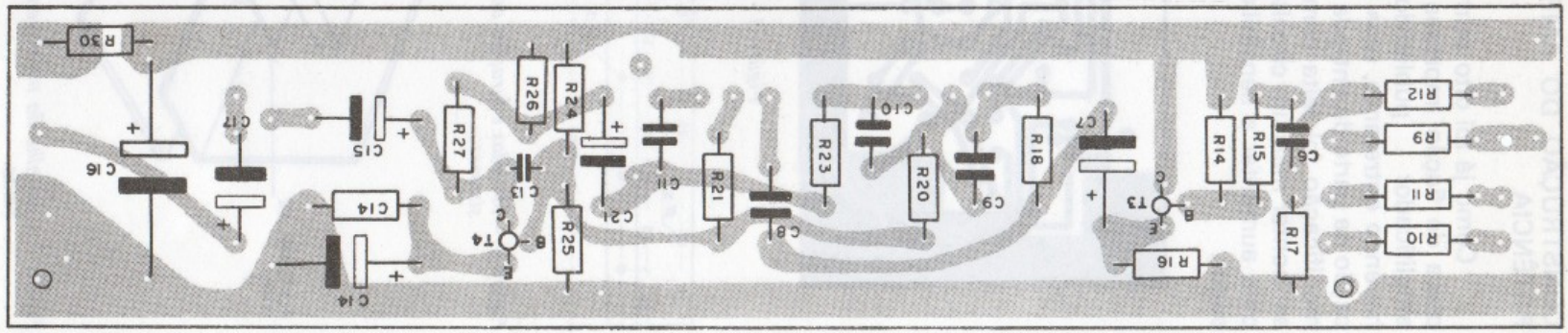



Figura 10

*Figura 8 - Vista dos componentes placa do amplificador.*

*Figura 9 - Desenho da placa de fiação impressa do pré-amplificador.*

*Figura 10 - Vista dos componentes sobre a placa de fiação impressa (pré-amplificador).*

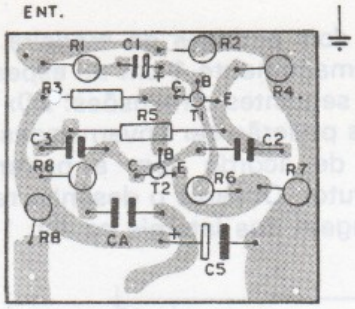



*Figura 11 - Desenho da placa de fiação impressa do pré-amplificador para capsula magnética.*

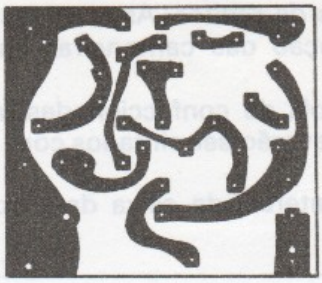


*Figura 12 - Vista dos componentes sobre a placa de fiação impressa*

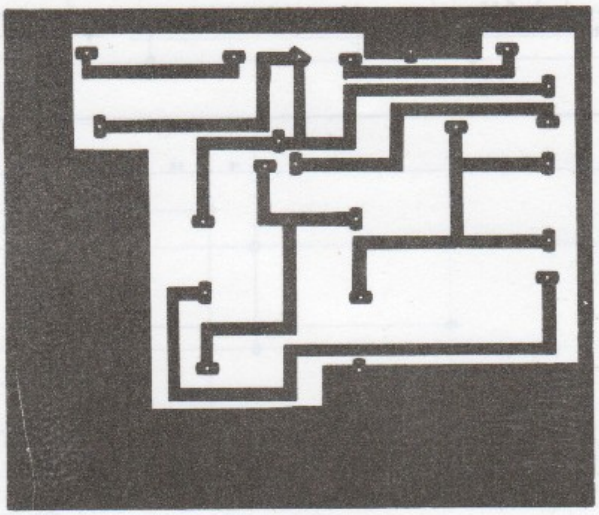


*Figura 13 - Desenho da placa de fiação impressa da fonte de alimentação.*

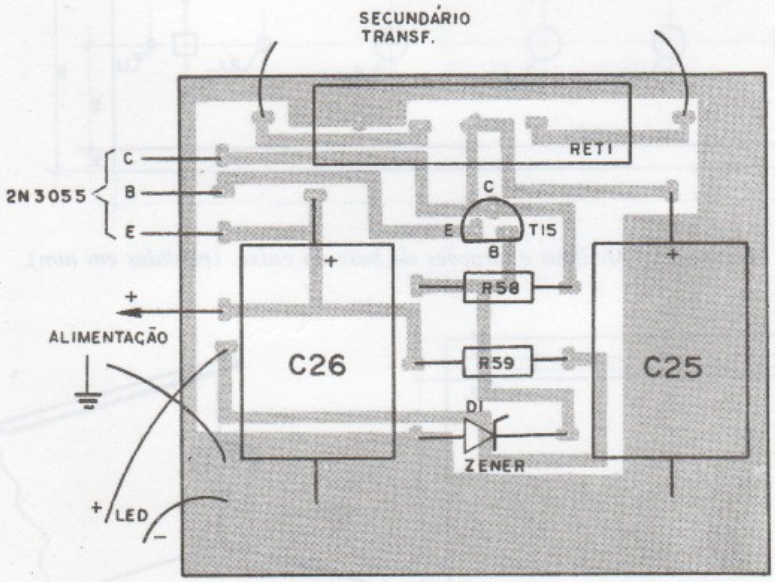



*Figura 14 - Vistas dos componentes sobre a placa de fiação impressa da fonte de alimentação.*

## CONSTRUÇÃO DA CAIXA

A caixa deverá ser confeccionada com alumínio de 1,5mm de espessura. Veja as medidas, detalhes de furação e dobras da base e tampa nas figs. 15 e 16. Deverão ser fixadas 4 cantoneiras na base da caixa

através de rebites. As medidas e detalhes de fixação das cantoneiras estão na fig. 17.

Depois de confeccionadas, a tampa e base deverão ser pintados com tinta preto-fosco.

As laterais da caixa deverão ser feitas com dois pedaços de madeira de lei de aproximadamente 1 cm de espessura tendo as seguintes dimensões: 20x10cm. As tábuas poderão ser envernizadas ou enceradas de acordo com a preferência do construtor. Observe o desenho referente à montagem das laterais na fig. 18.

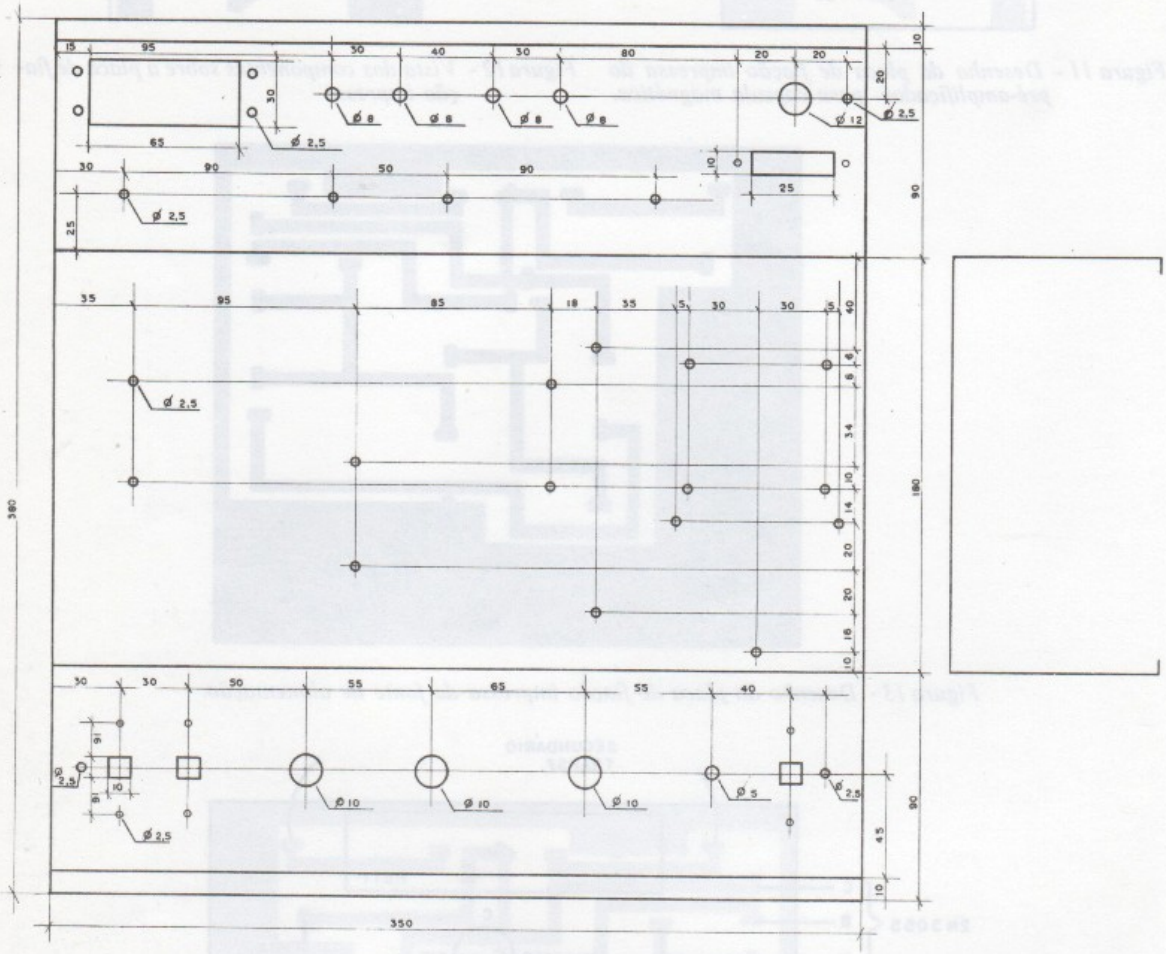



*Figura 15 - Medidas e furações da base da caixa. (medidas em mm).*

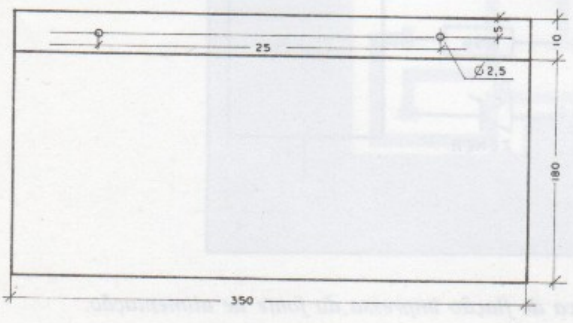



*Figura 16 - Medidas e furações na tampa da caixa.*

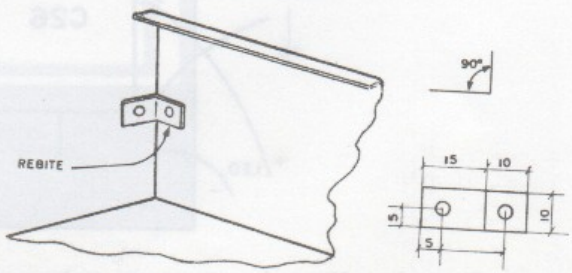



*Figura 17 - Detalhes de fixação e dimensões das cantoneiras.*

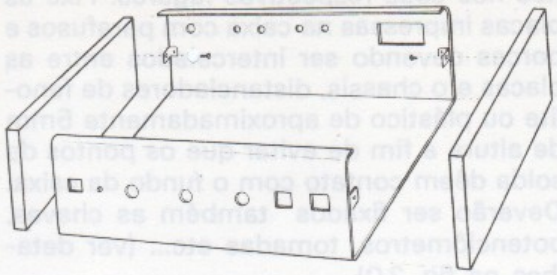


*Figura 18 - Vista da montagem das later s de madeira no chassis metálico.*

## PAINEL FRONTAL

Para que o aparelho tenha uma boa apresentação, o painel frontal deverá ter um bom acabamento. Assim sendo, construa o painel com uma chapa de alumínio de 0,5 mm de espessura e sem riscos.

Depois de furado e dobrado (ver medidas na fig. 19), o painel deverá ser colocado em um banho de solução de soda cáustica e água, na proporção de 1 parte de soda, para 20 partes de água durante 60 minutos.

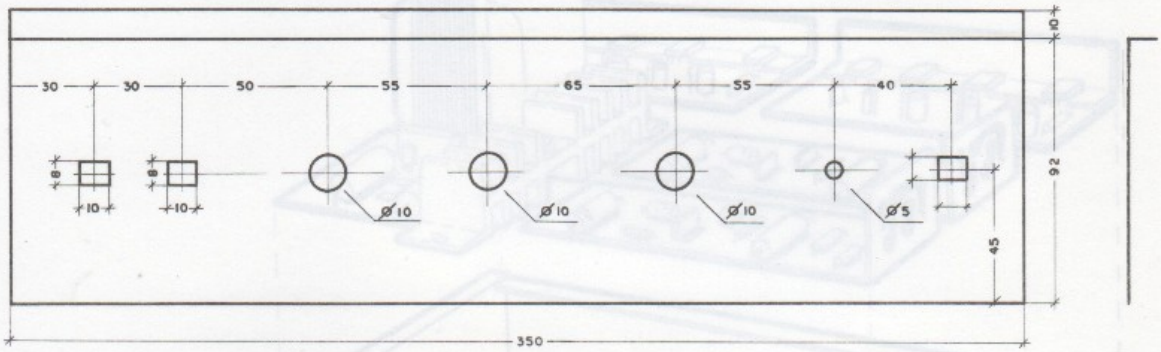
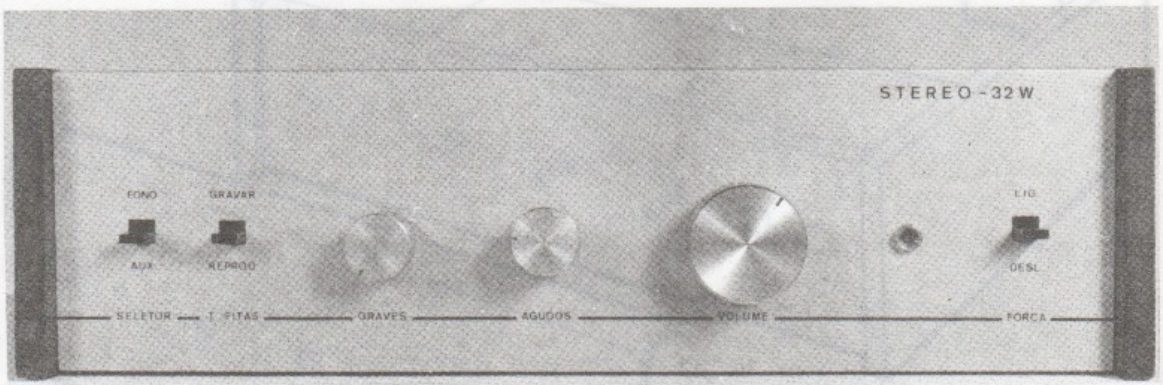
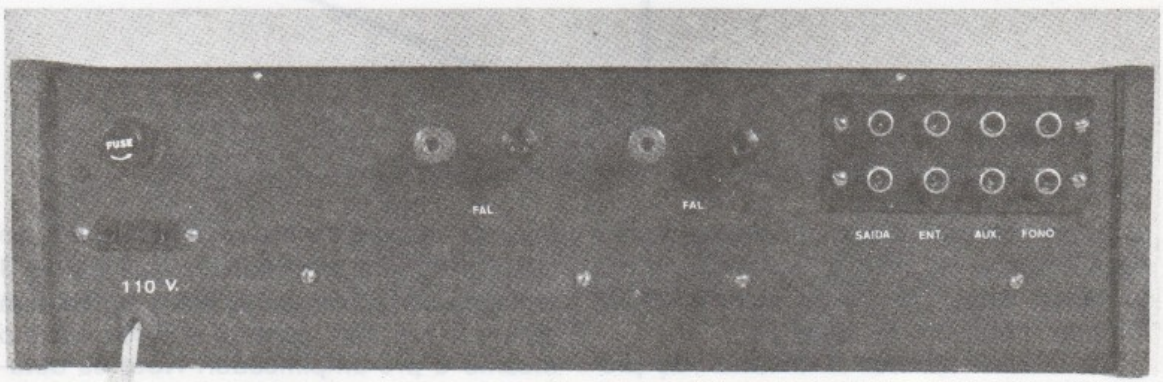



*Figura 19 - Medidas e furações do painel frontal.*



Após este tratamento, o painel terá aparência de alumínio anodizado.

As inscrições deverão ser feitas com letras do tipo "Decadry" e em seguida, deverá ser aplicada uma camada de verniz incolor do tipo "spray".

## MONTAGEM FINAL E FIAÇÃO

Antes de começar a prender as placas impressas na caixa, solde os rabichos de fios nos seus respectivos lugares. Fixe as placas impressas na caixa com parafusos e porcas devendo ser intercalados entre as placas e o chassis, distanciadores de fenolite ou plástico de aproximadamente 5mm de altura a fim de evitar que os pontos de solda dêem contato com o fundo da caixa. Deverão ser fixados também as chaves, potenciômetros, tomadas etc... (ver detalhes na fig. 20).

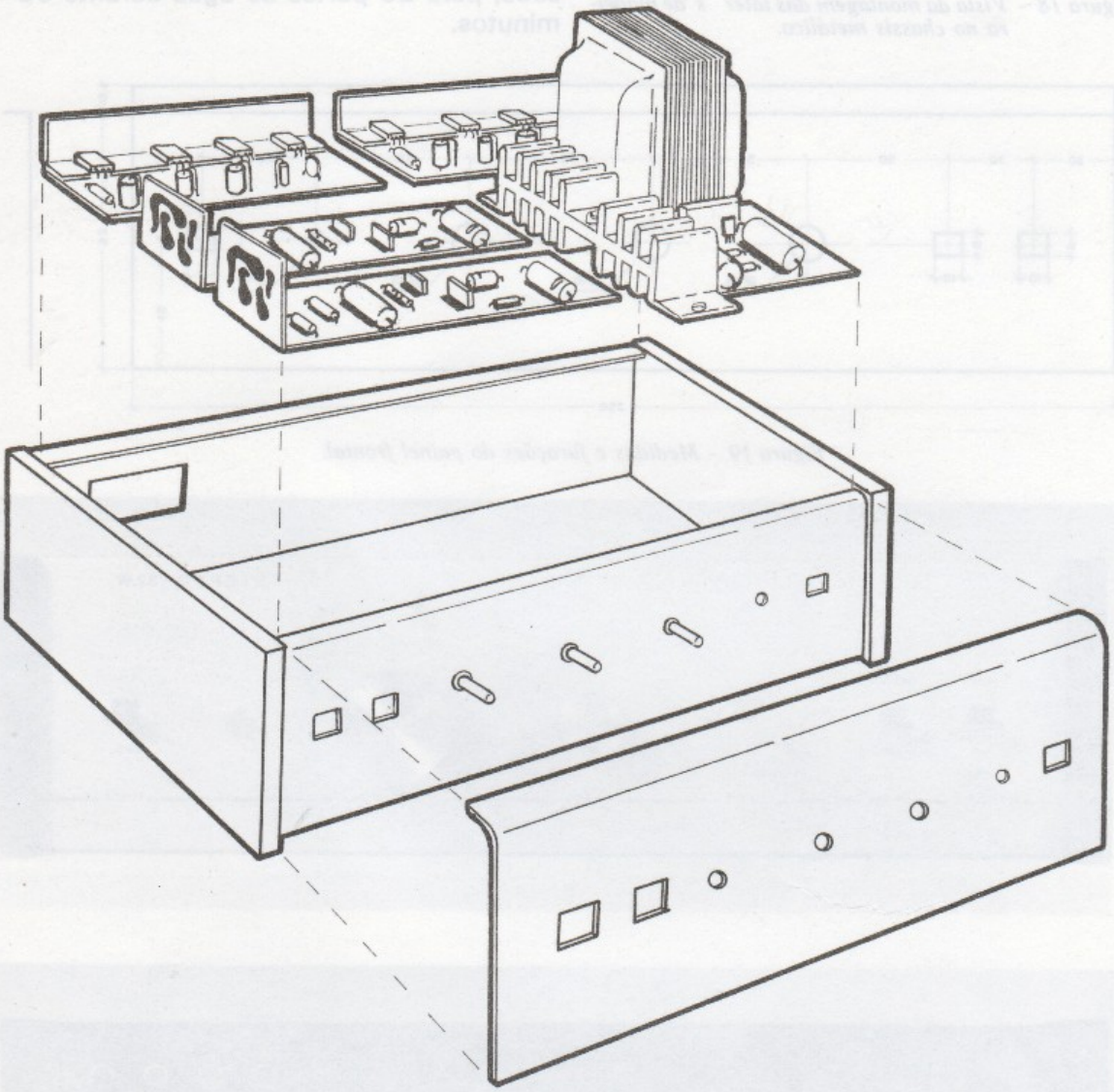


*Figura 20 - Vista explodida da montagem dos circuitos e painel do amplificador.*

Depois de tudo fixado, deverá ser feita a fiação entre as placas, potenciômetros, tomadas, etc... Oriente-se através da fig. 21 para proceder as ligações.

Se o leitor montou o circuito do pré-amplificador equalizador para cápsula magnética, este deverá ser incorporado, ao circuito do pré-amplificador através de 3 pedaços de fio sólido que além de fixá-lo à placa do pré, fará contato elétrico entre o mesmo e pré-amplificador. Note os detalhes desta conexão no desenho da fig. 22.

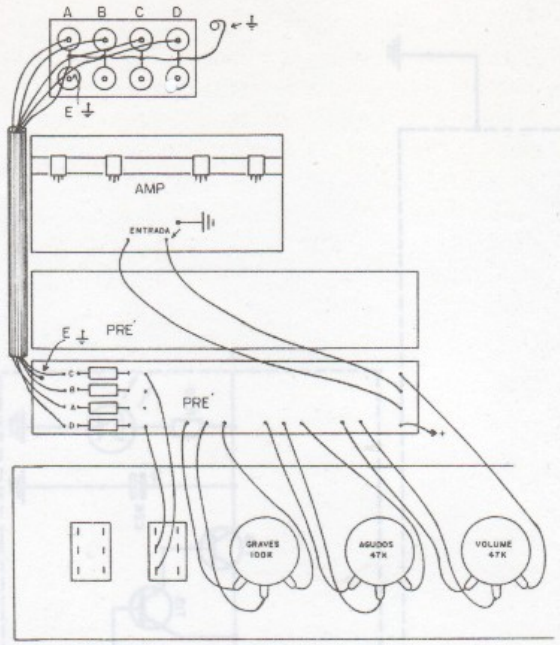



*Figura 21 - Detalhes das ligações do pré-amplificador.*

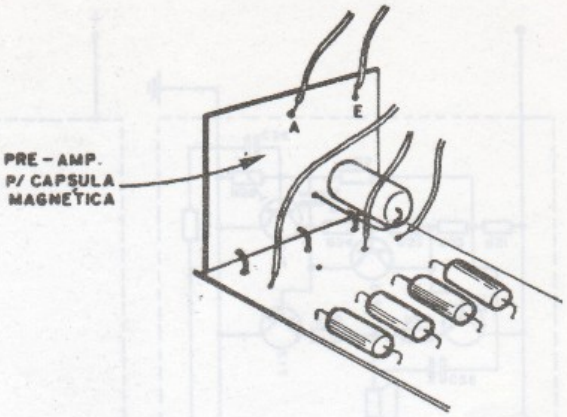
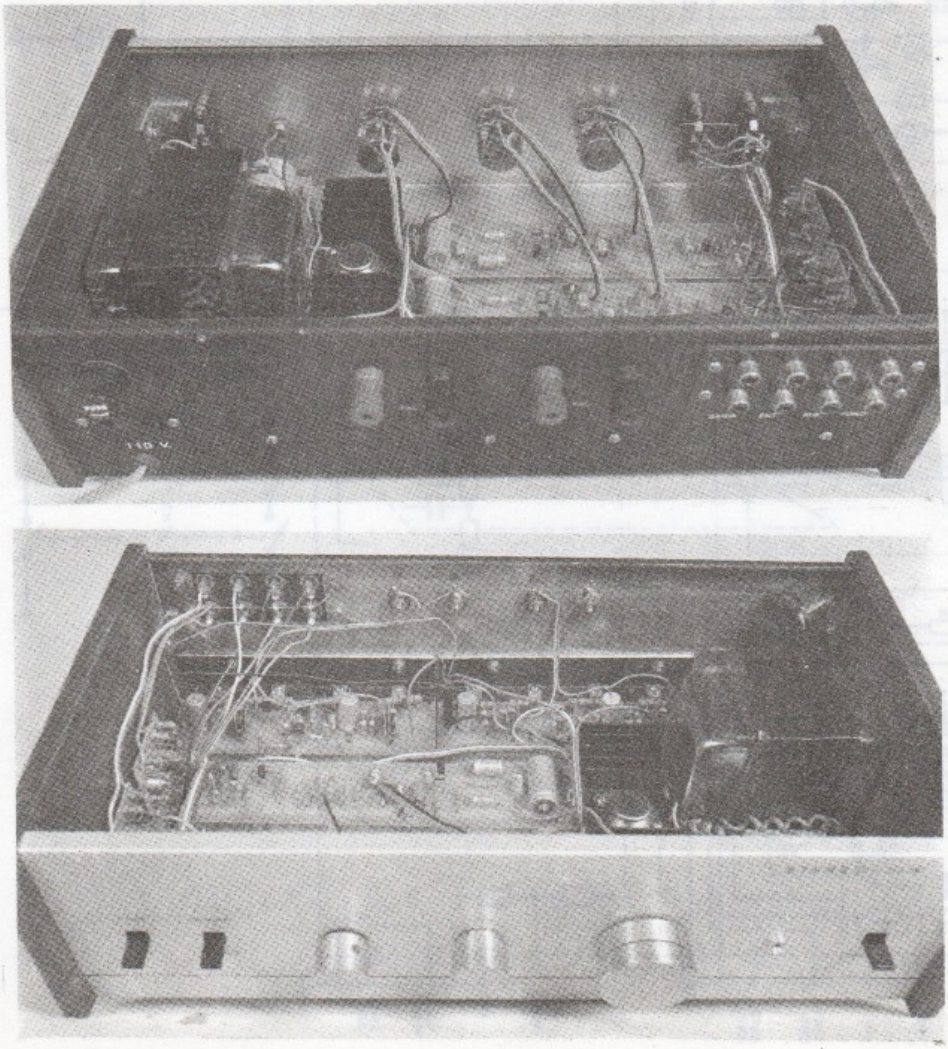



*Figura 22 - Detalhes da fixação e fiação do pré-amplificador para capsula magnética.*

Finalmente, depois de tudo pronto verifique se todas as ligações estão corretas para tal, o leitor poderá se orientar pelo esquema geral (fig. 23).



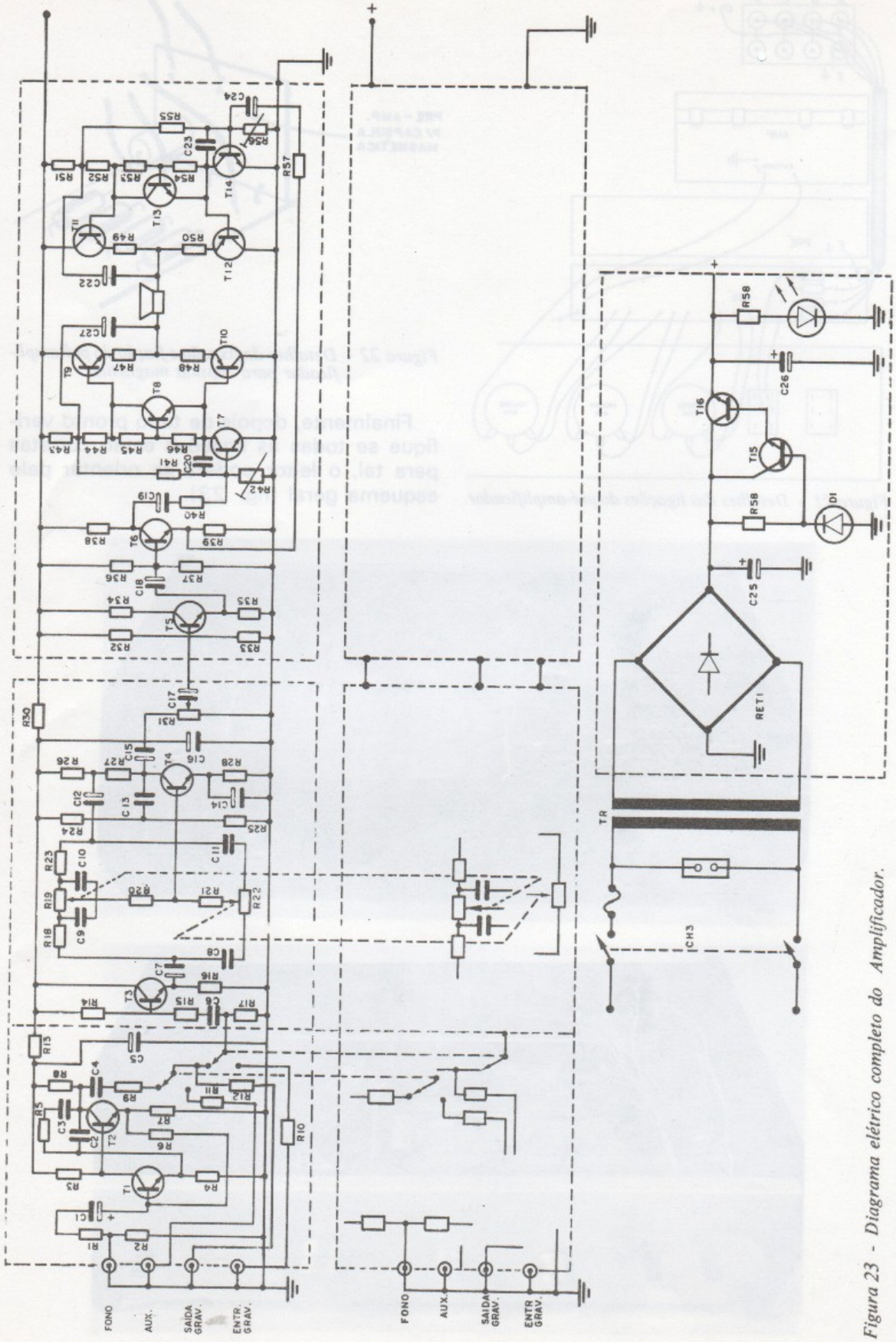
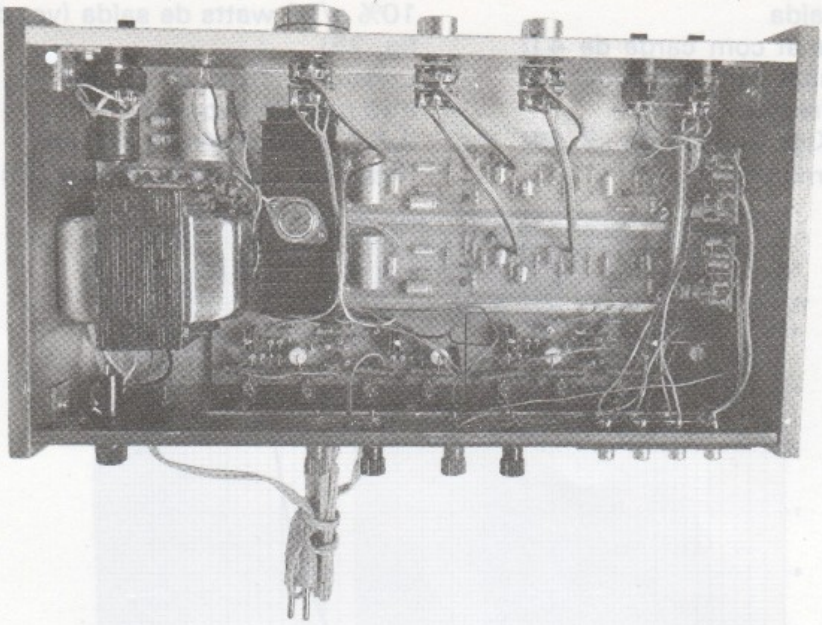



*Figura 23 - Diagrama elétrico completo do Amplificador.*



## AJUSTE DO AMPLIFICADOR

O ajuste deste amplificador é bastante fácil bastando para tal o leitor dispor de um simples multímetro.

Inicialmente deverá ser medida a tensão do fonte (por volta de 17 Vcc).

Em seguida, ligue o voltímetro entre a massa e um dos pontos da saída de um dos amplificadores. Ajuste o trim-pot correspondente àquele ponto para que a tensão lida no voltímetro seja exatamente a metade da tensão medida na fonte. Complete o ajuste fazendo o mesmo para os outros três pontos de saída.

Nota:- Durante o ajuste não deverá ser ligada carga nos amplificadores.

## CARACTERÍSTICAS DO AMPLIFICADOR

Sensibilidade e impedâncias de entradas

Fono - 20 mV - 20 KΩ
Aux. - 350 mV - 150 KΩ
Grav. - 350 mV - 220 KΩ

Atuação dos controles de tonalidade

Graves - P/30 Hz max. = + 17dB
min. = -18dB
Agudos - P/15 KHz max. = +16dB
min. = 18dB
(ver detalhes na fig. 24)

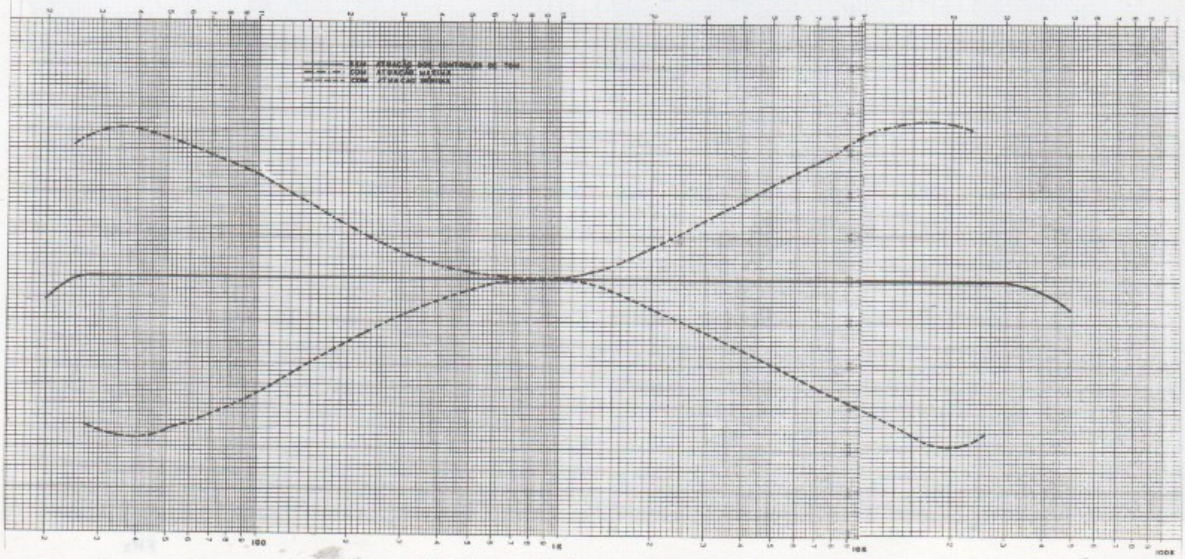


*Figura 24 - Atuação dos controles de tonalidade.*

Potência de saída
16 watts p/canal com carga de 4 Ω
10 watts p/canal com carga de 8 Ω
Resposta de freqüência
30 Hz a 30 KHz (pontos de -3 dB)
Distorção Harmônica
10% p/16 watts de saída (ver detalhes na fig. 25)
Consumo: Total (2 canais)
250 mA em repouso
2,5 A com potência máxima
Resposta em áudio (figura 26)

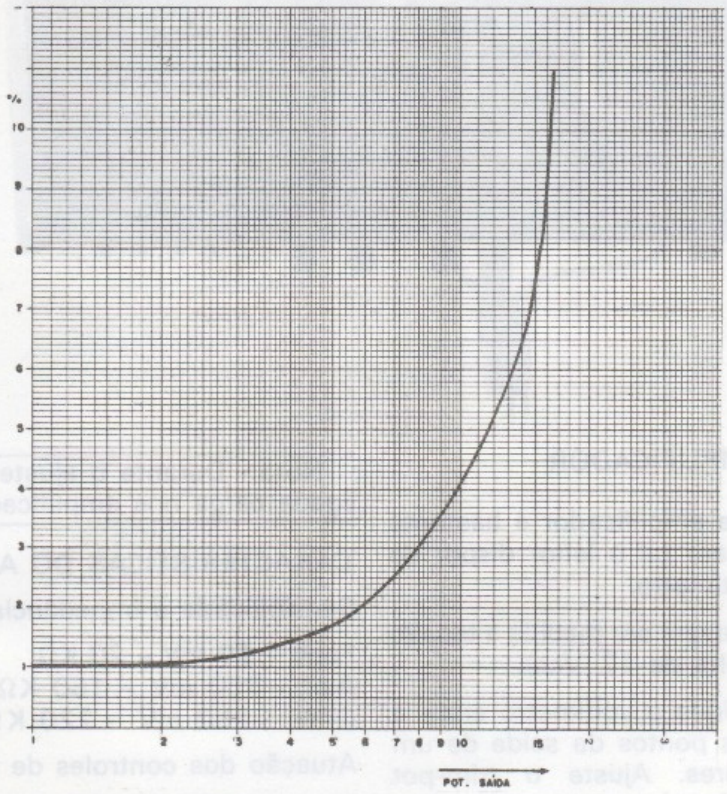



*Figura 25 - Curva da distorção harmônica em função da potência de saída (medidas à 1KHz).*

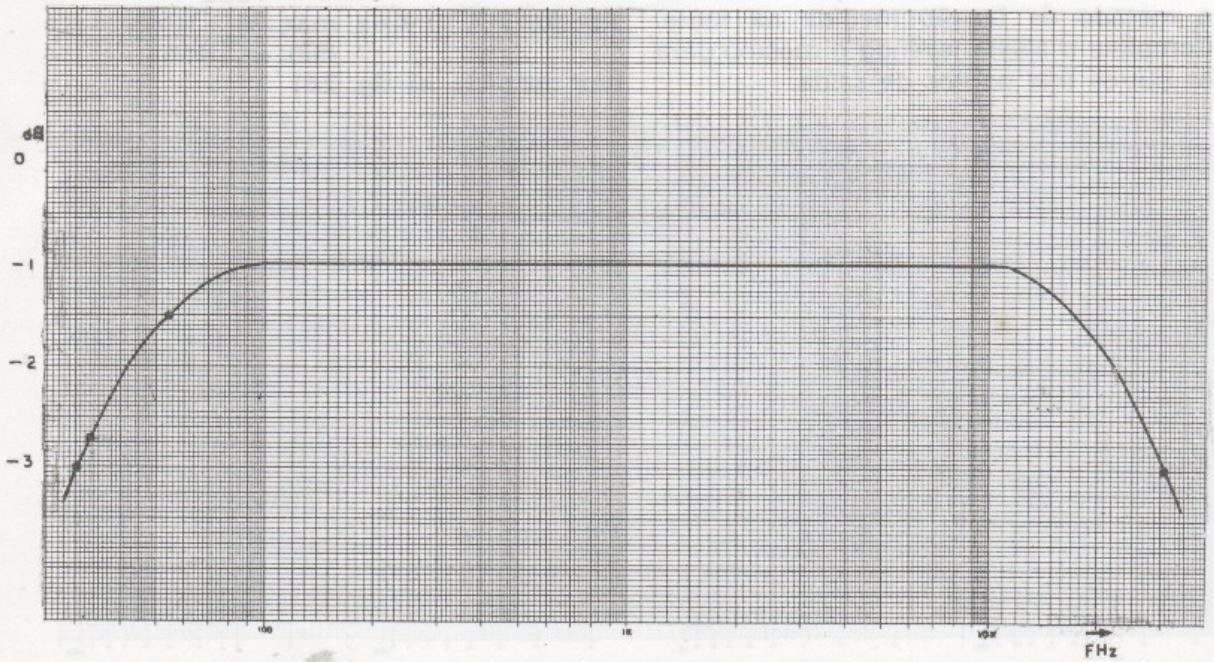



*Figura 26 - Curva de resposta do amplificador de áudio (controles de tom na posição "plana").*

## LISTA DE MATERIAL

OBs. Com excessão dos itens fonte de alimentação e diversos, os componentes citados devem ser adquiridos em dobro

*Transistores*

*T1 - BC 239*
*T2 - BC 238*
*T3 - BC 238*
*T4 - BC 238*
*T5 - BC 238*
*T6 - BC 238*
*T7 - BC 338*
*T8 - BC 548*
*T9 - BD 433*
*T10 - BD 434*
*T11 - BD 433*
*T12 - BD 434*
*T13 - BC 548*
*T14 - BC 338*

*Resistores (em ohms)*

*R1 - 2,7K*
*R2 - 56K*
*R3 - 220K*
*R4 - 680*
*R5 - 56K*
*R6 - 330K*
*R7 - 1,5K*
*R8 - 12K*
*R9 - 470K*
*R10 - 220K*
*R11 - 150K*
*R12 - 1M*
*R13 - 220*
*R14 - 1,8M*
*R15 - 5,6K*
*R16 - 4,7K*
*R17 - 820K*
*R18 - 6,8K*
*R20 - 22K*
*R21 - 2,2K*
*R23 - 6,8K*
*R24 - 330K*
*R25 - 39K*
*R26 - 5,6K*
*R27 - 1,2K*
*R28 - 560*
*R30 - 100*
*R32 - 27K*
*R33 - 15K*
*R34 - 22K*
*R35 - 22K*
*R36 - 82K*
*R37 - 47K*
*R38 - 1K*
*R39 - 1K*
*R40 - 3,9K*
*R41 - 22K*
*R43 - 68*
*R44 - 22*
*R45 - 100*
*R46 - 220*
*R47 - 0,47**
*R48 - 0,47**
*R49 - 0,47**
*R50 - 0,47**
*R51 - 68*
*R52 - 22*
*R53 - 100*
*R54 - 220*
*R55 - 22K*
*R57 - 3,9K*

*Obs. Todos resistores de carbono 1/4W.*
** — Resistores de 1W*

R 29 — SUPRIMIDO

*Potenciômetros e trim-pot*

*R19 - 100K - Lin pot. duplo com eixo único*
*R22 - 47K - Lin. pot. duplo com eixo único*
*R31 - 47K - Log. pot duplo com eixos concêntricos*
*R42 - 3,9K- Trim-pot*
*R56 - 3,9K- Trim-pot.*

*Capacitores*

*C1 - 2,2 uF x 25V Elet.*
*C2 - 1,8 nF*
*C3 - 4,7 nF*
*C4 - 100 nF*
*C5 - 100 uF x 25V Elet.*
*C6 - 100 nF*
*C7 - 4,7 uF x 25V Elet.*
*C8 - 4,7 nF*
*C9 - 33 nF*
*C10 - 33 nF*
*C11 - 4,7 nF*
*C12 - 2,2 uF x 25V Elet.*
*C13 - 68 pF - cerâmico*
*C14 - 47 uF x 25V Elet.*
*C15 - 4,7 uF x 25 V Elet.*
*C16 - 470 uFx 25 V Elet.*
*C17 - 4,7 uF x 25V Elet.*
*C18 - 2,2 uF x 25V Elet.*
*C19 - 4,7 uF x 25V Elet.*
*C20 - 100 pF - cerâmico*
*C21 - 100 uF x 25V Elet.*
*C22 - 100 uF X 25V Elet.*
*C23 - 100 pF - cerâmico*
*C24 - 4,7 uF x 25V Elet.*

*Fonte de Alimentação*

**Transistores**

T15 - BD139
T16 - 2N3055

**Resistores**

*R58 - 680Ω 1/2W*
*R59 - 1K Ω1/2W*

**Diodos**

D1 - Zener 15V x 1,3W
D2 - Led vermelho - (com moldura)

**Capacitores**

*C25 - 4700 uF*
*C26 - 1000 uF*

**Transformador**

Tr1 - Prim 110V / sec. 20V 3A.
*Ret.1 Ponte Retificadora*

**Diversos**

Ch1 - Chave de Alavanca tipo "H"
Ch2 - Chave de Alavanca tipo "H"
Ch3 - Chave de Alavanca tipo "H"
Ch3 - Chave de Alavanca tipo "H"
1- Conjunto de tomadas (8) tipo "RCA"
4 - Bornes p/lig. de alto-falantes
1 - Tomada elétrica p/ toca disco
1 - Cabo de força
2 - Knobs - simples
1 - Knob duplo
1 dissipador tipo BR130A

# TIRO AO ALVO ELETRÔNICO



*Newton C. Braga*

*Um brinquedo eletrônico excitante, fácil de montar que proporcionará a você e seus amigos muitas horas de sadio divertimento.*
*Dispare um feixe de luz concentrado num alvo e um sistema sensor dará um alarme se você acertar na mosca!*

Brinquedos eletrônicos são uma constante na atualidade. Entretanto, existem muitos que não são acessíveis aos montadores, principalmente novatos pela complexidade de seus circuitos. E, dos muitos brinquedos simples, realmente acessíveis aos principiantes, apenas uma parcela reduzida é realmente interessante a ponto de despertar a atenção a ponto de justificar uma montagem.

O tiro ao alvo eletrônico que descrevemos neste artigo reune características de simplicidade e ao mesmo tempo de eficiência que o tornam altamente atrativo. De fato, o sensor é sensível o bastante para permitir uma separação do alvo de até 10 metros, o sistema de disparo permite uma precisão ótima de tiro tendo isso aliado a efeitos sonoros muito efetivos.

Como o sistema de marcação de pontos que indica o momento que a mosca é atingida por um disparo é momentâneo não há necessidade de rearme de qualquer dispositivo podendo ser dados tantos tiros em seguida quanto seja a durabilidade de uma pilha comum, que diga-se de passagem é bastante grande.

O mais importante de tudo isso é que o brinquedo é totalmente inofensivo, pois o projétil consiste num feixe de luz de uma pequena lâmpada de lanterna que não pode causar dano de qualquer espécie (figura 1). Os pais que pretendem montar este brinquedo para filhos "anjinhos" não precisam se preocupar com vasos quebrados ou vidraças em vista de disparos errados, conforme sugere a figura 2.

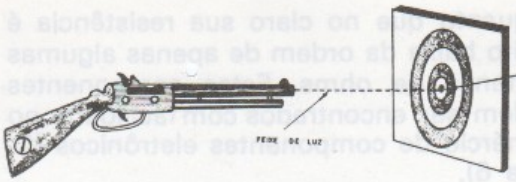



Figura 1




Figura 2

Como sempre fazemos, todos os projetos aos principiantes usam componentes de baixo custo e de fácil obtenção. Neste caso, muitos dos "componentes" não são eletrônicos exigindo um pouco de imaginação e habilidade mecânica dos montadores, mas diversas sugestões para problemas que podem surgir são dadas. Como exemplo citamos a arma que pode ser adaptada a partir de brinquedos plásticos já existentes no comércio ou montadas totalmente com canos de PVC e madeira compensada.

Com relação ao alvo, diversas são as possibilidades, que serão sugeridas no restante do texto.

Para os que se interessarem pela montagem, um pouco de trabalho e habilidade permitirão a realização deste interessante passatempo.

## O CIRCUITO

A base do circuito é dada na figura 3. Temos um circuito de disparo colocado na arma que "dispara" uma pequena lâmpada incandescente quando o gatilho é apertado, emitindo um feixe de luz bastante estreito que deve atingir o elemento sensível colocado no alvo. Este elemento sensível ao ser atingido pela luz da arma dispara um sistema de alarme que emite um sinal sonoro.

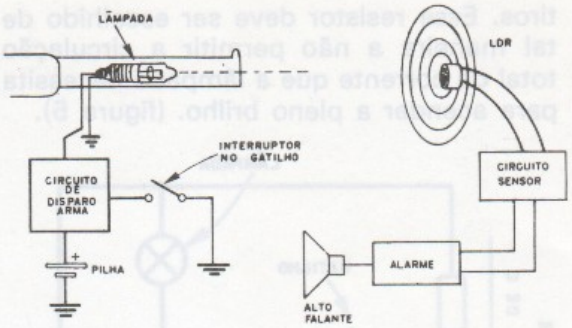



Figura 3

Analisando os dois circuitos separadamente vemos que diversos recursos foram introduzidos de modo a permitir um comportamento o mais cômodo e interessante possível. Começamos pelo circuito de disparo.

Ao ser apertado o gatilho, a lâmpada deve emitir um pulso de luz forte e de curta duração, mesmo que o gatilho seja mantido apertado por algum intervalo de tempo. Apenas um pulso deve ser emitido, porque se a lâmpada for mantida acesa enquanto o atirador mantiver o gatilho apertado, com um movimento de procura, ele pode deslocar o feixe de luz sobre o alvo até atingir seu centro (figura 4).

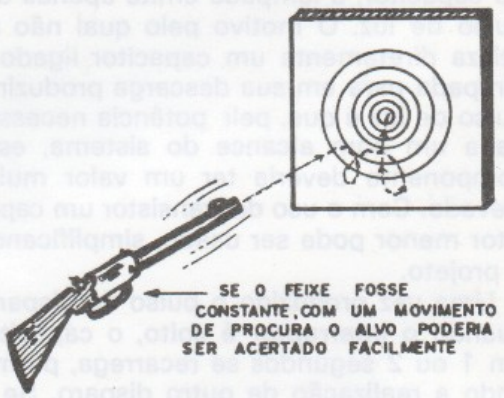



Figura 4

Para obter-se um pulso somente ao ser ligado o interruptor do gatilho usa-se um circuito bastante simples porém eficiente.

Uma lâmpada incandescente tipo "pingo d'água" é ligada no circuito de coletor de um transistor de potência. Um interruptor de pressão é ligado ao circuito de base deste mesmo transistor conectando um capacitor de valor elevado. O capacitor se carrega através de um resistor cujo valor determina o intervalo mínimo entre dois

tiros. Esse resistor deve ser escolhido de tal maneira a não permitir a circulação total da corrente que a lâmpada necessita para acender a pleno brilho. (figura 5).

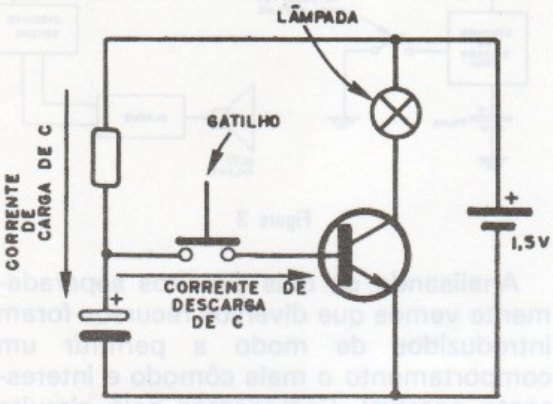



Figura 5

Quando o capacitor se encontra carregado pressionando-se o interruptor ocorre durante uma fração de segundos sua descarga pela junção base-emissor do transistor, circulando então um pulso de corrente intensa entre o coletor e o emissor do mesmo semicondutor o qual faz a lâmpada acender. Como a corrente de coletor tem a mesma duração da corrente de descarga do capacitor, a lâmpada emite apenas um pulso de luz. O motivo pelo qual não se utiliza diretamente um capacitor ligado à lâmpada para em sua descarga produzir o pulso de luz é que, pela potência necessária a um bom alcance do sistema, este componente deveria ter um valor muito elevado. Com o uso do transistor um capacitor menor pode ser usado, simplificando o projeto.

Uma vez produzido o pulso de disparo, quando o interruptor é solto, o capacitor em 1 ou 2 segundos se recarrega, permitindo a realização de outro disparo. Se o interruptor for disparado antes, o pulso de luz será fraco e mesmo que acerte o alvo não provocará o acionamento do sistema de alarme.

O circuito sensor tem como elemento fundamental um LDR (Light Dependent Resistor) ou como também é conhecido "foto-resistor". Trata-se de um componente cuja resistência apresentada à corrente elétrica depende do gráu de iluminação de uma superfície sensível de sulfeto de cádmio.

No escuro sua resistência é elevada, da ordem de muitos milhões de ohms, enquanto que no claro sua resistência é muito baixa da ordem de apenas algumas centenas de ohms. Estes componentes podem ser encontrados com facilidade no comércio de componentes eletrônicos (figura 6).

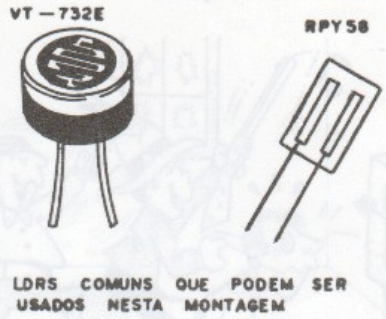



Figura 6

Esse LDR pode ser ligado a dois tipos de circuitos de disparo, cuja escolha depende do leitor. Pode ser ligado a um SCR diretamente, o qual alimenta um sistema indicador, lâmpada ou alarme. Esta configuração entretanto apresenta o incoveniente de que, uma vez disparado, o SCR precisa ser desligado pelo atirador, exigindo assim que se extenda até o mesmo, um par de fios ligados a um interruptor de pressão o qual pode ser inclusive acionado com o pé, conforme sugere o diagrama da figura 7.

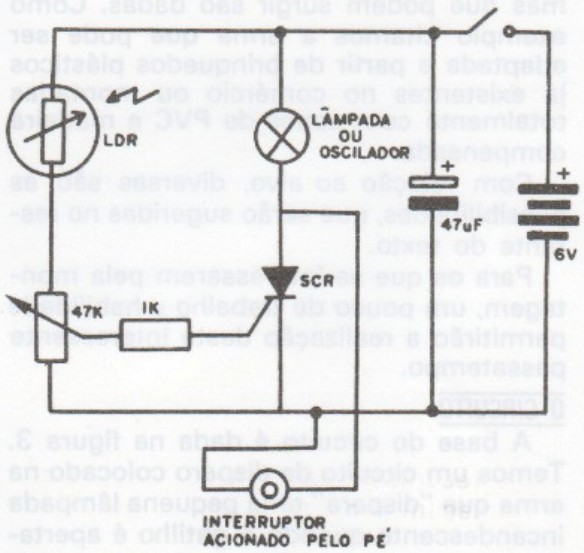
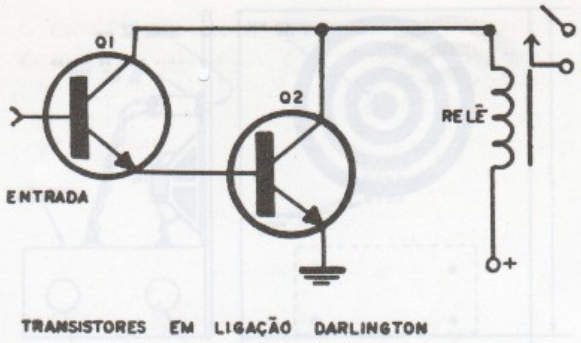



Figura 7

A segunda possibilidade consiste no uso de dois transistores num circuito Darlington de grande sensibilidade o qual aciona um relê do tipo sensível usado em circuitos




TRANSISTORES EM LIGAÇÃO DARLINGTON

Figura 8

transistorizados. (figura 8). Esta segunda versão pelo fato de se rearmar sozinha depois de acertado o alvo é a que exploraremos no decorrer de nosso artigo.

As duas versões exigem o uso de um controle de sensibilidade de modo a compensar a iluminação ambiente e levar o circuito ao máximo de eficiência. Com um ajuste bem feito, e pouca iluminação ambiente (deve-se evitar que a luz incida diretamente no alvo), o alcance do tiro pode chegar até em torno de 10 metros. É claro que, nestas condições deve ser considerado que o feixe de luz se disperse, facilitando o acerto do tiro.

O circuito de alarme também oferece diversas opções. O SCR pode disparar um oscilador transistorizado ou uma pequena lâmpada, enquanto que com o relê não só os dois circuitos anteriores podem ser acionados, como também circuitos para a rede local, como campainhas, cigarras ou lâmpadas de grande potência. Damos as possibilidades, a escolha fica a cargo do montador.

## MONTAGEM

Dividiremos o circuito em duas partes para facilitar mais os montadores: analisaremos a construção do circuito do alvo e do circuito da arma. Em ambos o leitor deverá dispor de recursos tanto para trabalhos eletrônicos, ou seja, ferro de soldar, alicate de corte e ponta, chaves de fenda como recursos para confecção do alvo.

Começamos por descrever a montagem do alvo:

## I - CIRCUITO DO ALVO

O circuito completo do sistema sensor é mostrado na figura 9. Este circuito pode ser usado para disparar uma simples lâm-

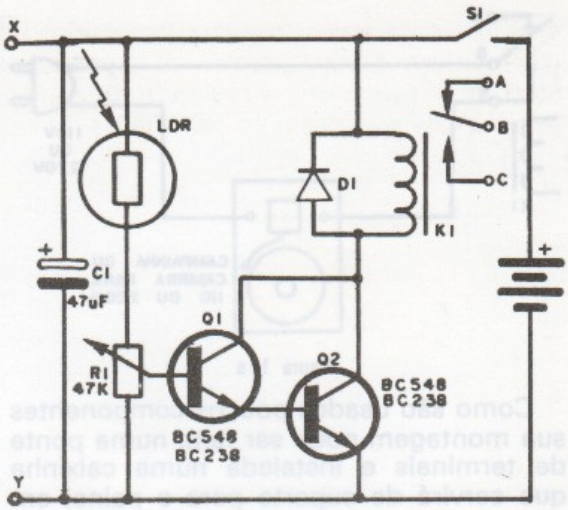



Figura 9

pada indicadora de 6 V cuja maneira de ligar é mostrado na figura 10, um circuito oscilador de áudio cujo diagrama e maneira de ligar é mostrado na figura 11, ou então uma campainha ou cigarra para a rede de corrente alternada cuja maneira de ligar é mostrada na figura 11A.

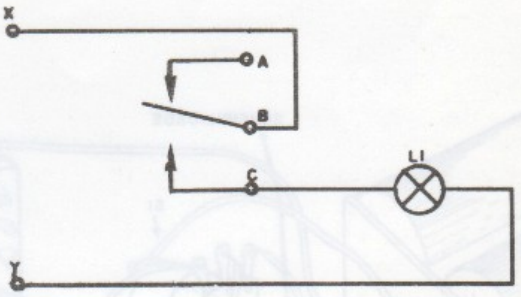



Figura 10

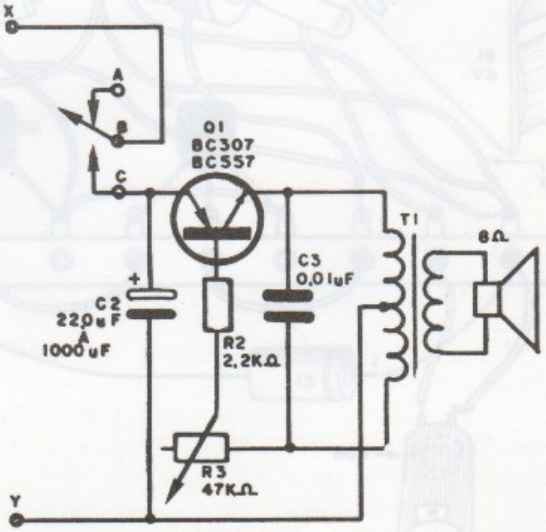



Figura 11

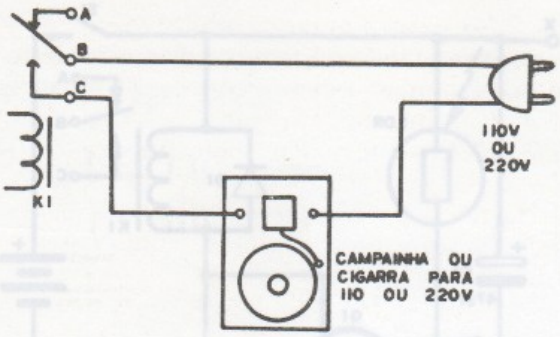



Figura 11a

Como são usados poucos componentes sua montagem pode ser feita numa ponte de terminais e instalada numa caixinha que servirá de suporte para o painel em que teremos o alvo. Na nossa sugestão damos detalhes para a montagem com o sistema de alarme com oscilador de áudio Na figura 12 temos a maneira como o alvc, o alto-falante, o sensor e a caixa são dispostos nesta configuração. O alto-falante comum de 8 ohms é colocado preso ao alvo devendo ser feitos furos para saída do som.

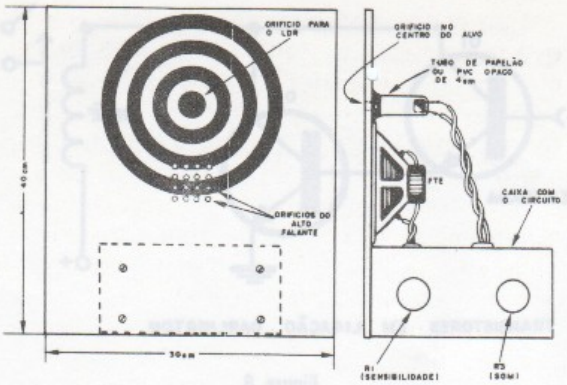



Figura 12

O LDR será colocado dentro de um tubo opaco de papelão ou PVC de modo que somente a luz de uma direção, num feixe estreito, possa ser captada.

A montagem de todo o circuito eletrônico que vai instalado na caixinha é mostrada na figura 13. Temos dois controles que ficam acessíveis do lado externo da caixa: o controle de sensibilidade do LDR e o controle de tonalidade do oscilador de áudio.

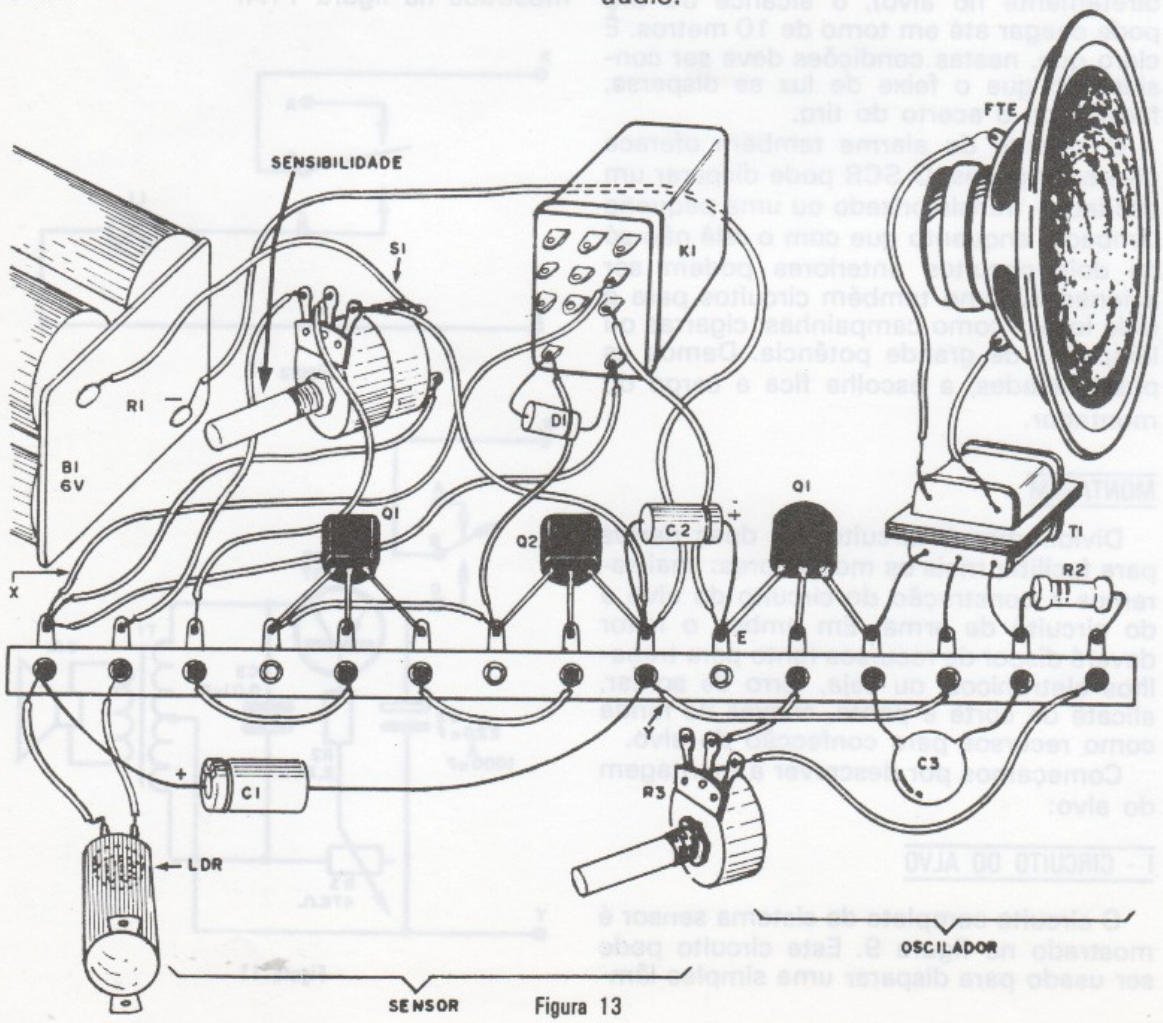



Figura 13

Começe a montagem preparando o alvo que pode ser feito numa tábua de 30 x 40 cm de compensado. Esta tábua deve ter orifícios para a saída do som do alto-falante, e para o LDR. O furo do LDR deve ter entre 2 e 5 mm. Na parte posterior da tábua é fixada a caixinha de aproximadamente 12 x 15 x 8 cm na qual é instalado o circuito eletrônico e a fonte de alimentação que consiste em 4 pilhas pequenas.

Na montagem do circuito eletrônico e instalação na caixinha devem ser observados os seguintes cuidados:

a) Observe a posição correta dos transistores (ou do SCR se o usar) e na sua soldagem evite o excesso de calor.

b) Na hora de comprar o relê se tiver dúvidas quanto aos terminais a serem usados, consulte o vendedor pedindo para o mesmo fazer a identificação. Na figura 14 damos as bases dos relês mais comuns recomendados com a designação de acordo com o diagrama dos terminais a serem usados.

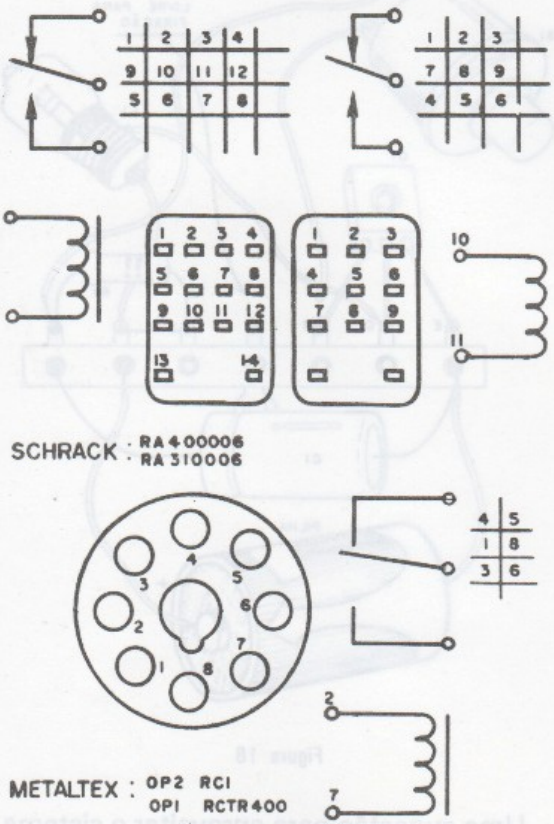



Figura 14

c) Observe a polaridade do capacitor eletrolítico e do diodo em paralelo com o enrolamento do relê.

d) Se a caixa onde o circuito for instalado for de alumínio tome o máximo cuidado para não haver nenhum contato da mesma com a ponte de terminais.

e) O LDR deve ficar colocado no tubo opaco de modo a receber luz apenas do orifício no centro do alvo. Vede a parte posterior do tubo com uma rolha ou qualquer material opaco.

f) Com o controle de sensibilidade é ligado o interruptor que liga e desliga o aparelho.

Completada a montagem do alvo, antes mesmo de montar a arma você pode testar sua eficiência usando para esta finalidade qualquer fonte de luz disponível: uma lanterna, uma vela, fósforos ou uma lâmpada comum.

## PROVA DO CIRCUITO DO ALVO

Completada a montagem do circuito do alvo, coloque apenas o LDR em posição de funcionamento colando o tubo, no qual ele é instalado, no painel.

Confira todas as ligações e coloque as pilhas no suporte.

a) Acione o interruptor que liga a unidade, girando R1 até ouvir o estalido de seu interruptor.

b) Com um pedaço de fio curto-circuite, ou seja, interligue momentaneamente os terminais B e C do relê, ou seja, ligue diretamente à fonte o circuito oscilador. (figura 15).

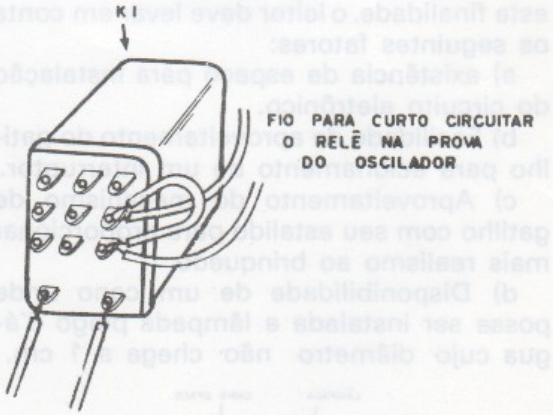



Figura 15

c) Ajuste então R3 para que o oscilador entre em funcionamento emitindo um apito contínuo. Se isso não acontecer com um multímetro na escala de tensões, verifique se o oscilador está recebendo alimentação.

Entre os pontos X e Y do circuito deve haver uma tensão de 6V, e com o relê curto-circuitado deve também haver 6 V de tensão entre o emissor e o ponto X. Se não houver tensão, verifique um possível erro na montagem. Se houver tensão e o oscilador não operar, verifique seu circuito.

d) Uma vez ajustado R3, estando o oscilador perfeito, desfaça o curto circuito, e ajuste agora R1 para que o oscilador pare de funcionar.

e) Girando vagarosamente R1 o leitor deve colocar este controle num ponto em que o oscilador "quase entra em funcionamento", ou seja, no limiar da sensibilidade. Se isso não for possível, verifique o circuito de disparo: interligando com uma ponta de prova os pontos entre o coletor e o emissor de Q2 o relê deve acionar o oscilador. Do mesmo modo interligando o coletor e a base do Q1. Se isso não acontecer o problema pode estar com os transistores.

f) Uma vez no ponto de funcionamento, acenda um foco de luz no alvo. O LDR deve receber essa luz acionando o relê e o oscilador.

## II - CIRCUITO DE ARMA

Para a elaboração do "rifle" o leitor tem duas possibilidades: pode montar totalmente a arma, usando madeira e canos, conforme sugere a figura 16, ou então partir de um "rifle" de brinquedo dos muitos tipos que podem ser adquiridos em lojas especializadas. Na escolha de um rifle para esta finalidade, o leitor deve levar em conta os seguintes fatores:

a) existência de espaço para instalação do circuito eletrônico.

b) Facilidade de aproveitamento do gatilho para acionamento de um interruptor.

c) Aproveitamento do mecanismo de gatilho com seu estalido para proporcionar mais realismo ao brinquedo.

d) Disponibilidade de um cano onde possa ser instalada a lâmpada pingo d'água cujo diâmetro não chega a 1 cm.

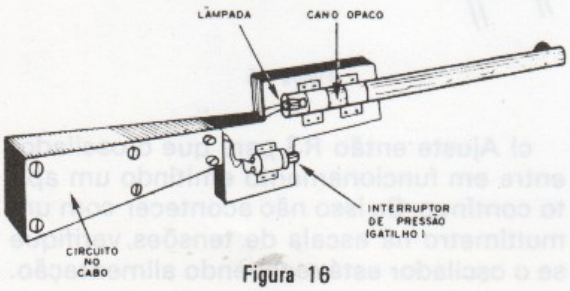



Figura 16

O circuito completo a ser usado na arma é dado na figura 17. No nosso protótipo usando uma pilha média para alimentação pudemos com facilidade instalá-lo totalmente no cabo de um rifle de brinquedo. Sua montagem em ponte de terminais é mostrada na figura 18.

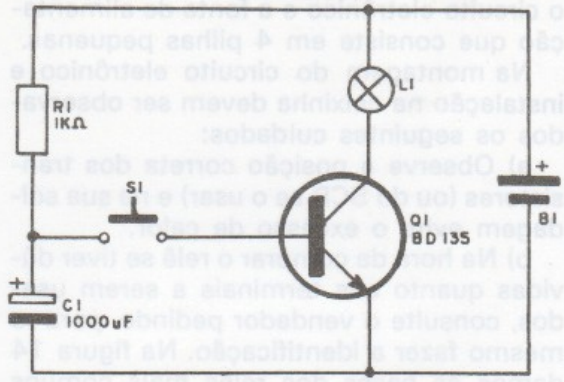



Figura 17

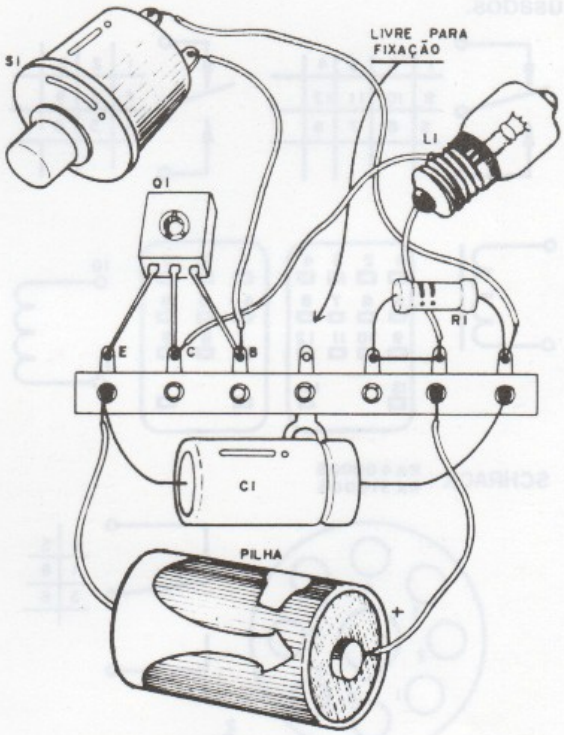



Figura 18

Uma sugestão para aproveitar o sistema de gatilho já existente como interruptor é dada na figura 19. Observe no seu planejamento que o gatilho ao ser disparado deve em seu movimento fechar os contactos do interruptor.

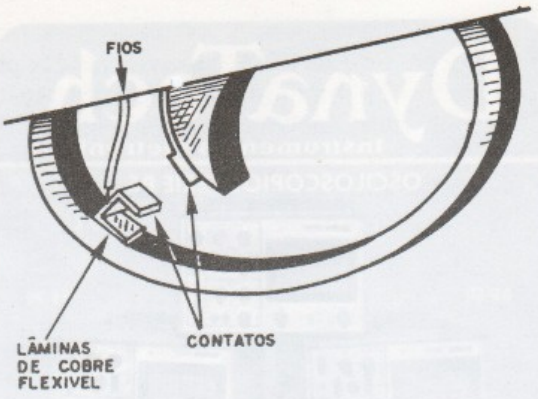



Figura 19

Para um modelo simplificado o sistema pode consistir num simples interruptor de pressão do tipo usado como botão de campainha.

Na montagem e instalação do circuito de disparo são as seguintes precauções principais a serem tomadas:

a) Observe a posição do transistor na ponte de terminais.

b) Faça com cuidado a soldagem dos fios de ligação à pilha. Se tiver dificuldade em obter suporte solde os fios em seus polos.

c) Instale com cuidado a lâmpada no cano do brinquedo de modo que seu foco fique orientado da maneira correta, ou seja, na linha de mira da arma.

d) Observe a polaridade do capacitor eletrolítico

e) Observe com cuidado se não existe nenhum contacto de qualquer ponto do circuito com a arma se esta for de metal.

f) Antes de pensar ligar em definitivo o sistema de gatilho que consiste no interruptor, faça uma prova deste circuito.

## PROVA DO CIRCUITO DE DISPARO

Confira todas as ligações, e se tudo estiver em ordem, provisoriamente ligue um fio à base do transistor e outro fio ao polo positivo do capacitor.

Encostando um fio no outro a lâmpada deve emitir um pulso curto de luz que corresponde ao tiro. Desligando os fios por um dois segundos o capacitor se carrega novamente, podendo ser repetida a operação com um novo tiro.

Uma vez constatado um funcionamento perfeito, instale o sistema de gatilho, coloque o circuito na arma em posição definitiva.

## USANDO O BRINQUEDO

Conferido o funcionamento da arma e do alvo, coloque o alvo a uns 5 metros da mira da arma em local cuja iluminação não seja excessiva (não deixe o orifício do alvo receber luz direta). Ligue o circuito e ajuste a sua sensibilidade para um ponto próximo ao disparo.

Afaste-se inicialmente uns 2 metros do alvo apenas, mire e dispare. O circuito deve oscilar por um ou dois segundos indicando a operação do sistema. Afaste-se mais e repita a operação. Se o circuito não disparar verifique sua sensibilidade, fazendo um ajuste. Se houver dificuldade com esta operação veja se o LDR não está recebendo iluminação de algum lugar.

Se o feixe de luz se dispersar muito, facilitando o acerto do alvo, você pode reduzí-lo colocando um disco de papelão na boca do cano da arma com somente um pequeno orifício.

Com tudo em ordem, pode divertir-se à vontade. A duração da pilha da arma é bastante grande para garantir muito tempo de operação, mas se o leitor quiser, pode montar a fonte da figura 20, que permite a alimentação pela rede local do circuito de alvo.

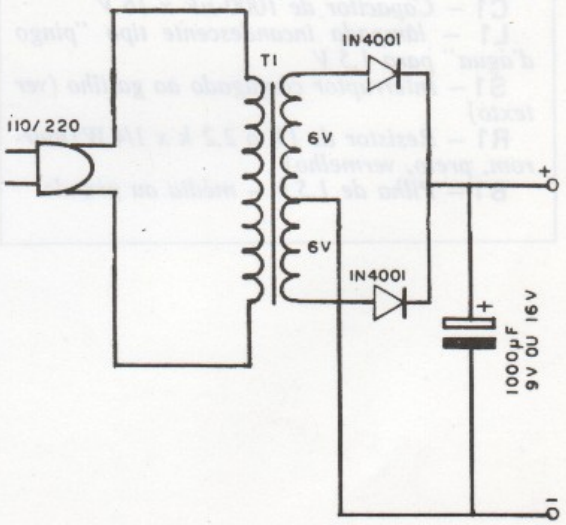



Figura 20

## Lista de Material

*a)* **Para o circuito do alvo** *(versão com relê)*

Q1,Q2 – *BC238 ou BC548 – transistores NPN para uso geral.*

K1 – *Relê para 6V – 40 ohms ou mais (Schrack RA400006 ou RA310006; Metaltex OP2 RC1 ou OP1 RCTR400).*

D1 – *diodo 1N4001 ou equivalente.*

LDR – *LDR comum para uso geral.*

R1 – *potenciômetro de 47 k ohms com chave.*

C1 – *47 µF x 6 V – capacitor eletrolítico para 6 V ou mais.*

*Diversos: ponte de terminais, suporte para pilhas, fios, solda, etc.*

*b)* **Para o sistema I**

L1 – *lâmpada de 6V x 50 mA (Philips 7121D ou equivalente).*

*c)* **Para o sistema II**

Q1 – *BC307 ou BC557 – transistor.*

T1 – *transformador de saída miniatura para transistores.*

C2 – *220 µF à 1000 µF – capacitor eletrolítico (quanto maior o valor, mais longo o toque).*

C3 – *0,01 µF – capacitor de cerâmica*

R3 – *47 Ω k – potenciômetro*

FTE – *alto-falante de 8 ohms (qualquer tamanho)*

*Diversos: fios, solda, ponte de terminais, knob para o potenciômetro, etc.*

*d)* **Para o sistema III**

C – *cigarra ou campainha para 110 ou 220 V*

*Diversos: cabos de alimentação, fios, etc.*

*e)* **Circuito de disparo**

Q1 – *Transistor BD135 ou equivalente*

C1 – *Capacitor de 1000 µF x 16 V*

L1 – *lâmpada incandescente tipo "pingo d'água" para 1,5 V*

S1 – *Interruptor conjugado ao gatilho (ver texto)*

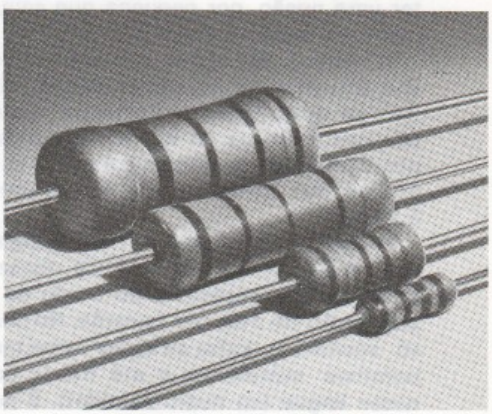
R1 – *Resistor de 1K à 2,2 k x 1/4 W (marrom, preto, vermelho)*

B1 – *Pilha de 1,5 V – média ou grande.*




# Quando você precisar de resistores de carbono, procure a Constanta. Ela é conhecida até na China.

A Constanta tem uma rede de revendedores que cobre todo o Brasil, onde você encontra resistores de carbono de todas as vatagens: 0,33 - 0,5 - 0,67 - 1,15 e 2,5. Com tolerâncias de 5 e 2%.
O tipo de embalagem você escolhe: enfitados em carretéis ou em caixas.
O mais alto padrão de qualidade, à altura das mais severas exigências das indústrias eletrônicas. Uma larga experiência, conhecida até na China.



**CONSTANTA**

**ELETROTÉCNICA S.A.**

Escritório de vendas:
Rua Peixoto Gomide, 996
3.º andar - Tel.: 289-1722
Caixa Postal 22.175 - São Paulo SP

# Os VDRs



## *Características e Aplicações*

## I

**Aquilino R. Leal**

Com a terminologia existente no campo da eletrônica é quase que impossível, a partir das siglas, ter uma noção, por pequena que seja, do componente ou produto eletrônico.

A maioria das siglas, principalmente no Brasil, são provenientes de expressões do idioma inglês. Isto se deve, fundamentalmente, à grande infiltração deste idioma no nosso País, pois, uma parte dos componentes eletrônicos e folhas de especificações dos componentes são provenientes dos E.E.U.U.

A reação em aceitar ou não as siglas "importadas" depende, basicamente, da riqueza do idioma onde são implantadas e do modo de discernir da população do País em questão. No nosso caso não só aceitamos todas as siglas como também incorporamos expressões e até frases completas na nossa lingua (no duplo sentido!). É lastimável,por um lado, tal procedimento pois, afinal de contas, o idioma português é dos mais ricos na face da Terra, por outro lado isto é bom, pois para cada campo da ciência (no caso, a eletrônica) existe um vocabulário específico que não traz ambigüidade de sentido dos termos empregados usualmente num "diálogo técnico". Um exemplo do que acabamos de dizer é a expressão "lay out" que até hoje, pelo menos eu, não tenho encontrado um termo de expressão tipicamente português capaz de, realmente, traduzir o que entendemos por "lay out".

É interessante observar como numa reunião de pessoas técnicas é difícil fazer-se entender; cada profissão ou ramo da ciência tem uma forma bem específica de se comunicar; esta forma de comunicação só é intelegível àqueles que exercem esta profissão específica. É o caso, por exemplo, da sigla PCM que só diz algo áqueles que lidam com a eletrônica ou telecomunicações: a um técnico nestes campos teremos dito que se trata de uma modulação ou código de pulsos (MCP), isto se o técnico falar português (ou inglês!); para o caso de um técnico espanhol, por exemplo, em eletrônica, também não teremos dito absolutamente nada! É porque a língua castelhana (ou serão os espanhóis?) "espanhola" tudo o que vier "na reta"! No caso, ele usará a sigla MIC ("Modulación por Impulsos Codificados") que a sigla da frase inglesa "Pulse Code Modulation" já traduzida para o castelhano.

A intenção aqui não é a de "traduzir" todas as siglas nem tampouco fornecer o seu significado pois isto é uma tarefa árdua senão impossível; a

intenção é a de apresentar ao leitor algumas características funcionais de um VDR.

— ???!!

É... assim não dá! Temos aí mais uma sigla! VDR é a sigla proveniente da expressão "Voltage Dependent Resistor". Certo?

— ???!!

Bem... isto significa: Resistência Dependente da Tensão (RDT?!). Entende-se por tal, um componente cuja resistência diminui ao aumentar-se a tensão — este componente é denominado "varistor", expressão esta procedente, igualmente, do inglês (como não poderia deixar de ser!), da contração das palavras "VARiable resISTOR" (resistor variável); no entanto, sob a denominação varistor se compreendem também outras resistências não ohmicas (resistências que não obedecem a lei de Ohm) como, por exemplo, as resistências NTC, PTC e LDRs.

— ????!!

Meu caro... siglas de expressões "importadas"!

resistências NTC: "Negative Temperature Coefficient" ou: resistências com coeficiente de temperatura negativo (RCNT?);

resistências PTC: "Positive Temperature Coefficient" ou: resistências com coeficiente de temperatura positivo (RCPT?);

resistências LDR: "Light Dependent Resistor ou: resistências dependentes da luz (RDL?).

O VDR é, portanto, um resistor cuja resistência varia com a tensão aplicada entre seus terminais. A característica típica "tensão versus corrente" de um VDR convencional é mostrada na figura 1, observar que esta curva se assemelha à que se obteria pela conexão de diodos em antiparalelo (figura 2). Notar a não linearidade entre V (tensão) e I (corrente) como ocorre nos resistores convencionais aos quais podemos aplicar a conhecida lei de Ohm: V = I.R que, corresponde, graficamente, à reta mostrada na figura 3.

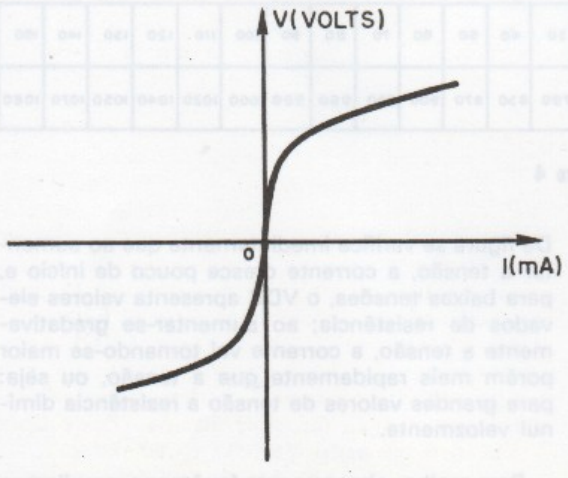



figura 1

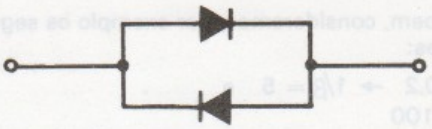


figura 2

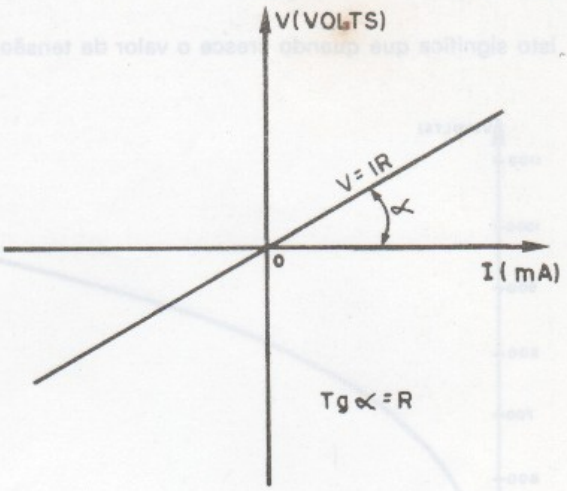



figura 3

A relação entre tensão e corrente de um VDR (figura 1) pode ser expressa por intermédio de uma fórmula bastante simples, ou seja:

$$V = C.I^{\beta} \quad (1)$$

em que:

C é uma constante construtiva que depende fundamentalmente da seção e do comprimento do elemento VDR,

$\beta$ é uma constante do material que caracteriza o aumento de tensão em relação com o crescimento da corrente.

Para os VDRs práticos, os valores de C se encontram entre 100 e 1000 enquanto os de $\beta$ entre 0,17 e 0,25. Obsevar que os números C e $\beta$ são coeficientes adimencionais aos quais não corresponde nenhuma unidade. E em verdade a expressão (1) não é certamente a mais correta pois não expressa convenientemente as unidades de V e de I, o certo, matematicamente, seria:

$$\frac{V}{\text{volts}} = C.\left(\frac{I}{\text{ampéres}}\right)^{\beta} \quad (2)$$

e, desta forma, realmente, C e $\beta$ podem ser considerados adimensionais.

Em relação às expressões (1) e (2), se $\beta = 1$, C representa uma resistência e se verificará a linearidade entre Ve I,o que caracteriza a lei de Ohm - figura 3.

A expressão (2) pode ainda ser escrita como:

$$\left(\frac{V}{\text{volts}}\right)^{1/\beta} = C^{1/\beta}.\frac{I}{\text{ampères}} \quad (3)$$

Pois bem, consideremos, por exemplo os seguintes valores:

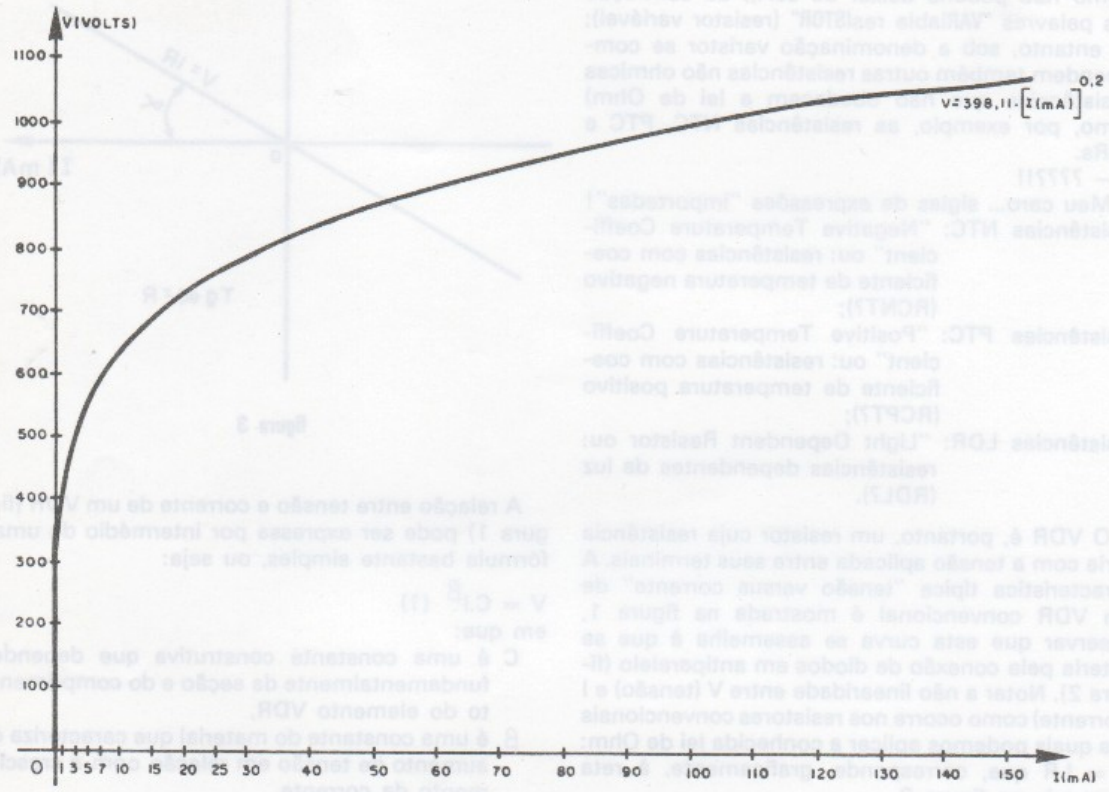
$\beta = 0{,}2 \rightarrow 1/\beta = 5$ e

$C = 100$

que, aplicados em (3), nos fornece:

$$\left(\frac{V}{\text{volts}}\right)^5 = 100^5 \cdot \frac{I}{\text{ampères}}$$

isto significa que quando cresce o valor da tensão no VDR, o valor da corrente que a percorre aumentará com a quinta potência da tensão, para os valores de $\beta$ e C fornecidos no exemplo. A figura 4 mostra a característica V versus I do VDR para estes valores; de imediato podemos observar pela análise desta figura que a região correspondente aos valores de I compreendidos entre, aproximadamente, 0 e 0,70mA, não apresenta um bom grau de precisão; para contornar o problema, como veremos adiante, poderíamos usar escalas logarítmicas em vez da escala linear empregada na figura 4.




| I(mA) | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V (VOLTS) VALOR APROXIMADO | 0 | 400 | 500 | 550 | 590 | 630 | 680 | 720 | 760 | 790 | 830 | 870 | 900 | 930 | 960 | 980 | 1000 | 1020 | 1040 | 1050 | 1070 | 1080 |

figura 4

Bem... por ora chega de matemática! Em realidade, não teremos de preocuparmos com estes cálculos, pois as folhas de características dos VDRs, fornecidas pelo fabricante contornam este problema não nós fornecendo uma expressão matemática como as apresentadas acima, e sim, uma família de curvas como a mostrada na figura 5; isto facilita enormemente o nosso trabalho de escolher este ou aquele VDR dentro os fornecidos pelo fabricante.

A figura 5 mostra as características tensão versus corrente para alguns valores usuais: $\beta = 0{,}19$ e C = 820, 680, 470, 330, 220 e 180.

Da figura se verifica imediatamente que ao aumentar a tensão, a corrente cresce pouco de início e, para baixas tensões, o VDR apresenta valores elevados de resistência; ao aumentar-se gradativamente a tensão, a corrente vai tornando-se maior porém mais rapidamente que a tensão, ou seja: para grandes valores de tensão a resistência diminui velozmente.

Para melhor observar este fenômeno, ampliamos a curva superior da família de curvas da figura 5, conforme é mostrado na figura 6. (C= 820 e $\beta$ =

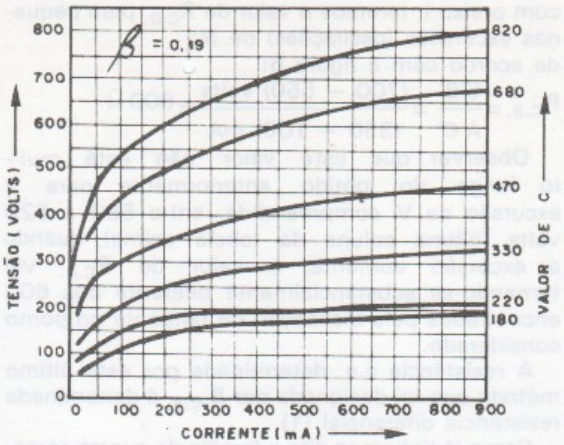



figura 5

0,19). A equação desta curva pode ser deduzida a partir de (2) ou seja:

$$\frac{V}{\text{volts}} 820.\left(\frac{I}{1000\ mA}\right)^{0,19} = \frac{820}{10^{0,57}}.\left(\frac{I}{mA}\right)^{0,19}$$

ou

$V\ 221.I^{0,19}$ com: V em volts e I em miliampéres.

Para os pontos A, B, C, D, E, F e G assinalados na figura 6 temos os seguintes valores de V e I extraídos do gráfico, bem como o cálculo da resistência do VDR em cada um desses seis pontos:

| V (volts) | 342 | 450 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 10 | 50 | 200 | 300 | 450 | 600 | 850 |
| R = V / I (Ω) | 34200 | 9000 | 3000 | 2166 | 1556 | 1250 | 941 |

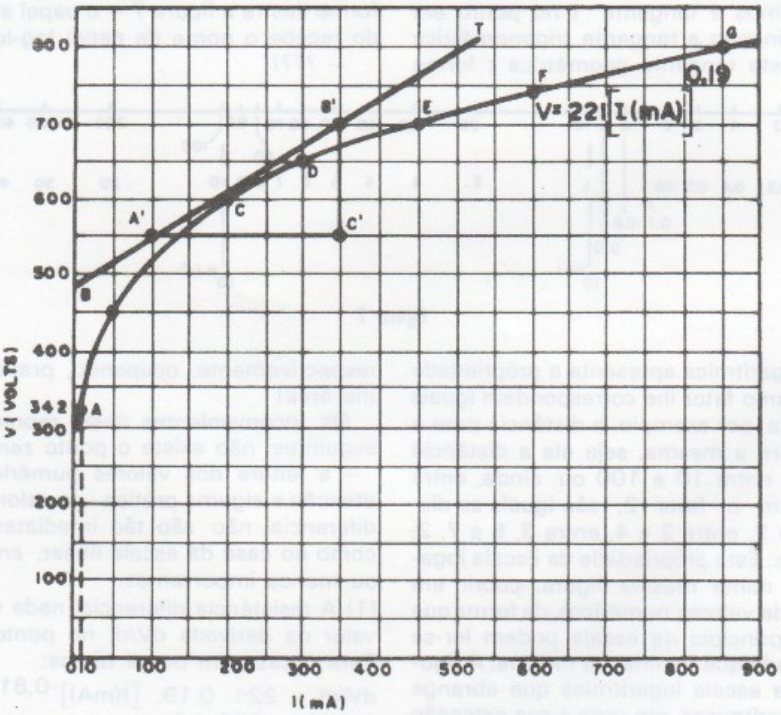



figura 6

Os valores calculados para R denominam-se **valores de resistência com/ corrente contínua** (ou resistência estática) e somente são válidas com a condição de que se aplique uma tensão contínua V ao VDR e que desta tensão circule uma corrente contínua I.

A resistência c.c. calculada acima só encontra aplicação secundária. Em primeiro lugar deveremos considerar a "resistência com oscilação" ou **resistência c.a.** como normalmente é conhecida. Para esclarecer este conceito faremos uso de um exemplo numérico: se a tensão no VDR (figura 6) oscila entre 700 e 750 volts, a isto corresponde uma variação na intensidade de corrente de 450 a 600 mA (vide tabela acima), assim:

variação de tensão=$\Delta V$=(750 − 700)=50 volts,
variação de corrente=$\Delta I$=(600 − 450) = 150mA
daí vem:

$$R_{c.a.} = \frac{\text{variação de V}}{\text{variação de I}} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{50\ \text{volts}}{150\ \text{mA}} \approx 333\ \Omega$$

Isto quer dizer que o valor da resistência com oscilação depende não somente do valor médio da tensão em torno do qual se verifica a oscilação senão tambem da amplitude desta oscilação; verifiquemos isto para as oscilações em torno de um valor médio igual a 600 volts (ponto C da figura 6); estabeleçamos uma nova tabela cujos valores de I são extraídos da curva apresentada na figura 6.

| V (volts) | 800↔400 | 700↔500 | 650↔550 | 620↔580 |
|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 850 ↔ 25 | 450 ↔ 80 | 300↔130 | 228↔160 |
| Δ V (volts) | 400 | 200 | 100 | 40 |
| Δ I (mA) | 825 | 370 | 270 | 68 |
| Rc.a. = Δ V/ Δ I (Ω) | 485 | 541 | 370 | 588 |

Demodo que, para o valor médio da tensão em 600 volts, se obtém todos estes valores de $R_{c.a.}$ Seria muito mais conveniente que para um valor médio de tensão (ou intensidade) correspondesse um único valor para a resistência $R_{c.a.}$

Isto pode conseguir-se desde que tomemos uma oscilação pequena; se esta é infinitamente pequena não intervém em nada para a curvatura da característica e saberá do nosso interesse a inclinação do tangente à curva no ponto médio considerado.

Para mostra isto claramente, reportemo-nos ao exemplo procedente, V - 600 volts — ponto C da figura 6, e traçemos a tangente t no ponto em questão. Determinando a tangente trigonométrica do ângulo que esta tangente geométrica t forma com o eixo I, teremos o valor de $R_{c.a.}$ para pequenas excursões (oscilações) de N: de acordo com a figura 6:

$$R_{c.a.} = \frac{C'B'}{A'C'} = \frac{(700 - 550)\ \text{volts}}{(350 - 100)\ \text{mA}} = 600\,\Omega$$

Observar que este valor não está muito longe do obtido anteriormente para a excursão de V compreendida entre 580 a 620 volts (última coluna da tabela acima), quando a excursão aumenta, o valor de $R_{c.a.}$ vai tornando-se substancialmente diferente dos 600 encontrados pela inclinação da tangente no ponto considerado.

A resistência c.a. determinada por este último método que foi designada por $R_{c.a.}$ é denominada resistência diferencial (1).

Como já tínhamos dito,a família de curvas características apresentada na figura 5, não é comum na folha de dados, mas, são fornecidas pelo fabricante nas denominadas escalas logarítmicas conforme ilustra a figura 7 — o papel assim quadriculado recebe o nome de papel log-log.

— ???!!

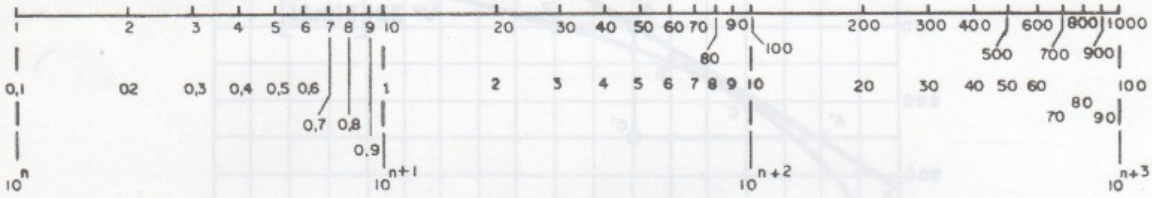



figura 7

Uma escala logarítmica apresenta a propriedade de que a um mesmo fator lhe correspondem iguais distâncias, ou seja, por exemplo, a distância para o fator 10 é sempre a mesma, seja ela a distância entre 1 e 10 ou entre 10 e 100 ou, ainda, entre 100 e 1000; com o fator 2, são iguais as distâncias entre 1 e 2, entre 2 e 4, entre 3, 6 e 7, 2; entre 10 e 20, etc. Esta propriedade da escala logarítmica permite, numa mesma figura, cobrir em vasta amplitude de valores numéricos, de forma que os números do princípio da escala podem ler-se com igual facilidade que no final da mesma. A figura 7 mostra uma escala logarítmica que abrange três unidades logarítmicas, em toda a sua extensão podem ser indicadas formas de valores compreendidos entre 1 a 1000 ($10^0$ a $10^3$), entre 0,1 a 100 ($10^{-1}$ a $10^2$), entre 10 e 10000 ($10^{-1}$ a $10^4$) ou qualquer outra forma de valores compreendida entre $10^m$ e $10^{m+3}$ onde m é um número qualquer, positivo, negativo ou nulo, conforme está indicado.

Com este procedimento a família de curvas da figura 5 torna o aspecto mostrado na figura 8; observar que realmente não se tratam de curvas e sim de retas, aliás isto é uma característica dos logarítimos quando os mesmos são aplicados a equações do tipo apresentado nas expressoẽs (1), (2) ou (3) — (2). A precisão da leitura dos valores neste tipo de apresentação é muito maior que a da figura 5; por outro lado, enquanto o primeiro gráfico compreendia os valores de I entre 0 e 900mA e de 0 a 850 volts para V, este último ampliou a forma para $10^{-4}$ a 10 ampéres e de 1 a 200 volts, respectivamente, ocupando, praticamente a mesma área!

Os inconvenientes desta representação são os seguintes: não existe o ponto zero;

— a leitura dos valores numéricos exige muita atenção e alguma prática – os valores de resistência diferencial não são tão imediatamente extraídos como no caso da escala linear, entre outros mais ou menos importantes.

(1) A resistência diferencial nada mais é do que o valor da derivada dV/dI no ponto I considerado. Para o caso em pauta temos:

$dV/dI = 221.\ 0{,}19.\ [I(mA)]^{-0{,}81}$ ou,

para I = 200 mA

$$\left.\frac{dV}{dI}\right|_{200mA} = 221.\ 0{,}19\ (200)^{-0{,}81}\ K\Omega \rightarrow$$

$$\rightarrow \left.\frac{dV}{dI}\right|_{200mA} \approx 575\,\Omega,$$

valor este não está mui longe do calculado por um método aproximado.

(2) Isto pode ser imediatamente verificado a partir da expressão geral $V = C.I^{\beta}$ quando aplicamos o operador logarítmico a ambos membros da igualdade, ou seja:

log V = log C + β . log I, designando:

Y = log V

log C = n (constante) e

log I = X

vem:

Y = βX + n que é a equação de uma reta.

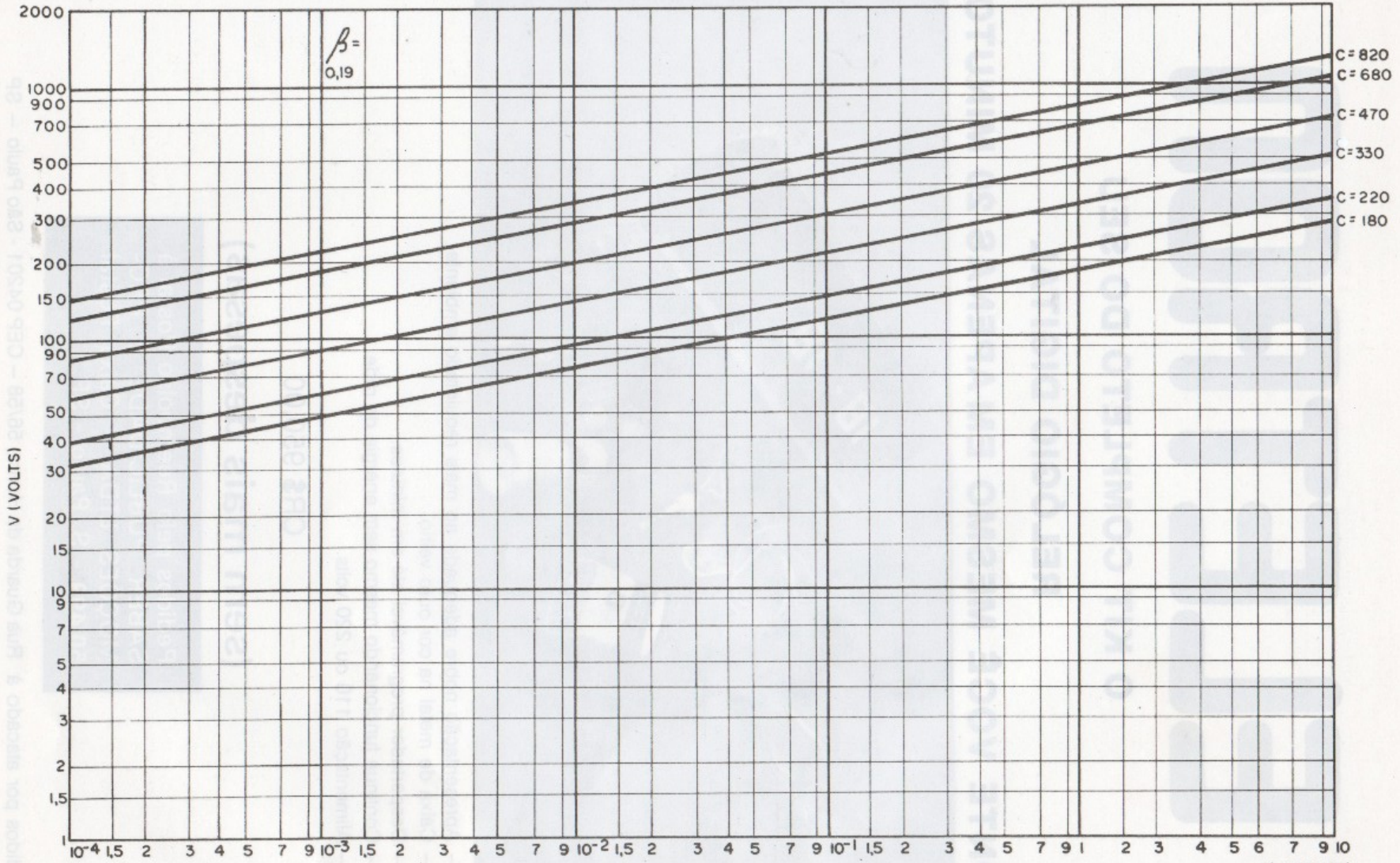

β=
0,19
C=820
C=680
C=470
C=330
C=220
C=180
V (VOLTS)
I(AMPERES)
2000
1000
900
700
500
400
300
200
150
100
90
70
50
40
30
20
15
10
9
7
5
4
3
2
1,5
1
10⁻⁴ 1,5 2 3 4 5 7 9 10⁻³ 1,5 2 3 4 5 7 9 10⁻² 1,5 2 3 4 5 7 9 10⁻¹ 1,5 2 3 4 5 7 9 1 2 3 4 5 6 7 9 10

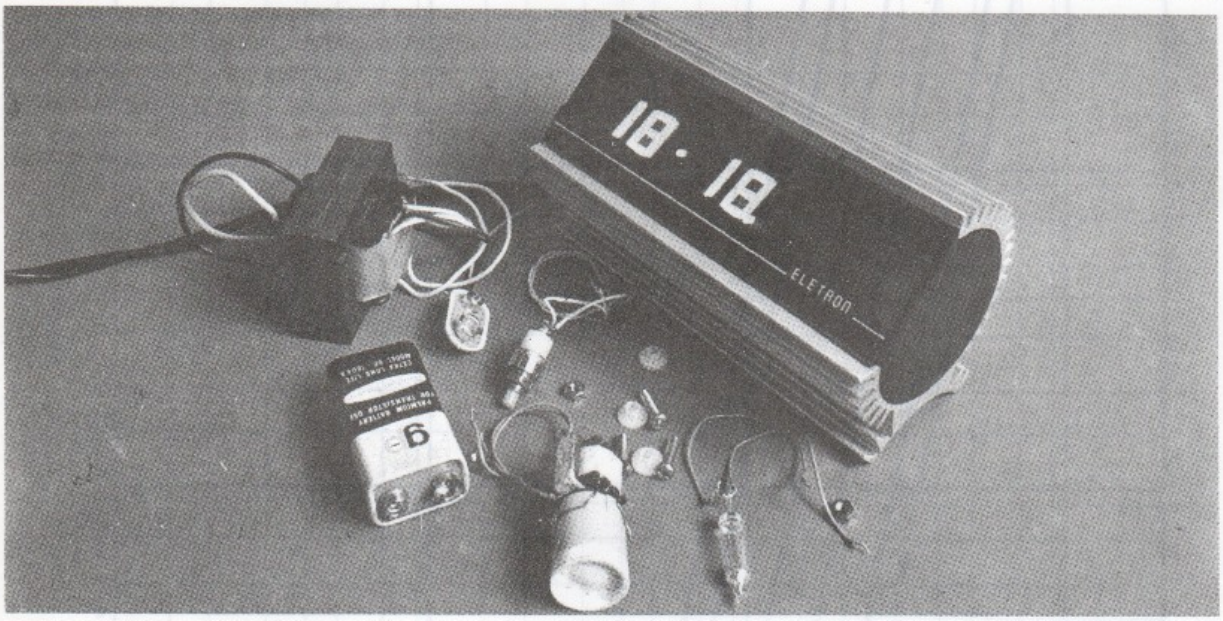
figura 8

# 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 PROMOÇÕES LTDA. - Caixa Postal **50.499** - S. Paulo - SP.

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

SABER




**VOLUME II**

**Chama Peixe Eletrônico**

**Alarme de Toque**

**Transmissor e Receptor Telegráfico**

**Pequeno Transmissor de Rádio**

**Marcador de Compasso Musical**

**O Pêndulo Mágico**

**Interruptor Automático Temporizado**

**Mobile Eletrônico**

**Rádio Alimentado por Água e Sal**

**Controle Remoto Econômico**

**POR CR$ 35,00**

**VOLUME III**

**Reforçador de Som para o Carro**

**Divisor de Frequências para Caixa Acústica**

**Mata Môscas Eletrônico**

**O Jogo da Travessia**

**Conversor de Ondas Curtas**

**Pequeno Transmissor de Ondas Curtas**

**Interfone de Brinquedo**

**Rádio Sem pilhas e Sem Transistores**

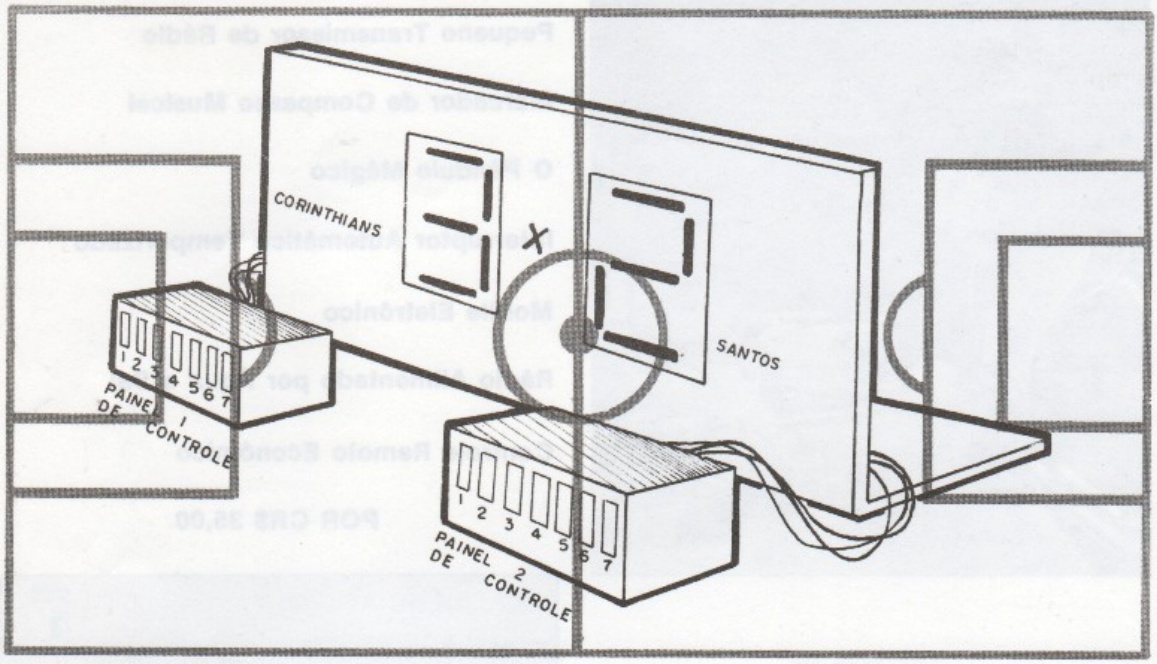
**Sensor Eletrônico**

**POR CR$ 35,00**




# EM TODAS AS BANCAS DE JORNAIS

# PLACAR ELETRÔNICO PARA JOGOS DE BOTÃO




*Um circuito simples de um placar eletrônico para jogos de futebol de botão e também para outros jogos em que deva ser feita uma marcação de placar de duas equipes.*

ANSELMO CIMATTI NETTO

## APRESENTAÇÃO

Não é costume nosso, apresentar novos colaboradores, mas sem dúvida estamos diante de uma excessão. Não porque se trate de alguém cujos títulos na área da eletrônica sejam suficientemente numerosos para merecer isso, mas sim pelo que esse colaborador possa vir a ser no futuro. De fato nosso novo colaborador ANSELMO CIMATTI NETTO deve ser tomado como um exemplo para uma grande quantidade de leitores. Com apenas 14 anos de idade e cursando a oitava série do Colégio Tereziano em São Paulo, tendo como auxiliar apenas seu irmão Marcelo, de 12 anos, projetou e montou este PLACAR ELETRÔNICO PARA JOGOS DE BOTÃO que levamos neste artigo aos nossos leitores. É claro que se trata de um projeto simples, mas existe algo muito importante a ser observado nele: a criatividade, artigo tão raro na atualidade, principalmente entre os jovens, servindo esta principalmente para os leitores que tenham algum projeto mas nunca tentaram levá-lo avante. Com a publicação deste artigo de nosso colaborador não só procuramos dar-lhe um incentivo para o desenvolvimento de novos projetos como também mostramos a todos os nossos leitores que tenham novas idéias e que desejem divulgá-las que a Revista Saber Eletrônica é totalmente aberta aos colaboradores, procurando incentivar desde os principiantes até os mais avançados.

Newton C. Braga

A montagem básica é bastante simples, pois usa apenas dois displays, um diodo e um resistor, sendo a alimentação feita por pilhas, por uma bateria de 9 V ou pela rede de 110/220 V com o circuito da fonte, que daremos.

A idéia básica do autor ao montá-lo foi para usá-lo em jogos de futebol de botão, mas evidentemente o leitor poderá montá-lo para outros tipos de jogos.

Como se trata de uma montagem muito simples, muitas variações em torno do circuito original podem ser feitas, e garantimos que até mesmo os mais inexperientes não terão dificuldade alguma para obter as peças e realizar o placar.

## O CIRCUITO

O circuito é formado por dois displays eletroluminescentes FND500 ou equivalentes os quais tem ligados seus anodos comuns ao catodo do diodo 1N4001. A função do diodo é proteger o display contra inversão acidental da fonte de alimentação.

O polo positivo da fonte de alimentação vai a dois conjuntos de chaves que tem por função controlar os segmentos dos displays que devem ser acesos para a obtenção dos números correspondentes do placar. São usadas chaves do tipo "dip-switch" na versão original, mas o leitor pode optar por outros tipos se tiver dificuldade na sua obtenção (figura 1).

Em cada chave é ligado um resistor cujo valor deve estar entre 220 e 330 ohms que tem por função limitar a corrente de cada segmento do display. Para um brilho maior deve ser usado um resistor de 220 ohms, e para um brilho menor (e menor consumo da bateria) um resistor de 330 ou até mesmo 470 ohms.

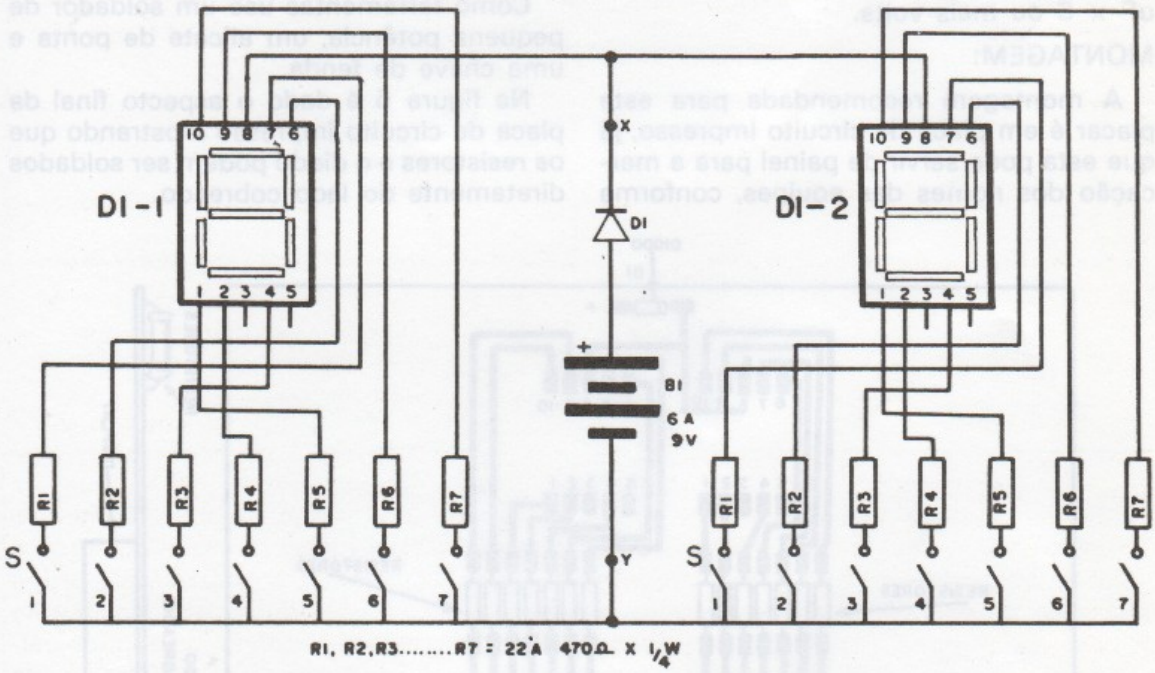



Figura 1

A ligação das chaves aos segmentos deve ser feita de maneira ordenada de modo a facilitar ao máximo a obtenção dos números desejados no placar. Estes números são obtidos pela combinação dos 7 segmentos acesos, conforme sugere a figura 2.

A alimentação pode ser feita com 4 pilhas pequenas, 6 pilhas pequenas ou médias, ou então uma bateria de 9 V se o

| seg. | Nº | dip-switch |
|---|---|---|
| A | 7 | 1 |
| B | 6 | 2 |
| C | 4 | 3 |
| D | 2 | 4 |
| E | 1 | 5 |
| F | 9 | 6 |
| G | 10 | 7 |

Figura 2

aparelho for destinado a um uso portátil. Para o caso do leitor querer ligá-lo à rede de alimentação, damos um circuito de fonte na figura 3.

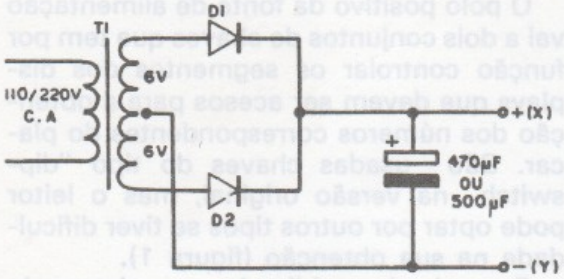



Figura 3

O transformador utilizado deve ter um enrolamento primário de 110 V ou 220 V conforme a tensão de sua casa, e secundário de 6 + 6 V com uma corrente de pelo menos 250 mA. O diodo é do tipo 1N4001 (D1 e D2) e o capacitor de 220 uF x 6 ou mais volts.

MONTAGEM:

A montagem recomendada para este placar é em placa de circuito impresso, já que esta pode servir de painel para a marcação dos nomes das equipes, conforme sugere a figura 4. É claro que, se o leitor quiser poderá usar uma base de madeira compensada comum, e fazer a soldagem direta dos fios de conexão aos displays pela parte inferior, mas deve ter o máximo de cuidado ao fixar esses mesmos fios para não forçar os terminais dos displays que são frágeis.

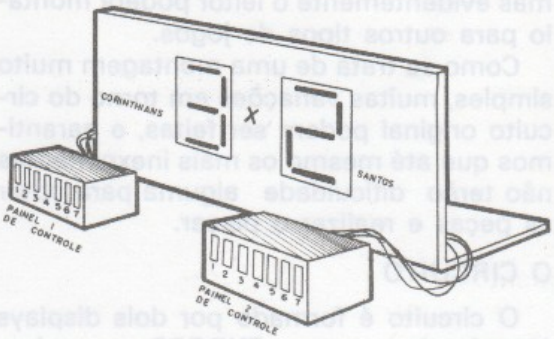



Figura 4

Como ferramentas use um soldador de pequena potência, um alicate de ponta e uma chave de fenda.

Na figura 5 é dado o aspecto final da placa de circuito impresso mostrando que os resistores e o diodo podem ser soldados diretamente do lado cobreado.

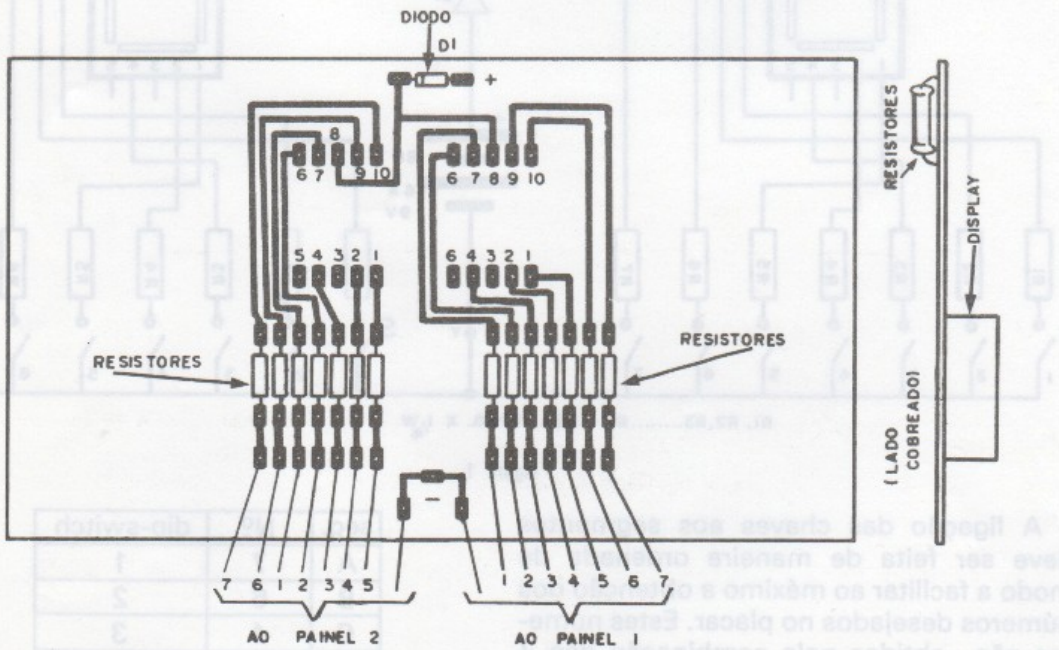



Figura 5

As chaves que controlam os segmentos podem ser instaladas no próprio painel, na sua parte inferior ou então numa mesa de controle remoto, conforme sugere a figura 6. Recomendamos que os fios de ligação à mesa de controle não tenham mais de 10

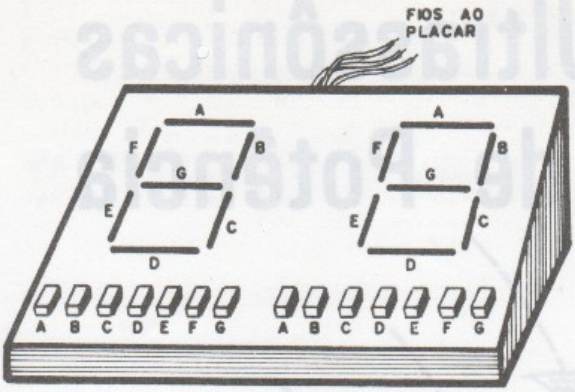



Figura 6

metros de comprimento pois sua resistência pode afetar a luminosidade dos segmentos.

Na montagem você, em especial, deve observar os seguintes cuidados:

a) polaridade do diodo que deve ser observada pelo anel no invólucro deste componente;

b) tipo de display que deve ser exatamente como os recomendados que possuem anodo comum. Se forem usados displays de catodo comum, a polaridade do diodo e das pilhas devem ser invertida;

c) ligação correta dos terminais do display e correspondência nas chaves de controle para haver facilidade de marcação;

d) ligações bem feitas de todos os terminais do display para que haja constância de brilho dos segmentos;

e) observar a polaridade do capacitor e dos diodos na fonte de alimentação se esta for usada.

Observação: como a montagem pode ser alimentada por tensões entre 6 e 9 V, sem problemas, o placar é totalmente inofensivo à prova de choques podendo ser manuseado à vontade.

Se o leitor pretender usá-lo na marcação de mais de 10 pontos pode dobrar o número de displays e de chaves obtendo-se assim uma possibilidade de marcação de 0 à 99 pontos para cada equipe.

**LISTA DE MATERIAL**

2 displays FND 507 ou FND 500
1 diodo 1N 4001
2 dip-switch 7 ou 14 chaves HH mini
1 bateria de 9 V, com clip
Resistores - ver texto
Diversos: fios, solda, caixa para o conjunto, etc.

**NÚMEROS ATRASADOS**

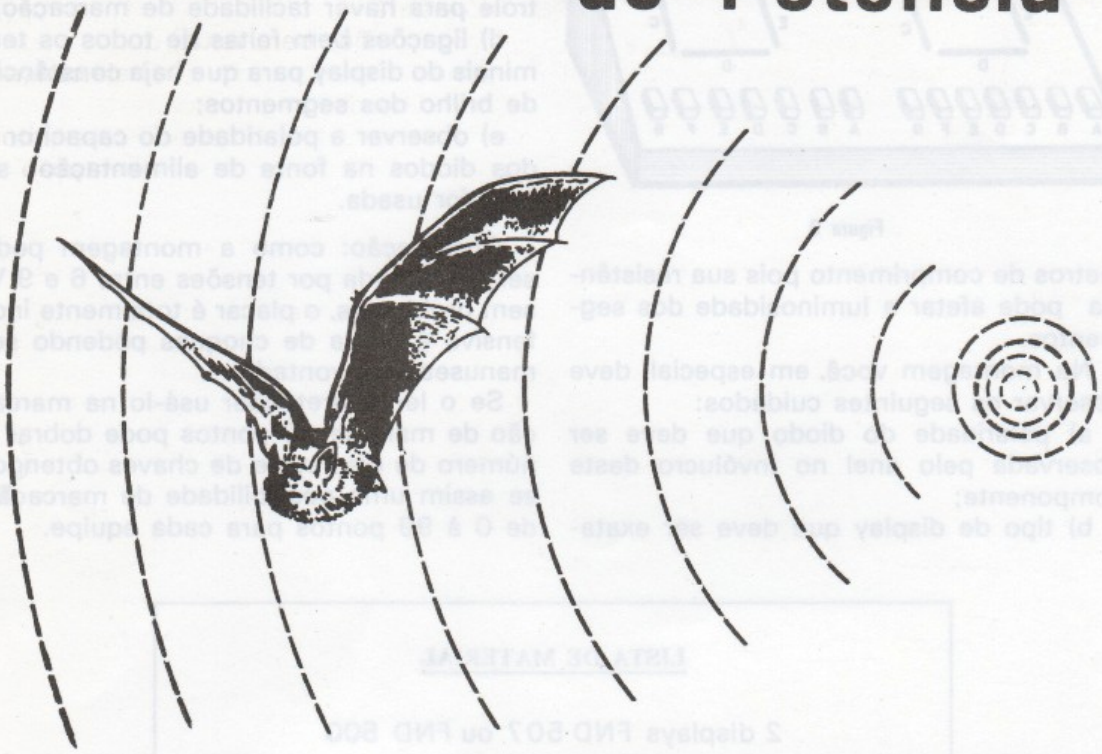
**PELO REEMBOLSO POSTAL:**

(A PARTIR DO Nº 46)

À REVISTA SABER ELETRÔNICA

CAIXA POSTAL Nº 50450 - S. PAULO - SP

# As Fontes Ultrassônicas de Potência



Aécio Flávio Baraldi Siqueira

Atualmente você ouve falar frequentemente e até com algum exagero, das várias aplicações de ultrassons que fazem maravilhosas peripécias nos diversos campos de atividade humana. Um destes casos é a rádio-diagnose medicinal, onde este sistema substitui com inúmeras vantagens os já falecidos métodos de diagnose por RAIO—X; podendo dissecar o paciente internamente do "verso ou reverso", na medicina preventiva ou de cura, sem qualquer prejuizo a já, às vezes, afetada saúde do paciente. O que não ocorria com os métodos antigos. Na realidade, a aplicação de ultrassons, não se restringe hoje só ao campo medicinal, mas sim, a uma vasta área de atividade humana, que possivelmente o leitor não deve avaliar sua amplitude.

Não seria portanto, justo que você deixasse de conhecer mais profundamente este revolucionário método que a eletrônica está colocando ao nosso dispor. Em realidade, a tecnologia de ultrassom, é um campo relativamente novo dentro da engenharia e que basicamente utiliza a energia acústica de alta frequência para galgar certos entraves que outras tecnologias não conseguiam.

Com o uso do ultrassom pode-se obter um melhor rendimento, ou um acabamento mais aprimorado ou ainda, maior confiabilidade na confecção final de determinado produto ou processo. Pode-se citar, por exemplo, a aplicação nos processos de limpeza de impurezas de misturas de compostos químicos, solda de determinados tipos de materiais (aliás dos mais diversos), despumação e desgasificação, assim como também a contoles, medição, detecção e nos já referidos diagnósticos medicinais.

## A) INTRODUÇÃO

Os dispositivos eletrônicos ultrassônicos, em parte, se assemelham muito (fazendo-se uma analogia bastante simplificada) aos sistemas de som que você costuma ter na sua sala de estar, sendo que na entrada do amplificador de áudio teríamos no caso, um gerador de ondas elétricas.

A figura 1 ilustra o diagrama de blocos elementar de um dispositivo ultrassônico, onde há o bloco gerador ultrassônico acoplado a um amplificador de potência de banda larga, que por sua vez alimenta os transdutores que sendo a última etapa do conjunto é o responsável pela reprodução das ondas ultra-sonoras.

A gama de frequência empregada no ultrassom está geralmente compreendida entre 15KHz e 10MHz e o nível de potência usado, depende da aplicação requerida. As operações de limpeza industrial, em grande escala, podem requerer mui-

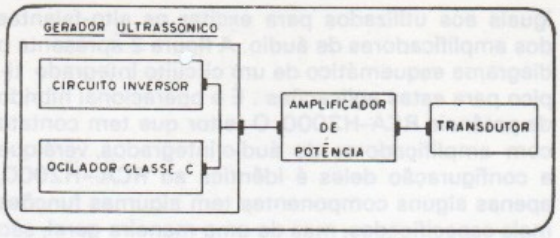



*Figura 1: Diagrama de blocos de um dispositivo ultrassônico.*

tos quilowatts, enquanto nas aplicações de medição e verificação de falhas na estrutura de determinados materiais, necessitam só de alguns microwatts. A tabela 1 enumera aplicações generalizadas de ultrassom, junto com uma breve descrição das diferentes aplicações, potência requerida e frequências típicas empregadas em cada uma delas.

Reportando-nos novamente ao diagrama de blocos da figura 1, passaremos a descrever resumidamente o funcionamento, ou dando uma vaga idéia de como comportam-se eletronicamene cada bloco, sem entrar em detalhes técnicos eletrônicos profundos ou mesmo diagramações, pois não é objetivo deste artigo. Para isto teríamos que escrever textos enciclopédicos!?

## B) GERADORES ULTRASSÔNICOS

Pelo próprio diagrama de blocos apresentado na figura 1, percebe-se dois métodos básicos na geração da onda elétrica ultra-sonora: o sistema inversor e o oscilante classe C (não descreveremos nenhum dos dois métodos pois são fartamente explanados em qualquer compêndio de literatura técnica eletrônica que comporte o assunto).

A maioria das aplicações ultrassônicas empregam uma fonte de potência oscilante. Na realidade e isto pode ser percebido na tabela 1, a única aplicação que não utiliza uma onda contínua é a "detecção de falha" na estrutura de um material, mediante a aplicação da técnica de éco de pulsos. A própria tabela 1, também indica que a maioria dos níveis de frequência e potência requeridos são tais que é possível usar transistores (ou os componentes de estado sólido), nos geradores de potência de onda contínua, sem ter que se recorrer à válvulas de tecnologia espe-

Aplicações Ultrassônicas

| Aplicação | Descrição | Potência Requerida (Watts) | Gama de Frequência (KHZ) |
|---|---|---|---|
| Limpeza e desengraxe ultrassônicos. | Uma solução detergente agitada limpa as peças submergidas nesta solução. | 50 à 25.000 (tipicamente 100 W para cada 3,7 litros de solução). | 20 a 40 |
| Torneamento, corte e polimento de materiais duros e quebradiços. | Uma ponteira aquecida entre a ferramenta vibratória e a peça trabalhada, corta o material. | 50 a 2.000 | 16 a 30 |
| Solda branda e dura. | A solda que vibra ultrassônicamente elimina a película de óxido, eliminando a necessidade de fundente. | 0,5 a 250 | 16 a 30 |
| Solda de metais e plásticos. | Uma ferramenta vibratória gera alta temperatura na superfície de contato dos materiais. | 10 a 1.000 | 16 a 30 |
| Emulsificação, dispersão e homogenização. | Mistura e homogenização de líquidos ou compostos químicos. | 100 a 2.000 | 16 a 1.000 |
| Controle e medição sistemas de alarme. | Interrupção, ou reflexão, ou amortização de transdutores. | 0,1 a 50 | 16 a 45 |
| Detecção de falhas. | Determinação do tamanho (abertura) e profundidade de falhas na estrutura dos sólidos pela técnica do éco de pulsos. | 0,5 a 20 | 1.000 a 10.000 |
| Medicina: Cirurgia e diagnóstico. | Corte através do tecido mediante o uso de bisturi ultrassônico. Localização de tumores e outras doenças utlizando a técnica de éco de pulsos. | 1 a 1.000 | 100 a 10.000 |

Tabela 1

cial, empregados ainda em sistemas de telecomunicações.

A forma de onda entregue ao transdutor pode ser quadrada ou senoidal. Como resultado de elo, existem quatro métodos básicos de geração entregues ao circuito de potência:

1) Um inversor de onda quadrada de baixa potência, seguido por um amplificador de potência em contrafase classe B.
2) Um inversor de potência de onda quadrada que excita a carga diretamente.
3) Um gerador senoidal de baixa potência, seguido por um amplificador em contrafase classe B.
4) Um amplificador de potência auto-oscilante que excita a carga diretamente.

## C) AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA ULTRASSÔNICOS

Em geral, os amplificadores de potência usados para excitar os transdutores são praticamente iguais aos utilizados para excitar os alto-falantes dos amplificadores de áudio. A figura 2 apresenta o diagrama esquemático de um circuito integrado típico para estas aplicações . É o operacional híbrido de potência RCA-H2000. O leitor que tem contato com amplificadores de áudio integrados, verá que a configuração deles é idêntica ao RCA—H2000, apenas alguns componentes tem algumas funções mais especificadas, mas de uma maneira geral, são idênticos. Entretanto, no projeto de tais amplificadores são levados em consideração alguns parâmetros que precisam de cuidados especiais. Um deles, é o "alargamento" da resposta em frequência que é feita mediante a escolha de transistores adequados, isto é, que possuem uma frequência de corte superior bastante alta e também o uso de componentes de acoplamento capacitivo e indutivo menores e uma seleção correta dos valores para os elementos de realimentação.

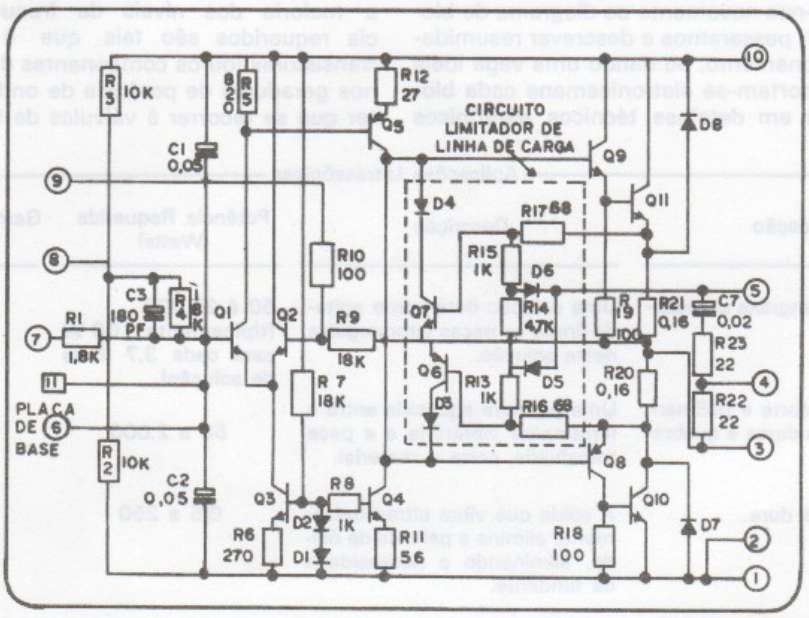



*Figura 2: Diagrama esquemático de um circuito integrado operacional hídrico para aplicações típicas nos circuitos de potências.*

Entretanto, como já existe uma verdadeira invasão destes circuitos integrados, em LSI e de grande desenvoltura técnica, inclusive quanto ao aspecto de dissipação de potência, que às vezes ultrapassa os 60 Watts, o projetista se sente bastante a vontade no projeto de bloco "AMPLIFICADOR ULTRASSÔNICO DE POTÊNCIA". A figura 3 ilustra a aplicação de um destes amplificadores híbridos de 60 W usado para excitar um transdutor ultrassônico.

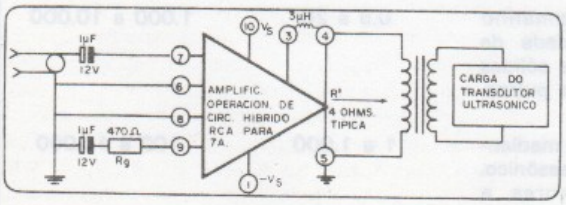



*Figura 3: Aplicação típica de um amplificador operacional de potência usado para excitar um transdutor ultrassônico.*

## D) CARACTERÍSTICAS DOS TRANSDUTORES ULTRASSÔNICOS

Apesar de à primeira vista, este bloco parecer o mais simples dos três apresentados, por termos feito uma comparação simplista com os alto-falantes dos sistemas de som, ele vai receber um tratamento especial, pois é o que apresenta, algo de novo em termos de tecnologia, dentro do contexto geral apresentado. Mas não é por isso que vamos começar a complicar o artigo. Aqui também trataremos de expor a matéria de maneira bem compreensível.

Para produzir energia ultrassônica é necessário utilizar um dispositivo que receba o nome de transdutor. De uma maneira geral, eles estão classificados em três grupos: mecânicos, magnetostritivos e eletrostritivos.

Os mecânicos se aplicam principalmente para a produção de oscilações acústicas no ar ou então nos meios gasosos. O mecanismo usado para produzir as vibrações nestes dispositivos incluem algum tipo de gás ou fluído submetidos a pressão variável. Simplificando, os transdutores mecânicos de gás ou líquido convertem uma força mecânica constante em uma força vibratória.

Já nos sólidos não é possível produzir o mesmo efeito. Neste caso, uma fonte de energia elétrica com determinada frequência de funcionamento é requerida e convertida em uma força mecânica vibratória. Esta conversão se realiza mediante materiais especiais que possuem propriedades magnetostritivas ou eletrostritivas.

Para se ter uma idéia de como são aplicados os sistemas de magnetostrição e eletrostrição, cuja operação consiste na variação de comprimento de um material magnético submetido à influência de um campo magnético externo, a dilatação e contração destes materiais (que podem ser o ferro, o níquel, o cobalto, etc) depende das propriedades do próprio material e não da direção do campo magnético aplicado. A figura 4 mostra a deformação (deslocamento por unidade de comprimento) em função do campo magnético aplicado aos vários materiais magnetostritivos. Como ilustração, pode-se observar que o nível "encolhe" com o aumento do campo magnético, enquanto que o "permendum" se alarga.

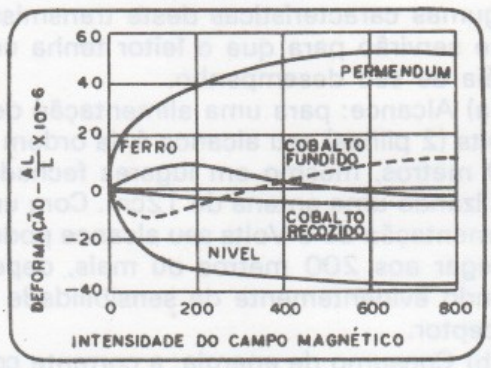



*Figura 4: Esforço em função de intensidade do campo magnético para os vários materiais magnetostritivos.*

A figura 5 ilustra a forma em que uma barra fixa de material de coeficiente de deformação positivo (se alonga com o aumento do campo magnético, reage a um campo magnético alternado, não tendo campo de polarização estático. Então, a barra vibra a uma frequência duas vezes superior à do gerador tendo amplitude ΔL pico a pico.

A figura 6 representa o efeito consequente do agregamento de um campo magnético estático de polarização. Esta polarização também poderia ser proporcionada por um imã permanente. O campo polarizador de CC proporciona um deslocamento inicial ΔL. Nestas condições a barra oscila em torno de sua posição de equilíbrio, em sincronismo com a frequência do gerador alternado, sendo que a amplitude pico a pico é 2 ΔL.

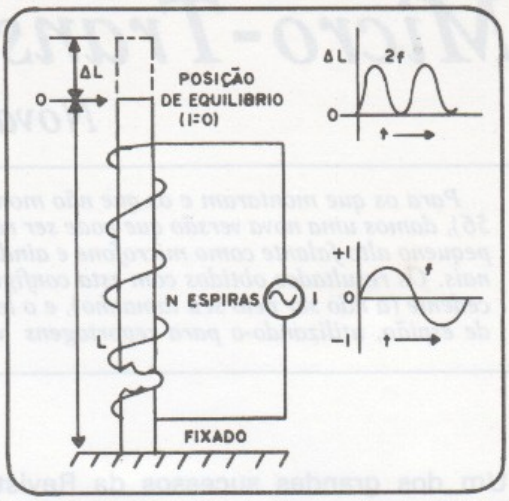



*Figura 5: Reação de uma barra de material com coeficiente de deformação positivo a um campo magnético alternado, quando não se usa polarizador estático. As formas de onda mostram a variação do comprimento da barra fixa e a corrente alternada usada para produzir o campo magnético.*

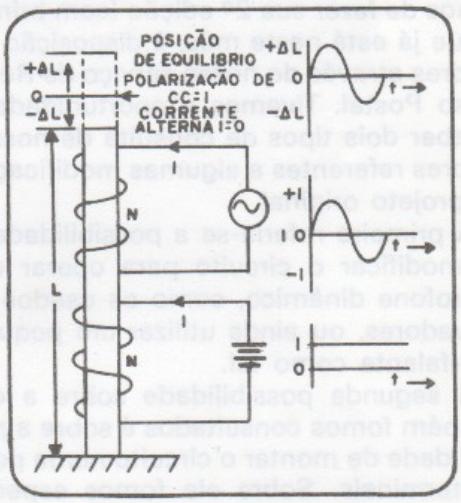



*Figura 6: Reação de uma barra com coeficiente de deformação positivo a um campo magnético alternado, quando se emprega polarização estática. As formas de onda mostram a variação do comprimento da barra fixa e a corrente alternada usada para produzir o campo alternado, mostrando também a corrente contínua usada para produzir o campo de polarização.*

O efeito piezoelétrico também é usado para produzir ondas ultrassonoras, principalmente em transdutores acoplados e geradores que possuem uma frequência de oscilação muito alta.

É claro que os dispositivos que acabamos de descrever, por si só, não são capazes de produzir onda alguma. A eles há a necessidade de se acoplar acessórios complementares, que trabalhando em conjunto, conseguem emitir as ondas ultrasonoras e cujo mecanismo de funcionamento varia de aplicações para aplicações, claramente demonstradas na tabela. 1.

# *Micro-Transmissor de FM*

## *Nova Versão*

*Para os que montaram e os que não montaram o Micro Transmissor de FM (Revistas 55 e 56), damos uma nova versão que pode ser realizada na mesma plaquinha porém utilizando um pequeno alto-falante como microfone e ainda descrevemos a sua construção em ponte de terminais. Os resultados obtidos com esta configuração nada ficam a dever aos da montagem antecedente (a não ser pelo seu tamanho), e o leitor poderá divertir-se do mesmo modo, brincando de espião, utilizando-o para reportagens volantes, etc.*

*Newton C. Braga*

Um dos grandes sucessos da Revista Saber Eletrônica foi a publicação do Micro Transmissor de FM nos números 55 e 56, quando então fornecemos como brinde a plaquinha de circuito impresso para sua montagem. Em vista desse sucesso, o número 56 ficou esgotado e assim sendo tratamos de fazer sua 2º edição (com brinde), o que já está neste mês, à disposição dos leitores através do nosso serviço de Reembolso Postal. Tivemos a oportunidade de receber dois tipos de consulta de nossos leitores referentes a algumas modificações ao projeto original.

A primeira referia-se a possibilidade de se modificar o circuito para operar com microfone dinâmico, como os usados em gravadores, ou ainda utilizar um pequeno alto-falante como tal.

A segunda possibilidade sobre a qual também fomos consultados é sobre a possibilidade de montar o circuito numa ponte de terminais. Sobre ela fomos especialmente consultados por aqueles que dotados de pouca experiência em furação e soldagem estragaram as placas que receberam como brinde.

Neste artigo damos as duas possibilidades. Ensinaremos como adaptar no antigo Micro-Transmissor de FM (em sua plaquinha original), um microfone dinâmico ou utilizar um alto-falante pequeno como tal, já que estes podem ser encontrados com muito mais facilidade que as cápsulas de cristal, principalmente fora de São Paulo.

E, também daremos a versão em ponte de terminais para os que dispondo de apenas uma plaquinha desejam um novo aparelho.

Como sempre, a montagem e as adaptações são muito fáceis, podendo ser realizadas por qualquer principiante desde que sigam à risca as instruções que daremos.

I) MONTAGEM EM PONTE

Não entraremos em pormenores sobre o princípio de funcionamento deste emissor de FM, já que o leitor poderá encontrar todas as explicações que desejar nos artigos publicados nos números 55 e 56 de nossa revista. Podemos apenas adiantar algumas características deste transmissor que servirão para que o leitor tenha uma idéia de seu desempenho.

a) Alcance: para uma alimentação de 3 Volts (2 pilhas) seu alcance é da ordem de 50 metros, mesmo em lugares fechados, utilizando uma antena de 12cm. Com uma alimentação de 6 Volts seu alcance poderá chegar aos 200 metros ou mais, dependendo evidentemente da sensibilidade do receptor.

b) Consumo de energia: a corrente consumida pelo aparelho é bastante pequena, da ordem de 10 mA, o que significa uma durabilidade bastante grande para as pilhas. O circuito pode ficar indefinidamente ligado sem que haja desgaste apreciável das pilhas.

c) Montagem: nesta versão em ponte não podemos obter um grau de miniaturização tão bom como no caso da montagem em placa de circuito impresso, mesmo porque o alto-falante usado como microfone não é muito pequeno, assim sendo não se pode esperar que o aparelho seja tão compacto como a versão original. Entretanto, mesmo nesta versão podemos instalá-lo numa caixinha comum de rádio portátil, de 10 x 6 x 3 cm, com facilidade.

O diagrama completo do transmissor de FM nesta versão é dado na figura 1 e a disposição dos componentes na ponte e fora dela, na figura 2.

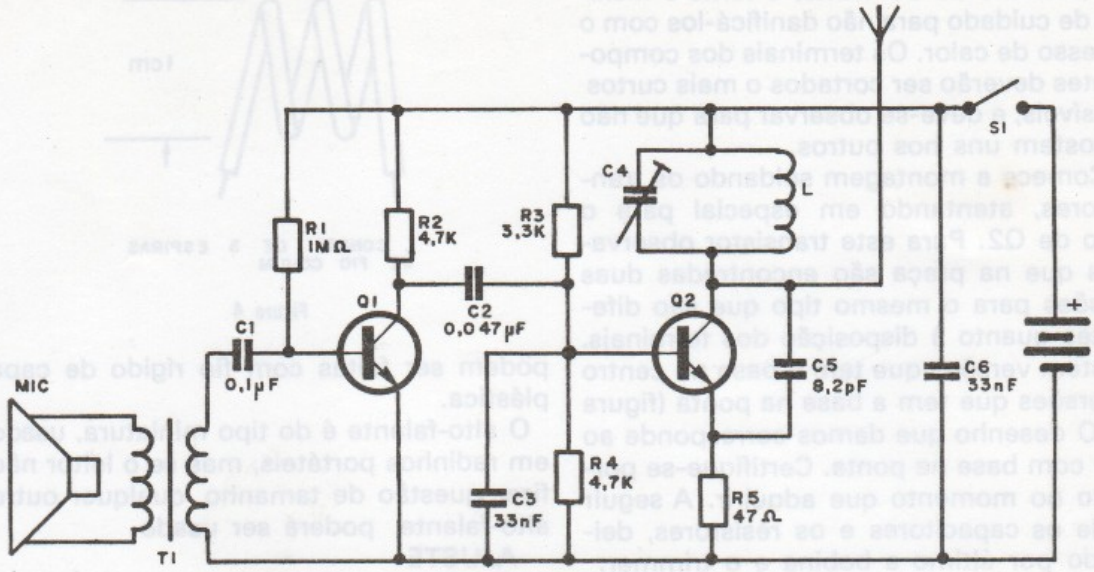



Figura 1

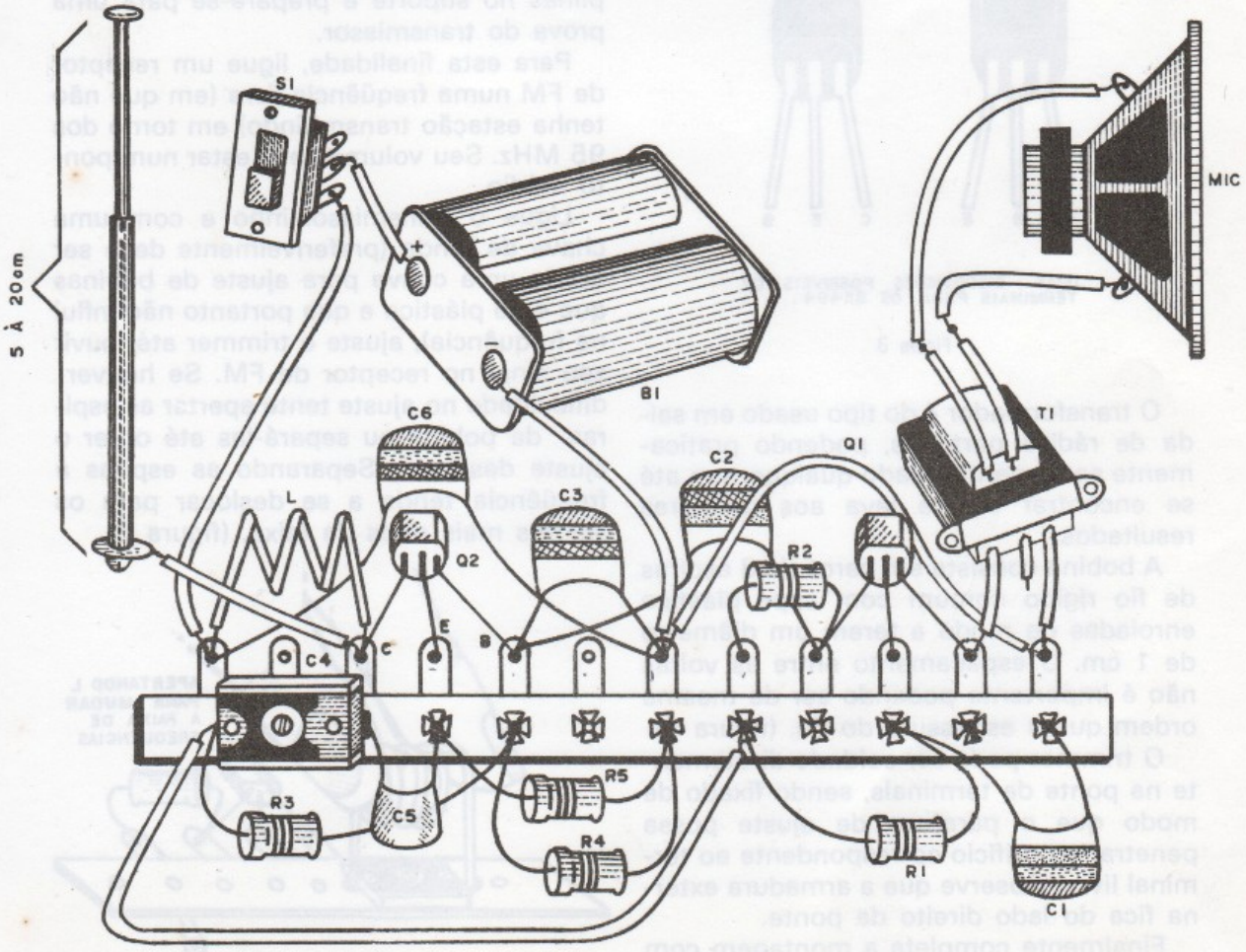
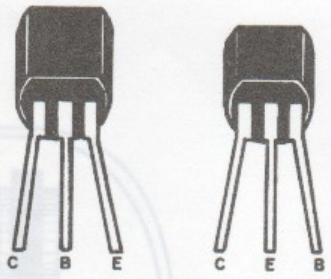



Figura 2

Para a colocação dos componentes na ponte use um soldador de pequena potência (máximo de 30 watts) e tome o máximo de cuidado para não danificá-los com o excesso de calor. Os terminais dos componentes deverão ser cortados o mais curtos possíveis, e deve-se observar para que não encostem uns nos outros.

Comece a montagem soldando os transistores, atentando em especial para o caso de Q2. Para este transistor observamos que na praça são encontradas duas versões para o mesmo tipo que são diferentes quanto à disposição dos terminais. Existem versões que tem a base no centro e versões que tem a base na ponta (figura 3). O desenho que damos corresponde ao tipo com base na ponta. Certifique-se portanto no momento que adquirir. A seguir solde os capacitores e os resistores, deixando por último a bobina e o trimmer.




DUAS DISPOSIÇÕES POSSÍVEIS DE TERMINAIS PARA OS BF494.

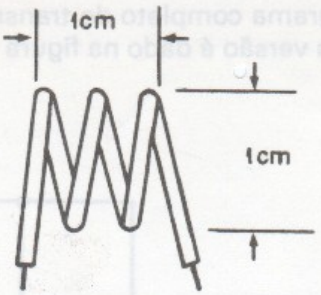
Figura 3

O transformador é do tipo usado em saída de rádios portáteis, podendo praticamente ser experimentado qualquer um até se encontrar o que leva aos melhores resultados.

A bobina consiste em cerca de 3 espiras de fio rígido comum com capa plástica enroladas de modo a terem um diâmetro de 1 cm. O espaçamento entre as voltas não é importante podendo ser da mesma ordem que a espessura do fio. (figura 4).

O trimmer pode ser soldado diretamente na ponte de terminais, sendo fixado de modo que o parafuso de ajuste possa penetrar no orifício correspondente ao terminal livre. Observe que a armadura externa fica do lado direito da ponte.

Finalmente complete a montagem com as interligações dos componentes que




L CONSTA DE 3 ESPIRAS DE FIO COMUM

Figura 4

podem ser feitas com fio rígido de capa plástica.

O alto-falante é do tipo miniatura, usado em radinhos portáteis, mas se o leitor não fizer questão de tamanho, qualquer outro alto-falante poderá ser usado.

AJUSTE

Montado o circuito, confira as ligações e se tudo estiver em ordem coloque as pilhas no suporte e prepare-se para uma prova do transmissor.

Para esta finalidade, ligue um receptor de FM numa freqüência livre (em que não tenha estação transmitindo) em torno dos 95 MHz. Seu volume deve estar num ponto médio.

Ligue o transmissorzinho e com uma chave de fenda (preferivelmente deve ser usada uma chave para ajuste de bobinas que é de plástico e que portanto não influi na frequência), ajuste o trimmer até ouvir seu sinal no receptor de FM. Se houver dificuldade no ajuste tente apertar as espiras da bobina ou separá-las até obter o ajuste desejado. Separando as espiras a freqüência tende a se deslocar para os valores mais altos da faixa. (figura 5)

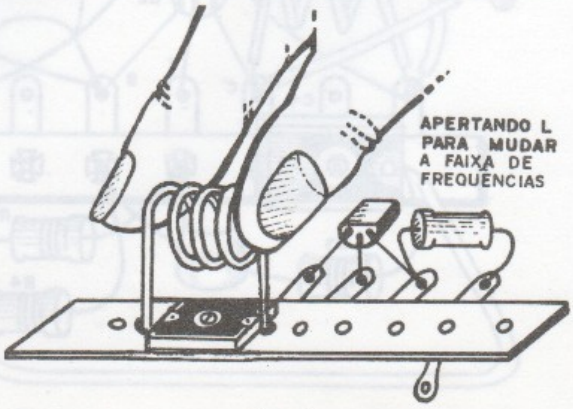



Figura 5

A antena para este transmissor deve ter um comprimento máximo de 20 cm, podendo ser um fio rígido ou mesmo do tipo telescópico.

II) ADAPTAÇÃO DA PLAQUINHA

Para o leitor que já tem seu micro-transmissor montado na plaquinha de circuito impresso e deseja adaptá-lo para operar com um alto-falante como microfone, o material adicional necessário será:

1 transformador de saída do tipo usado em radinhos portáteis

1 capacitor de poliéster metalizado de 0,1 µF

1 alto-falante miniatura de 8 ohms

Os demais componentes se mantém. Na figura 6 tem-se o modo de se fazer as ligações. Como o conjunto pode ser fixado numa caixa, os componentes podem se manter fixos pelos próprios terminais.

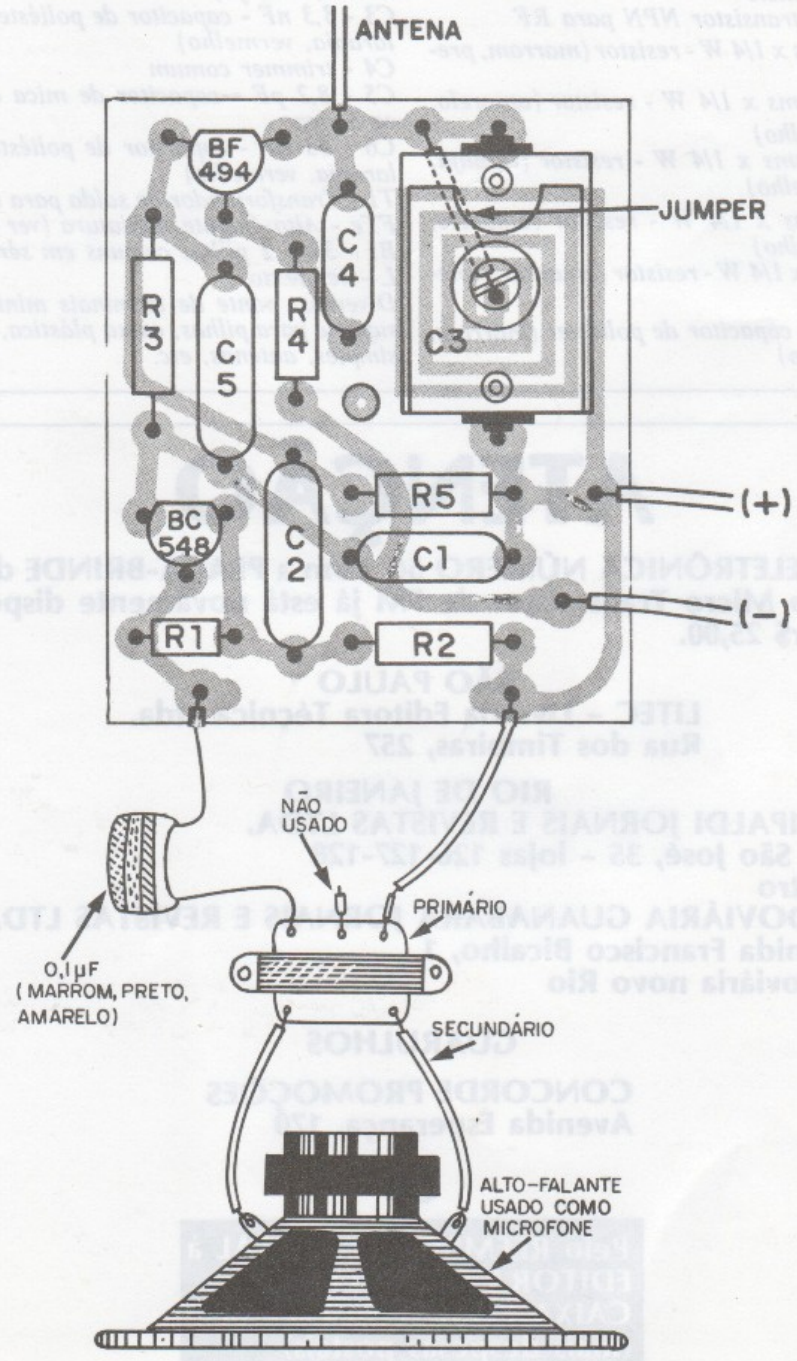



Figura 6

**O transformador de saída utilizado é do tipo encontrado nas saídas das estapas de áudio de radinhos portáteis, não oferecendo dificuldades para serem obtidos, pois praticamente qualquer um funcionará satisfatoriamente.**

*Lista de Material*

*Q1 - BC548, BC238, BC237, BC547, transistor NPN de silício*
*Q2 - BF494, transistor NPN para RF*
*R1 - 1 M ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, verde)*
*R2 - 4,7 k ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)*
*R3 - 3,3 k ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, vermelho)*
*R4 - 4,7k ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)*
*R5 - 47 ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, preto)*
*C1 - 0,1 uF - capacitor de poliéster (marrom, preto, amarelo)*
*C2 - 47 nF - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, laranja)*
*C3 - 3,3 nF - capacitor de poliéster (laranja, laranja, vermelho)*
*C4 - trimmer comum*
*C5 - 8,2 pF - capacitor de mica ou disco de cerâmica*
*C6 - 33 nF - capacitor de poliéster (laranja, laranja, vermelho)*
*T1 - Transformador de saída para transistores*
*FTe - Alto-falante miniatura (ver texto)*
*B1 - 3V - 2 pilhas comuns em série*
*L - ver texto*
*Diversos: ponte de terminais miniatura, fios, suporte para pilhas, caixa plástica, interruptor simples, antenas, etc.*


# ATENÇÃO

**A REVISTA ELETRÔNICA NÚMERO 56, com a PLACA-BRINDE de circuito impresso do Micro Transmissor de FM já está novamente disponível, ao preço de Cr$ 25,00.**

**SÃO PAULO**
**LITEC – Livraria Editora Técnica Ltda.**
**Rua dos Timbiras, 257**

**RIO DE JANEIRO**
**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**

**GUARULHOS**

**CONCORDE PROMOÇÕES**
**Avenida Esperança, 170**

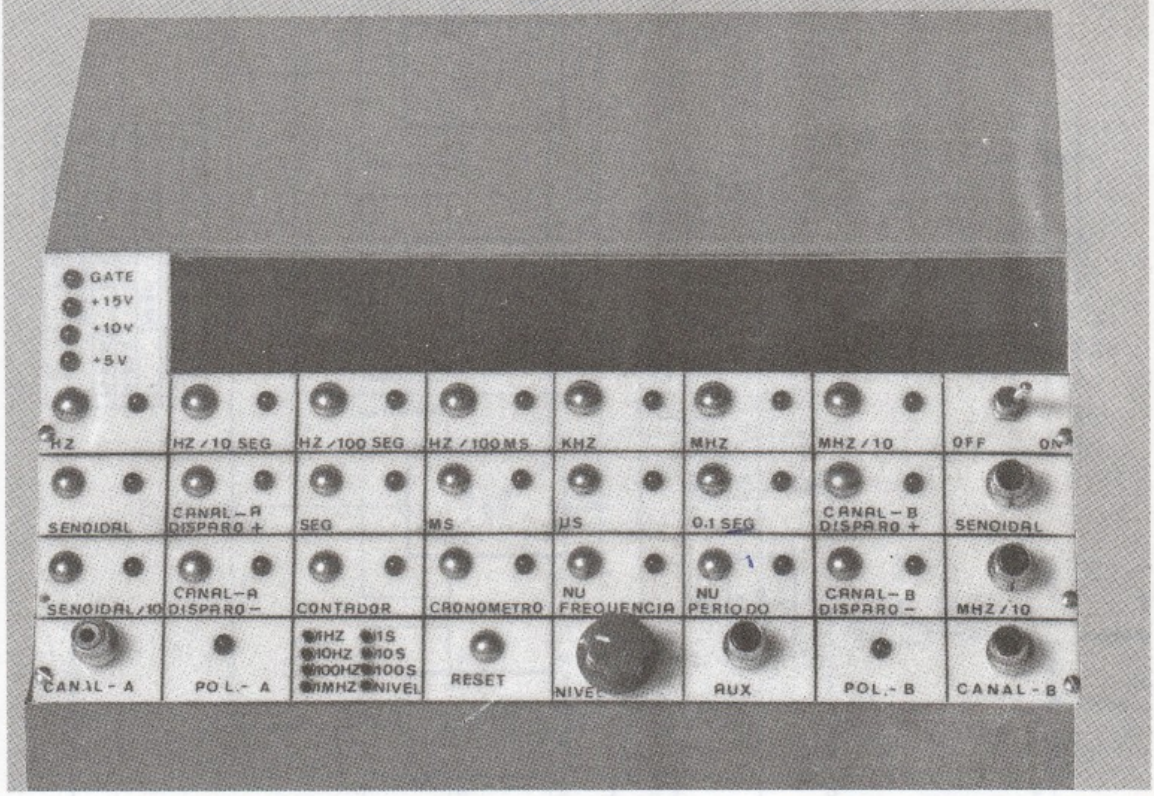
**OU**

**Pelo REEMBOLSO POSTAL à EDITORA SABER LTDA.**
**CAIXA POSTAL 50.450 – SP.**
**(mais despesas postais)**

# Frequencimetro Digital

Conclusão

PAULO CESAR MALDONADO




## 7 - CIRCUITOS DE ENTRADA

São responsáveis pela conversão dos níveis do sinal de entrada pela divisão da alta freqüência por 10, pela sincronização dos pulsos de disparo dos canais e pela mistura dos sinais de entrada com os pulsos de sincronismo, tais como "gate" "1MHz" Vejam figuras 18 e 19.

## FUNCIONAMENTO

Supondo que se injete um sinal de baixa freqüência em J1 (canal A). Notem que o sinal é amplificado por A3-B(2), e que o nível de entrada em J1 deverá ter o mesmo nível do cursor do potenciômetro R9. Dessa forma a saída A3-B(2), terá uma variação perfeita de 0 a 5 volts. O sinal amplificado aparece no ponto X, vai para a figura 19 na entrada de A1-B(3), é convertido de 5 para 10 volts de pico, e após passar por A1-B(2) fica disponível para a lógica no nível exato de 10 volts.

Notem que A1-B(2), vai para A1-B(5), onde é amplificado com o objetivo de alimentar o LED DL1.

DL1 aceso, indica que o circuito de entrada está a nível 1 e DL1 apagado indica que a entrada está a nível 0.

A saída A1-B(2) vai para a porta B1-B(5), e para o inversor A1-B(7), capaz de inverter o sinal de entrada e alimentar a porta A1-B(2).

As portas B1-B(3) e B1-B(4), podem ou não inverter o sinal de entrada.

Quando o sinal "canal A disparo positivo", está a nível 1, habilita a porta B1-B(3), e o sinal de entrada é invertido 3 vezes.

Quando o sinal "canal A disparo negativo", está a nível 1, habilita a porta B1-B(4), e o sinal de entrada é invertido 2 vezes.

A soma desses sinais vão para B1-B(8) e B1-B(9), e a saída de B1-B(10) seta diretamente o Flip-Flop C2-B(6).

A finalidade do circuito de disparo é setar o flip-flop C2-B, quando o sinal de entrada mudar de 1 para 0 ou de 0 para 1, dependendo apenas do tipo de canal selecionado. Notem que o jack 3 corresponde ao canal B. O sinal do canal B tem trajetória simétrica ao sinal do canal A. Ele passa por A3-B4, gera o sinal Y, vai para A1-B9, acende ou apaga o LED LD2, e mistura em C1-B(10). Vejam que B1-

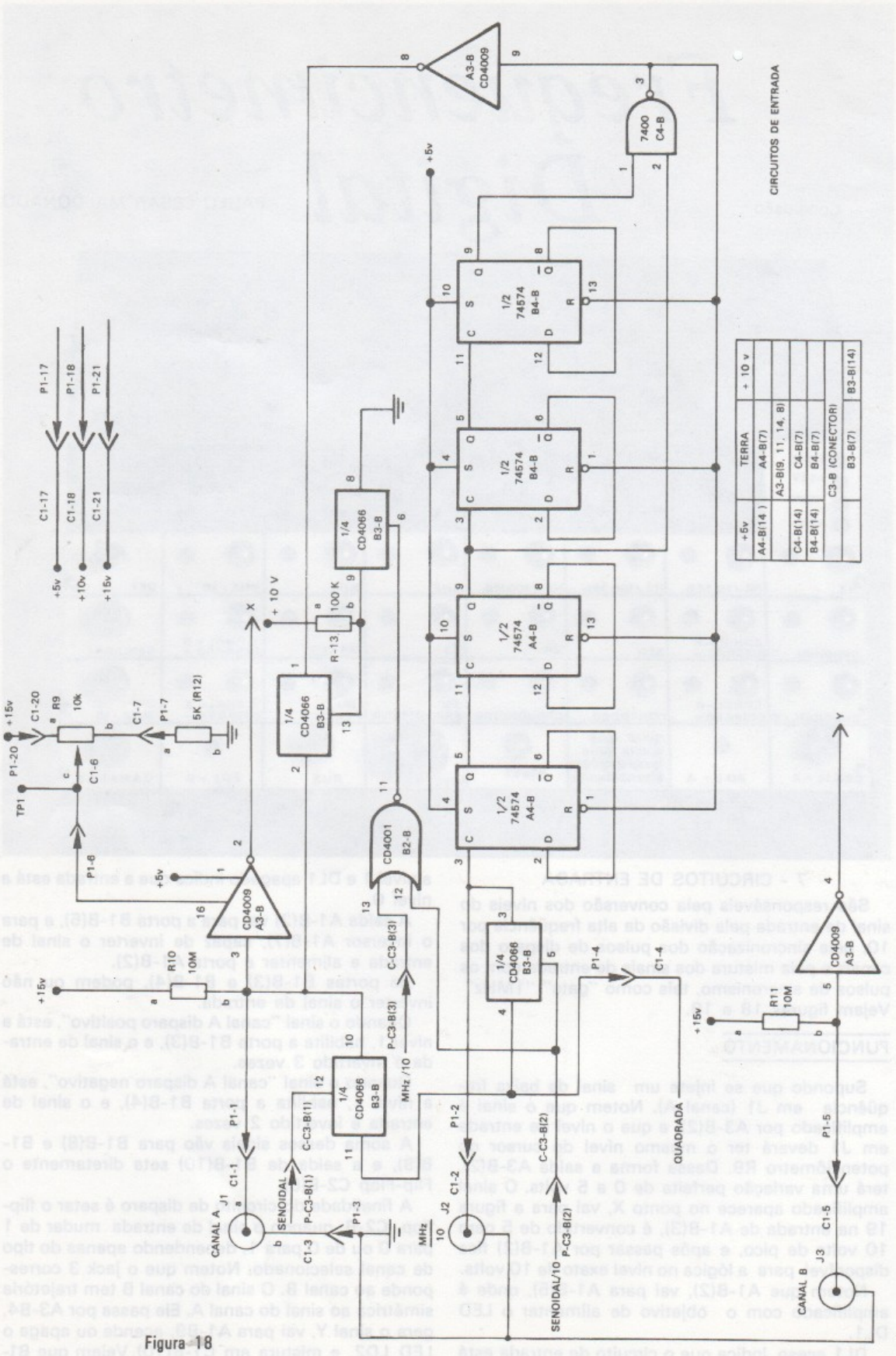

CIRCUITOS DE ENTRADA
+5v
TERRA
+ 10 v
A4-B(14 )
A4-B(7)
A3-B(9, 11, 14, 8)
C4-B(14)
C4-B(7)
B4-B(14)
B4-B(7)
C3-B (CONECTOR)
B3-B(7)
B3-B(14)
CANAL A
CANAL B
SENOIDAL
SENOIDAL/10
QUADRADA
MHz
MHz /10
+ 10 V
100 K
5K (R12)
10k
10M
CD4009 A3-B
CD4066 B3-B
CD4001 B2-B
7400 C4-B
1/2 74574 A4-B
1/2 74574 B4-B

Figura 18

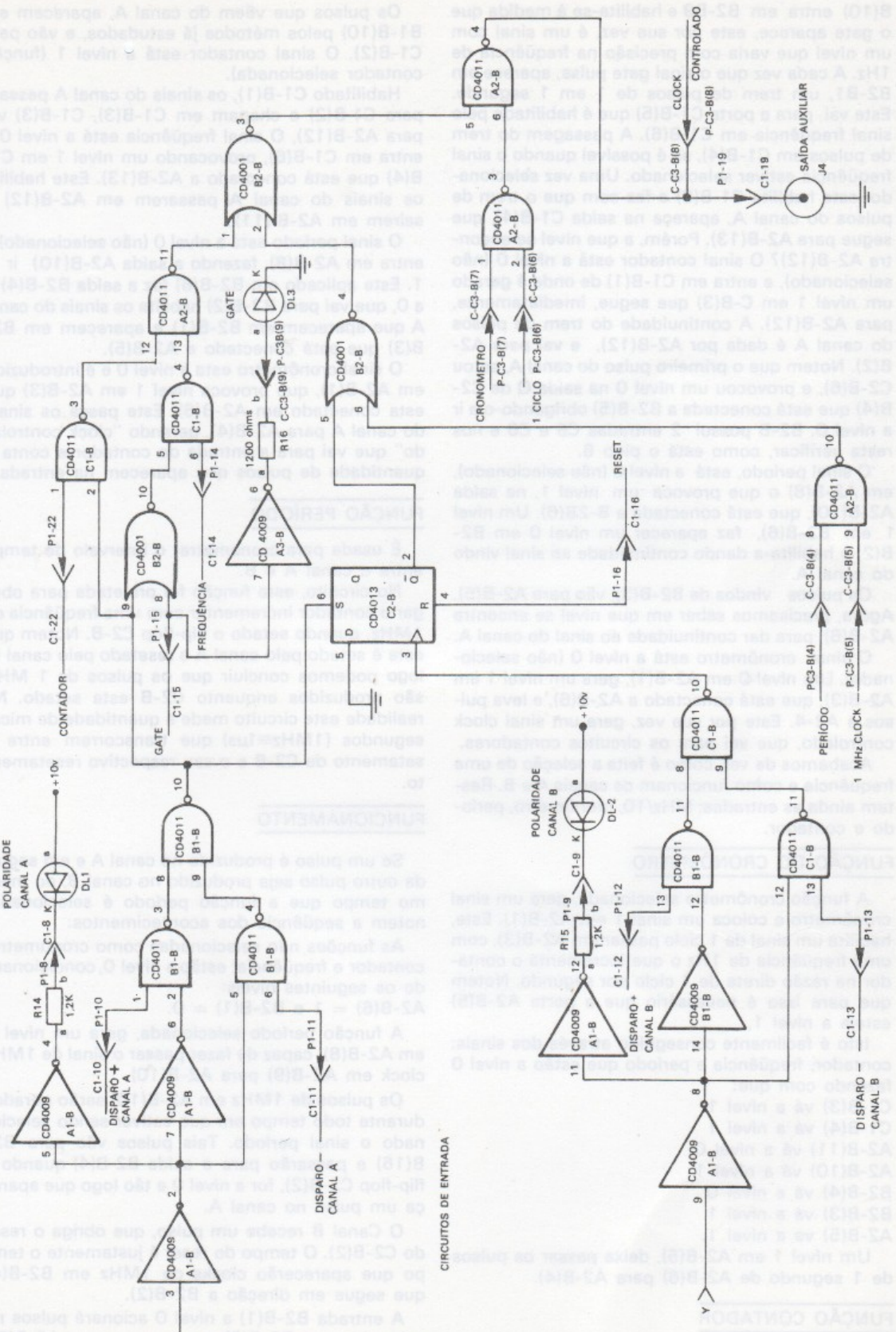

CIRCUITOS DE ENTRADA
CONTROLADO
CLOCK
SAÍDA AUXILIAR
J4
CRONOMETRO
1 CICLO
RESET
FREQUÊNCIA
CONTADOR
GATE
PERÍODO
1 MHz CLOCK
POLARIDADE CANAL A
POLARIDADE CANAL B
DISPARO + CANAL A
DISPARO − CANAL A
DISPARO + CANAL B
DISPARO − CANAL B
1200 ohms
1,2K
+10v
CD4011
CD4001
CD4009
CD4013

Figura 19

B(10) entra em B2-B9 e habilita-se à medida que o gate aparece, este por sua vez, é um sinal com um nível que varia com precisão na freqüência de 1Hz. A cada vez que o sinal gate pulsa, aparece em B2-B1, um trem de pulsos de 1 em 1 segundo. Este vai para a porta C1-B(5) que é habilitada pelo sinal freqüência em C1-B(6). A passagem do trem de pulsos em C1-B(4), só é possível quando o sinal freqüência estiver selecionado. Uma vez selecionado, este habilita C1-B(6) e faz com que o trem de pulsos do canal A, apareça na saída C1-B(4), que segue para A2-B(13). Porém, a que nivel se encontra A2-B(12)? O sinal contador está a nível 0 (não selecionado), e entra em C1-B(1) de onde é gerado um nível 1 em C-B(3) que segue, imediatamente, para A2-B(12). A continuidade do trem de pulsos do canal A é dada por A2-B(12), e vai para A2-B(2). Notem que o primeiro pulso do canal A, setou C2-B(6), e provocou um nível 0 na saída Q de C2-B(4) que está conectada a B2-B(5) obrigando-o a ir a nível 0. B2-B possui 2 entradas C5 e C6 e nos resta verificar, como está o pino 6.

O sinal período, está a nível 0 (não selecionado), em A2-B(8) o que provoca um nível 1, na saída A2-B(10), que está conectada a B-2B(6). Um nível 1 em B2-B(6), faz aparecer um nível 0 em B2-B(2) e habilita-a dando continuidade ao sinal vindo do canal A.

Os pulsos vindos de B2-B(3), vão para A2-B(5). Agora, precisamos saber em que nível se encontra A2-B(6), para dar continuidade ao sinal do canal A.

O sinal cronômetro está a nível 0 (não selecionado). Um nível 0 em A2-B(1), gera um nível 1 em A2-B(3), que está conectado a A2-B(6), e leva pulsos a A2-4. Este por sua vez, gera um sinal clock controlado, que vai para os circuitos contadores.

Acabamos de ver, como é feita a seleção de uma frequência e como funcionam os canais A e B. Restam ainda as entradas: MHz/10, cronômetro, período e contador.

## FUNÇÃO DO CRONÔMETRO

A função cronômetro selecionada, gera um sinal cronômetro e coloca um sinal 1 em A2-B(1). Este, habilita um sinal de 1 ciclo passar em A2-B(3), com uma freqüência de 1Hz o que incrementa o contador na razão direta de 1 ciclo por segundo. Notem que para isso é necessário que a porta A2-B(5) esteja a nível 1.

Isto é facilmente conseguido através dos sinais: contador, freqüência e período que estão a nível 0 fazendo com que:

C1-B(3) vá a nível 1.
C1-B(4) vá a nível 1
A2-B(11) vá a nível 0
A2-B(10) vá a nível 1
B2-B(4) vá a nível 0
B2-B(3) vá a nível 1
A2-B(5) va a nível 1.

Um nível 1 em A2-B(5), deixa passar os pulsos de 1 segundo de A2-B(6) para A2-B(4).

## FUNÇÃO CONTADOR

Tem a finalidade de contar os pulsos provenientes do canal A.

Os pulsos que vêem do canal A, aparecem em B1-B(10) pelos métodos já estudados, e vão para C1-B(2). O sinal contador está a nível 1 (função contador selecionada).

Habilitado C1-B(1), os sinais do canal A passam para C1-B(2) e chegam em C1-B(3), C1-B(3) vai para A2-B(12), O sinal freqüência está a nível 0 e entra em C1-B(6), provocando um nível 1 em C1-B(4) que está conectado a A2-B(13). Este habilita os sinais do canal A passarem em A2-B(12) e sairem em A2-B (11).

O sinal período está a nível 0 (não selecionado) e entra em A2-B(8), fazendo a saída A2-B(10) ir a 1. Este aplicado em B2-B(6) faz a saída B2-B(4) ir a 0, que vai para B2-B(2) habilita os sinais do canal A que aparecem em B2-B(1) e aparecem em B2-B(3) que está conectado a A2-B(5).

O sinal cronômetro esta a nível 0 e é introduzido em A2-B(1), que provoca nível 1 em A2-B(3) que esta conectado em A2-B(6). Este passa os sinais do canal A para A2-B(4), gerando "clock controlado" que vai para a entrada do contador e conta a quantidade de pulsos que aparecem na entrada.

## FUNÇÃO PERÍODO

É usada para cronometrar o intervalo de tempo entre o canal A e B.

No circuito, esta função foi projetada para obrigar o contador incrementar com uma freqüência de 1MHz, quando setado o flip-flop C2-B. Notem que este é setado pelo canal A e resetado pelo canal B, logo podemos concluir que os pulsos de 1 MHz, são produzidos enquanto C2-B esta setado. Na realidade este circuito mede a quantidade de micro segundos (1MHz≡1μs) que transcorrem entre o setamento de C2-B e o seu respectivo resetamento.

## FUNCIONAMENTO

Se um pulso é produzido no canal A e em seguida outro pulso seja produzido no canal B, ao mesmo tempo que a função período é selecionada; notem a seqüência dos acontecimentos:

As funções não selecionadas como cronômetro, contador e freqüência; estão a nível 0, condicionando os seguintes níveis:
A2-B(6) = 1 e B2-B(1) = 0.

A função período selecionada, gera um nível 1 em A2-B(8), capaz de fazer passar o sinal de 1MHz clock em A2-B(9) para A2-B(10).

Os pulsos de 1MHz em A2-B(10) serão gerados durante todo tempo em que estiver sendo selecionado o sinal período. Tais pulsos vão para B2-B(16) e passarão para a saída B2-B(4) quando o flip-flop C2-B(2), for a nível 0 e tão logo que apareça um pulso no canal A.

O Canal B recebe um pulso, que obriga o reset do C2-B(2). O tempo do reset é justamente o tempo que aparecerão clocks de 1MHz em B2-B(4) que segue em direção a B2-B(2).

A entrada B2-B(1) a nível 0 acionará pulsos na saída da porta B2-B(3) que seguem para A2-B(5).

A entrada A2-B(3) a nível 1, conectada a A2-B(6), deixa passar os pulsos de 1MHz introduzidos

em A2-B(5) para A2-B(4) e gera um sinal Clock controlado, capaz de incrementar o contador.

Vejam que após cada leitura de um intervalo de tempo, o contador deverá ser resetado para não adicionar o valor novo ao antigo.

O sinal reset tem duas funções:

a) resetar o contador

b) resetar o flip-flop C2-B(4) impedindo que sejam gerados outros pulsos de 1MHz.

Vistas as funções da figura 19, resta-nos descrever as funções da figura 18 para terminarmos os circuitos de entrada.

## FUNÇÃO SENOIDAL

Tem a finalidade de converter os sinais senoidais introduzidos em J5 para onda quadrada. O sinal senoidal entra em J5 (fig. 11), passa pelo conector C4-(14) e vai para a entrada do circuito SCHIMIT TRIGGER C2E (9-10-12-13). O sinal senoidal é transformado em ondas quadradas na saída C2-E (8).

Em seguida, tal sinal vai para o conector C4-(15) onde é gerado o sinal quadrado que vai para a figura 18, conector C1-(4).

O sinal senoidal está a nível 1 e deverá estar selecionado toda vez que quisermos utilizar a entrada senoidal.

O nível 1 do sinal senoidal, vai para B3-B (12) e habilita a tri-state conduzir a entrada B3-B(11) para a saída B3-B(10). Notem que B3-B(11) , está conectado ao sinal quadrado (sinal senoidal convertido), passa pelo tri-state e sai em B3-B(10) ligeiramente atenuado.

A saída B3-B(10), vai para A3-B(3) onde é amplificado e dirigido aos circuitos de entrada do canal A.

## FUNÇÃO SENOIDAL/10

Assemelha-se à função senoidal, só que protegida por uma alta freqüência. Exemplo: um sinal senoidal de 30 MHz, é convertido em ondas quadradas pelo SCHIMIT TRIGGER, em seguida dividido por 10, para depois descarregar-se no canal A.

## FUNCIONAMENTO

Para obtermos leitura correta de um sinal de alta freqüência senoidal, usamos a entrada senoidal que converte o sinal senoidal em ondas quadradas C1-(4).

A toda vez que desejamos ler um sinal senoidal de alta freqüência, necessitamos selecionar a função senoidal/10, que vai a nível 1 e este, por sua vez, para B3-B(5). Notem que B3-B(5) habilitado, passa o sinal da entrada B3-B(4) para a saída B3-B(3). Isto significa que o sinal quadrado é conectado para a saída tri-state B3-B(3) que está conectado à entrada do flip-flop A4-B(3).

Este está ligado em cascata a mais outros 3, formando um contador interligados numa porta para resetarem na contagem 10.

Na saída da porta C4-B(3) aparece um pulso que nada mais é do que o sinal de entrada dividido por 10, assim o sinal de alta freqüência aplicado na entrada, está compatível à lógica CMOS quanto a freqüência, mas não quanto aos níveis.

O nível que sai de C4-B(3) é TTL e é seguido pelo inversor A1-B(9) capaz de transformar o nível TTL por CMOS em A1-B(8).

O sinal senoidal/10 (nível 1 selecionado), vai para a porta B2-B(12) e provoca nível 0 na saída B2-B(11) que vai para o tri-state B3-B(6), desabilitando a entrada B3-B(8) fluir em direção a B3-B(9).

Esta última está polarizada com tensão positiva através de B13 em nível 1 no pino de controle do tri-state B3-B(13), o que o habilita em relação ao sinal de entrada B3-B(1) em direção a B3-B(2). Isto significa que os sinais senoidais divididos por 10 (saída A3-B(8)), passam pelo tri-state B3-B(1) em direção a B3-B(2) e vão para os circuitos de entrada no canal A (A3-B(3) ), dotados de suas respectivas amplitudes a fim de serem lidos pelo restante da lógica da figura 19.

## FUNÇÃO MHz/10

É usada para leitura de sinais de onda quadrada de alta freqüência. Tem função semelhante à senoidal/10.

## FUNCIONAMENTO

O sinal de alta freqüência entra em J2, vai para o estágio divisor por 10 (A4-B(3) ) no qual é dividido por 10, sai em A3-B(8) com nível CMOS (10V pico), e é dirigido para o canal A, pelo mesmo caminho do sinal "quadrada" visto na função senoidal/10. Notem que quando utilizamos a entrada MHz/10, selecionamos a função MHz/10 fazendo o sinal MHz/10 ir a nível 1, capaz de entrar em B2-B(13) e por em B3-B(6) um nível 0. Vejam que B3-B(6) desabilitado fez com que o nível 1 permaneça em B3-B(9). Este pino nível 1, fez B3-B(13) conduzir o sinal da saída de A3-B(8), para B3-B(2) introduzindo-os nos circuitos do canal A.

## 8 — CIRCUITOS CONTADORES

Os circuitos contadores são capazes de realizarem todas as totalizações dos pulsos introduzidos nos circuitos de entrada. Tais circuitos estão na placa A (fig. 21), e são formados por 4 contadores tipo "década dupla".

A vantagem de utilizarmos décadas duplas, é que diminuimos pela metade o número de componentes. São formados pelos circuitos C1-A, C3-A, C5-A e C7-A.

O principal sinal é o clock controlado (fig. 19), capaz de incrementar as décadas contadoras ligadas em cascata, o contador C1-A(1) e automaticamente os demais estágios contadores.

Outro sinal importante é o reset controlado que entra em todas as décadas e é valido quando vai a nível 1 (neste caso, todos os estágios vão a nível 0). Estes contadores tem a capacidade de contar freqüências de 10 MHz. Para freqüências mais altas recomendamos o uso do divisor por 10 de entrada (MHz/10 e senoidal/10).

## 9 - CIRCUITOS LATCH, DECODIFICADORES E AMPLIFICADORES

Estão localizados na placa A (fig. 21) e cada estágio de latch decodificador e amplificador estão num único circuito integrado.

O circuito latch (tranca), é um conjunto de flip flops agindo como um pequeno registro. É utilizado para trancar a informação dos circuitos contadores. Isto se faz necessário uma vez que os contadores incrementados tem suas saídas acusando valores sem lógica em suas respectivas leituras. Porém notem que, se zerarmos o contador e o incrementarmos, em apenas 1 segundo obteremos o valor da freqüência medida. Dessa forma devemos "guardar" este valor no lacht, porque em seguida o contador é setado e começa oscilar durante 1 segundo.

Se a cada fim de ciclo armazenarmos o valor no contador no latch conseguiremos manter em seu interior o valor da freqüência em questão.

Por isso os circuitos, latch são seguidos por decodificadores ligados a displays através de amplificadores.

Os circuitos integrados que os compõe são: B1-A, B2-A, B3-A, B4-A, B5-A, B6-A, B7-A e B8-A.

Os sinais que controlam os latch são as saídas dos contadores e mais o sinal latch gerado a toda vez que o contador tiver o valor real da freqüência. Este sinal é capaz de através, das saídas do contador, armazenar dentro dos registros dos circuitos de latch.

Os circuitos decodificadores e amplificadores estão contidos nos mesmos circuitos integrados de latch.

Os decodificadores decodificam o número binário dos contadores e o transformam em sete segmentos a fim de alimentar os displays.

As saídas dos decodificadores não tem força suficiente para alimentar os displays, por isso estão ligados internamente aos circuitos amplificadores que alimentam os displays.

## 10 — DISPLAY

O display é do tipo sete segmentos de catodo comum + 1 ponto decimal a direita.

Os displays estão na placa A (fig. 21) e nas coordenadas A1-A, A2-A, A3-A, A4-A, A5-A, A6-A, A7-A e A8-A, alimentados pelos circuitos descritos anteriormente.

## 11 — CIRCUÍTOS DE RESET CONTROLADO, LATCH CONTROLADO E GATE

Estão localizados na fig. 20 e possuem finalidades diferentes.

### CIRCUÍTOS DE RESET:

São usados para zerar o contador e resetar o Flip-Flop C2-B (fig. 19).

Pode ser usado manualmente ou automaticamente.

É automático, quando a freqüência selecionada, inicia um novo ciclo de leitura e antes disso o contador deve estar resetado. É também chamado auto-reset e o sinal latch é gerado logo em seguida.

O reset manual, tem prioridade sobre o automático. É usado após um ciclo de cronômetro, contador ou período.

### FUNCIONAMENTO DO SINAL RESET AUTOMÁTICO

O sinal responsável pelo seu funcionamento é o "gate" que será visto mais adiante.

É gerado de 1 em 1 segundo, no primeiro segundo fica alto e no segundo baixo. Está ligado ao pino de disparo do multivibrador monoestável B1-E (4).

O sinal gate em nível 1, dispara o monoestável de 1 µs e a saída B1-E (6) - nível 1 permanece durante 1 segundo. Em seguida, vejam que B1-E (6) - nível dispara outro monoestável B1-E(11) e durante 1 segundo B1-E (10), permanece a nível 1. Nessa ocasião é gerado o sinal auto-reset que vai para C1-D (2).

Se a função freqüência está selecionada, o sinal a eia correspondente vai a nível 1, vai para C1-D (1), habilita o pulso de 1 µs proveniente do pino C1-D (2) - auto-reset e passa para C1-D (5).

O sinal reset em C1-D (6) - nível 1, habilita o sinal auto-reset passar de C1-D (5) para C1-D (4), gerando o termo "reset controlado". Este segue aos circuitos contadores e os reseta.

Assim concluímos que o reset controlado é gerado a cada pulso do sinal gate a toda vez que selecionamos a função freqüência.

### FUNCIONAMENTO DO RESET MANUAL

É gerado a toda vez que o ruído provocado pelo dedo através da antena reset, é amplificado em B2-B (4) gerando os seguintes termos : reset e $\overline{\text{reset}}$.

Reset vai para C2-B - Fig. 19 resetando o Flip-Flop de controle de período.

$\overline{\text{Reset}}$ vai para C1-D (6) nível 0 e põe nível 1 na saída C1-D (4) gerando um sinal reset controlado capaz de resetar os circuitos contadores.

### CIRCUÍTOS DE LATCH

É gerado proporcionalmente a toda vez que o sinal gate for gerado.

A conecção do gate a B1-E (4) dispara-o e gera um sinal latch capaz de transferir o conteúdo do contador para os circuitos de latch.

### CIRCUÍTOS DE GATE

Geram o sinal gate que nada mais é do que o pulso principal dos circuitos de precisão.

Dele depende toda confiabilidade do instrumento. Varia de 1 em 1 segundo, de 10 em 10 segundo, de 100 em 100 segundos e de 100 em 100 ms.

O sinal gate segue para a fig. 19, acende o led do gate, nos informa se está sendo auto gerado, vai para a porta B2-B (8) e habilita os sinais do canal a passarem pelo contador durante o tempo especificado pelo gate.

Gate é o sinal de comando que possibilita a medição de uma freqüência.

Ela pode ser medida por diversas bases de tempo 1 s, 10 s, 100 s, e 100 ms.

### SELEÇÃO DAS FREQÜÊNCIAS DE GATE

Selecionadas as funções: senoidal, senoidal/10 ou Hz, geramos o termo senoidal/10 + senoidal + Hz.

Selecionadas algumas das funções: MHz ou MHz/10 ou KHz, geramos o termo MHz + KHz + MHz/10.

Os termos se idal/10 + senoidal + Hz e MHz +

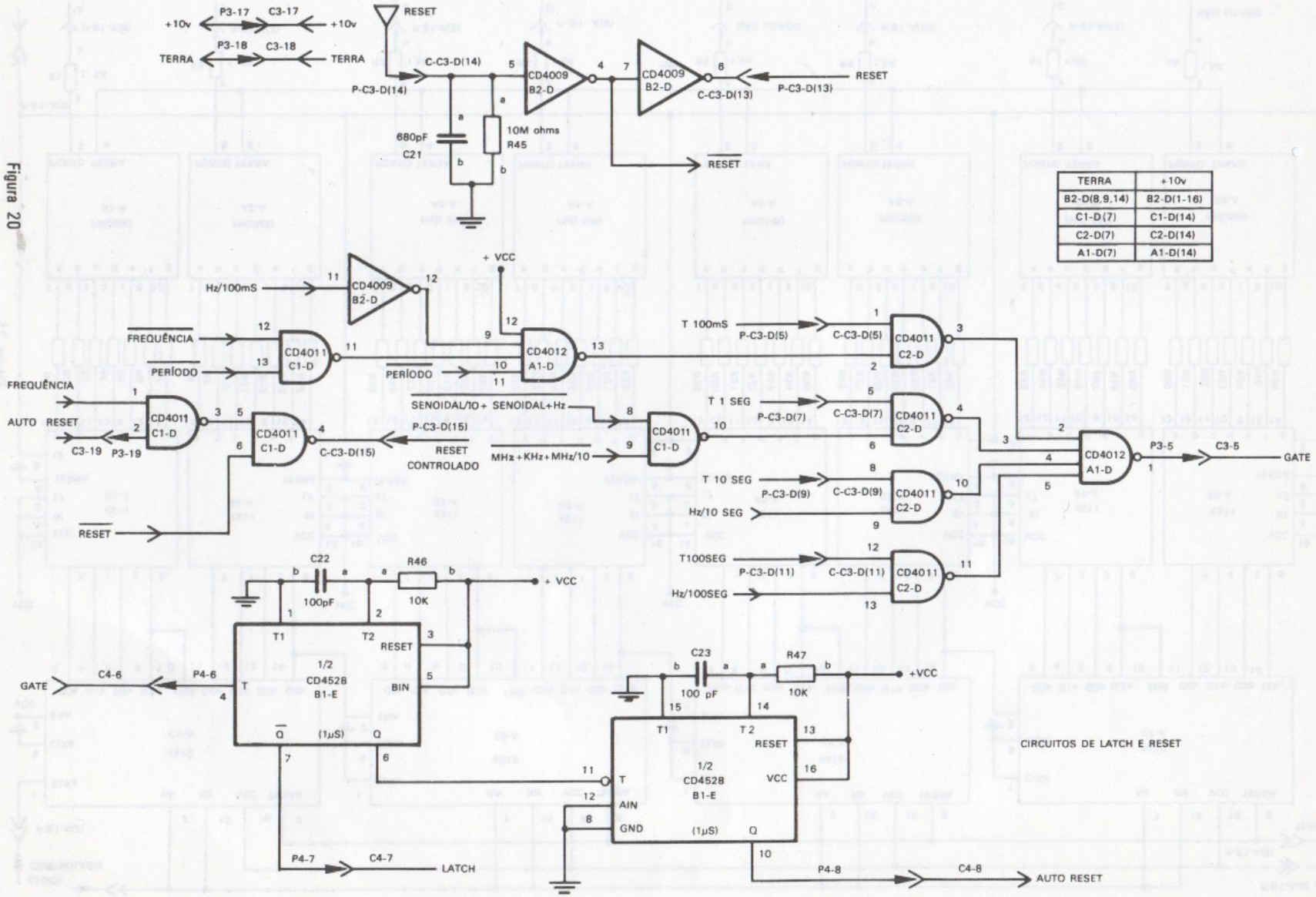

+10v
P3-17
C3-17
+10v
TERRA
P3-18
C3-18
TERRA
RESET
C-C3-D(14)
P-C3-D(14)
CD4009 B2-D
CD4009 B2-D
C-C3-D(13)
P-C3-D(13)
RESET
680pF C21
10M ohms R45
RESET
TERRA
+10v
B2-D(8,9,14)
B2-D(1-16)
C1-D(7)
C1-D(14)
C2-D(7)
C2-D(14)
A1-D(7)
A1-D(14)
+ VCC
Hz/100mS
CD4009 B2-D
FREQUÊNCIA
PERÍODO
CD4011 C1-D
PERÍODO
CD4012 A1-D
T 100mS
P-C3-D(5)
C-C3-D(5)
CD4011 C2-D
FREQUÊNCIA
AUTO RESET
C3-19
P3-19
CD4011 C1-D
CD4011 C1-D
P-C3-D(15)
C-C3-D(15)
RESET
CONTROLADO
SENOIDAL/10+ SENOIDAL+Hz
MHz+KHz+MHz/10
CD4011 C1-D
T 1 SEG
P-C3-D(7)
C-C3-D(7)
CD4011 C2-D
T 10 SEG
P-C3-D(9)
C-C3-D(9)
CD4011 C2-D
Hz/10 SEG
CD4012 A1-D
P3-5
C3-5
GATE
RESET
T100SEG
P-C3-D(11)
C-C3-D(11)
CD4011 C2-D
Hz/100SEG
C22
100pF
R46
10K
+ VCC
T1
T2
RESET
1/2 CD4528 B1-E
BIN
GATE
C4-6
P4-6
T
Q
(1μS)
Q
C23
100 pF
R47
10K
+VCC
T1
T2
RESET
1/2 CD4528 B1-E
VCC
T
AIN
GND
(1μS)
Q
P4-7
C4-7
LATCH
P4-8
C4-8
AUTO RESET
CIRCUITOS DE LATCH E RESET

Figura 20

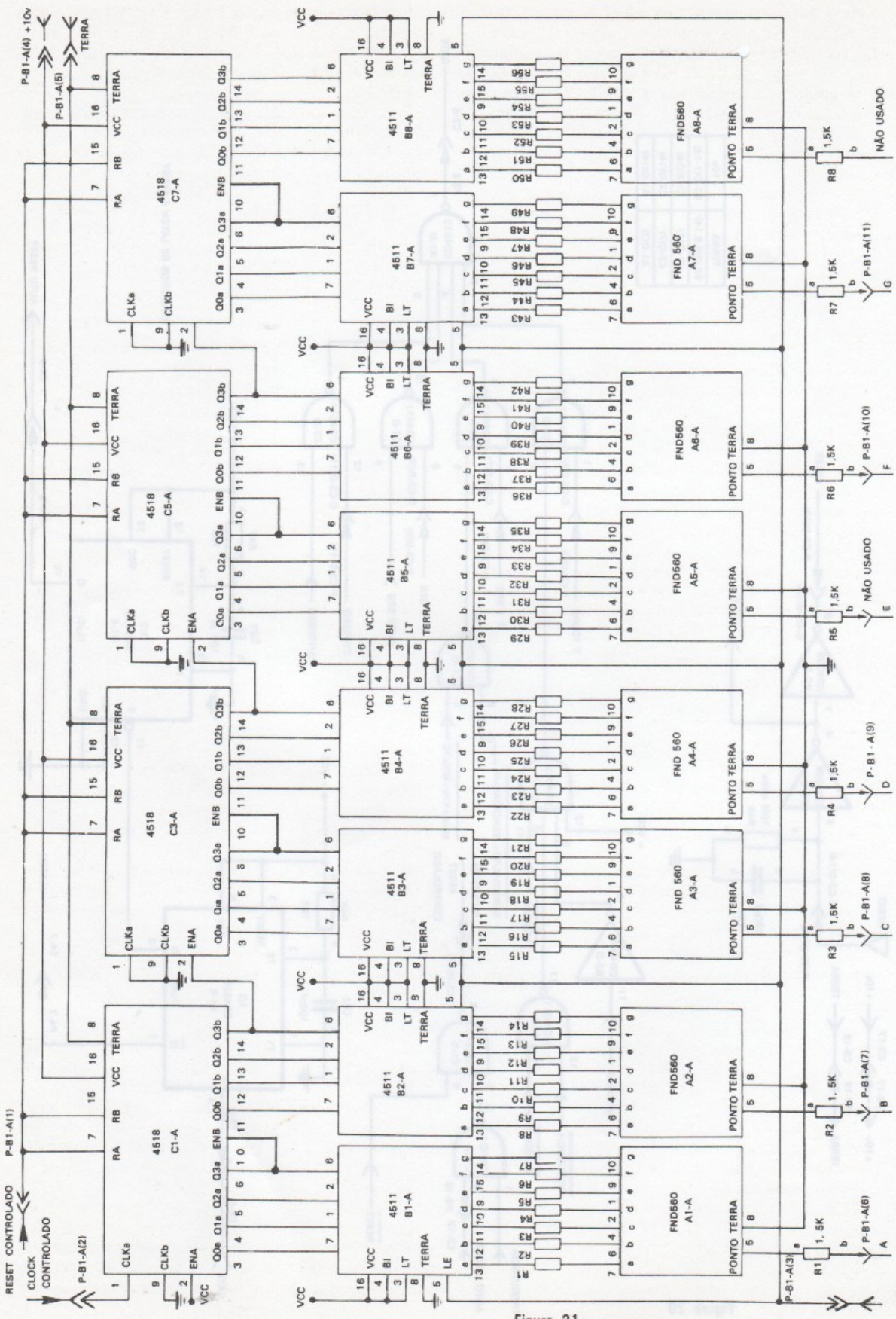

RESET CONTROLADO
CLOCK CONTROLADO
P-B1-A(1)
P-B1-A(2)
P-B1-A(4) +10v
P-B1-A(5)
TERRA
VCC
4518 C1-A
4518 C3-A
4518 C5-A
4518 C7-A
4511 B1-A
4511 B2-A
4511 B3-A
4511 B4-A
4511 B5-A
4511 B6-A
4511 B7-A
4511 B8-A
FND560 A1-A
FND560 A2-A
FND 560 A3-A
FND 560 A4-A
FND560 A5-A
FND560 A6-A
FND 560 A7-A
FND560 A8-A
1.5K
1. 5K
P-B1-A(3)
P-B1-A(6)
P-B1-A(7)
P-B1-A(8)
P-B1-A(9)
P-B1-A(10)
P-B1-A(11)
NÃO USADO
LATCH

Figura 21

KHz + MHz/10, entram na fig. 7, porta C1-D (8 e 9) respectivamente; e geram um nível 1 na saída C1-D (10) que vai para C2-D (6), capaz de habilitar o sinal (T1 seg.) em C2-D (5) a passar para C2-D (4).

A saída está conectada a A1-D (3) o que gera um sinal gate em A1-D (1). Assim concluímos que o sinal gate pulsa à razão de 1 segundo, à medida que forem selecionados alguns dos sinais de freqüência.

Selecionada a função Hz/10 é gerado o sinal Hz/10 seg. que vai para o gate C2-D (9) habilitando-o a passar o sinal (T 10 seg.) de C2-D (9) para C2-D (10). Este por sua vez, segue para A1-D (4), gerando o sinal gate em A1-D (1) com 10 segundos de duração.

Selecionada a função Hz/100 seg., o procedimento é o mesmo, apenas que o tempo de duração do sinal gate, será de 100 seg. e as portas habilitadas serão C2-D (12) e A1-D (5).

Selecionadas as funções, contador ou cronômetro é gerado o sinal gate numa velocidade razoável (100 ms), a fim de que o sinal latch, também seja habilitado. Dessa forma o display é atualizado a cada instante, com o valor do contador.

Notem a exclusão de sinais quase que automática, selecionadas as funções contador ou cronômetro, os sinais período e freqüência ficam inertes. A porta que detectará cronômetro ou contador será a C1-D (11), capaz de provocar nível 0 na saída, a medida que o sinal período e freqüência em C1-D (12 e 13) estiverem a nível 1.

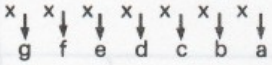
O nível 0 em C1-D (11) vai para A1-D (10) e provoca nível 1 em A1-D (13) que habilita C2-D (2) deixando passar os pulsos de 100 ms (sinal T 100 ms), de C2-D (2) para C2-D (3). Este conectado a A1-D (2) gera um sinal gate na velocidade de repetição de 100 ms.

Vejam que o sinal período em A1-D (11) gera um sinal gate de 100 ms.

O mesmo acontece quando a função Hz/100 ms entra em B2-D (11)

## 12 — PONTO FLUTUANTE

Para facilidade de leitura projetamos um circuito de comutação do ponto decimal, de acordo com a escala selecionada. Os pontos decimais ficam situados à direita de cada display de 7 segmentos e estão divididos da seguinte forma:




Nem todos os pontos decimais são utilizados e outros deles chegam a ser utilizados por várias funções.

Geração do sinal que acende cada um dos pontos:

PONTO A

Acende a toda vez que precisamos multiplicar o número do display por 1. As funções que o acendem são Hz e µs. Elas entram em B1-D (12) e B1-D (13) da fig. 17, são somadas em B1-D (10) e amplificadas em A2-D (15), acendendo o ponto decimal A.

PONTO B

Acende a toda vez que precisamos dividir a grandeza do display por 10.

É o caso dos sinais 0,1 seg. e Hz/10 seg. Estes entram em B1-D (4) e B1-D (5), são somados em B1-D (6), invertido e amplificado em A2-D (12), fazendo acender o ponto decimal B.

PONTO C

É aceso a toda vez que precisamos dividir o número do display por 100. É o caso do sinal Hz/100 seg. que entra em C4-C (3) e vai para C4-C (2) acendendo o ponto C.

PONTO D

É utilizado para dividir a grandeza do painel por 1.000. É o caso de ms e KHz que entram em B4-D (8) e B4-D (1) para posteriormente serem amplificados em C4-C (4), prendendo o ponto D.

PONTO E

Não é usado.

PONTO F

É utilizado a toda vez que precisamos dividir o número do display por 10.000.

É o caso do sinal MHz/10 que entra em C4-C (11) e acende o ponto F em C4-C (12).

PONTO G

É utilizado a toda vez que precisamos dividir o número do display por 1.000.000, quando selecionamos MHz ou seg., que entram em C4-C (9) e C4-C (7), amplificam-se em D2-19 e acendem o ponto G.

## 13 — FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Optamos por uma fonte de alimentação com 3 tensões de 5 V, que combinadas, geram as voltagens de 5, 10 e 15 Volts.

A fonte de 5 volts alimenta os circuitos integrados TTL.

A fonte de 10 volts alimenta os circuítos CMOS e display.

A fonte de 15 volts alimenta os circuitos de entrada.

O diagrama completo está representado na fig. 22, onde podemos observar o transformador T1, a barra de ligações TB1 a TB9, os retificadores CB1 a CB3 os reguladores VB1 a VB3 e finalmente os leds DL 25 a DL 27.

A concepção deste tipo de fonte, é simples pois é composta de: 1 transformador redutor, retificador de onda completa e um circuito integrado regulador de tensão.

Está montada na placa F e recomendamos o uso de radiadores térmicos em VB 3 e VB 2.

Os leds DL 25 a DL 27 indicam se as fontes estão em perfeito funcionamento.

## 14 — MONTAGEM

Em se tratando de uma montagem complexa, observem com atenção os pontos de ligação conforme mostram as tabelas de fiação.

Se o leitor pretende utilizar este aparelho com altas freqüências, recomendamos o uso de fios coaxiais nos pontos onde flui as altas freqüências.

Antes da montagem releiam o capítulo referente "Simbologia".

Utilizamos uma caixa de acrílico e optamos pelo sistema modular de montagem onde podemos encaixar 5 placas de fiação aos seus respectivos conectores. Elas podem ser retiradas do aparelho por completo ou seja elas são independentes quanto a fiação que as interligam.

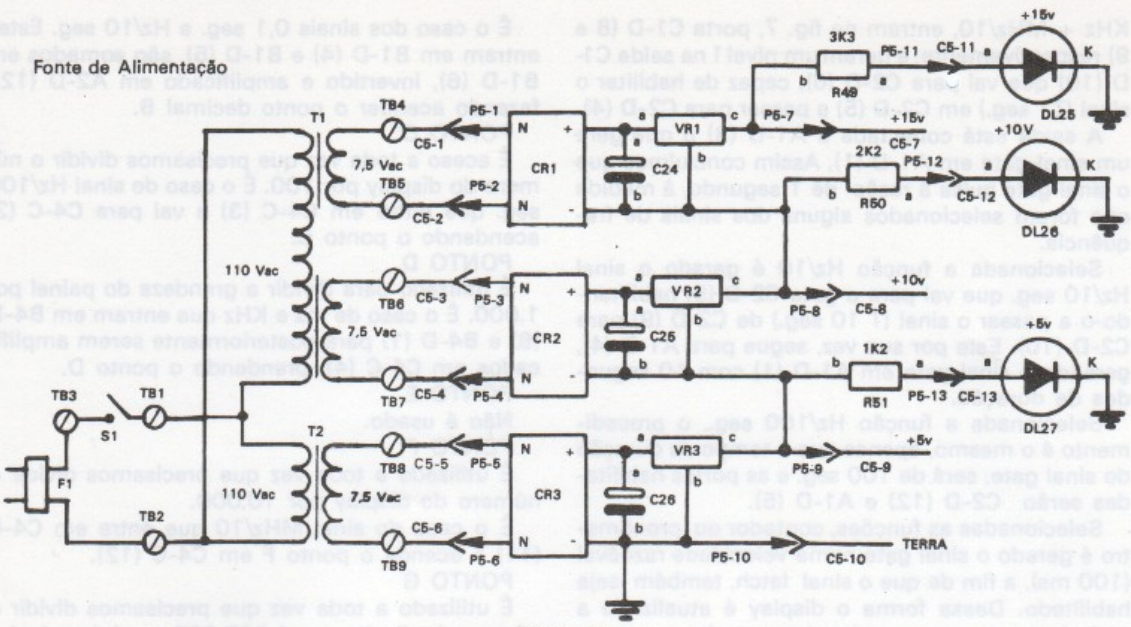



Figura 22

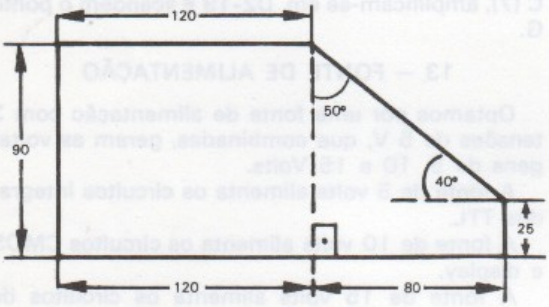



Figura 23 LATERAIS

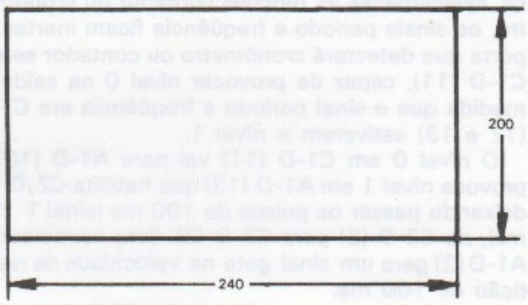



Figura 24 FUNDO

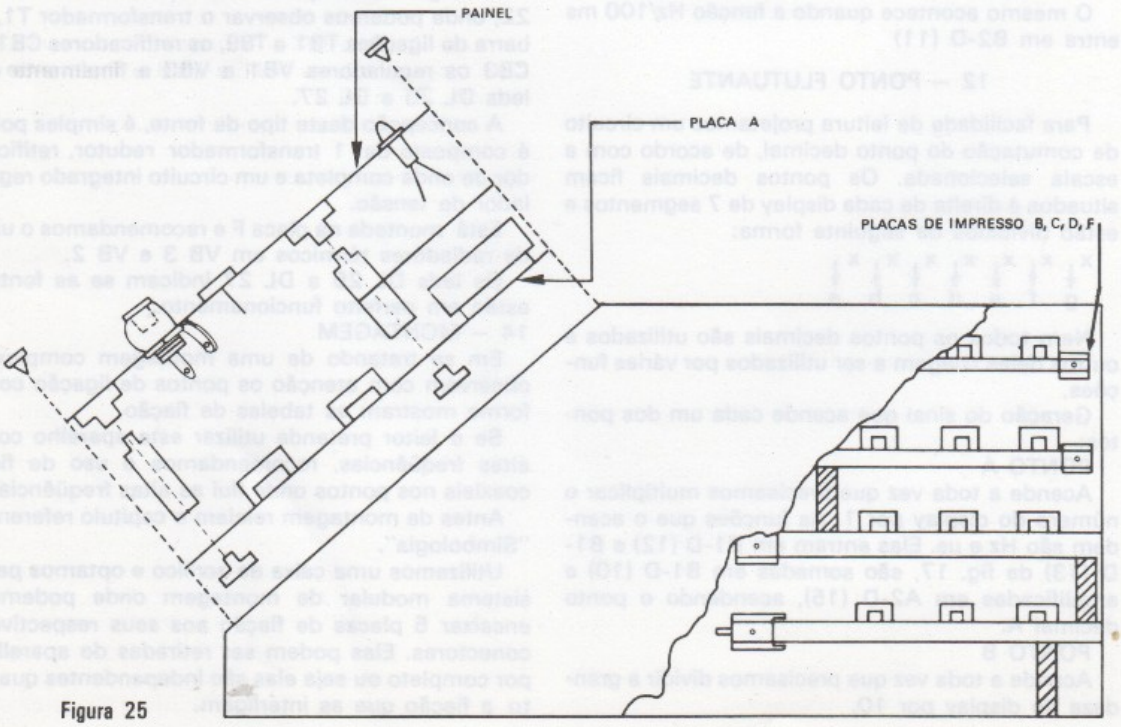



Figura 25

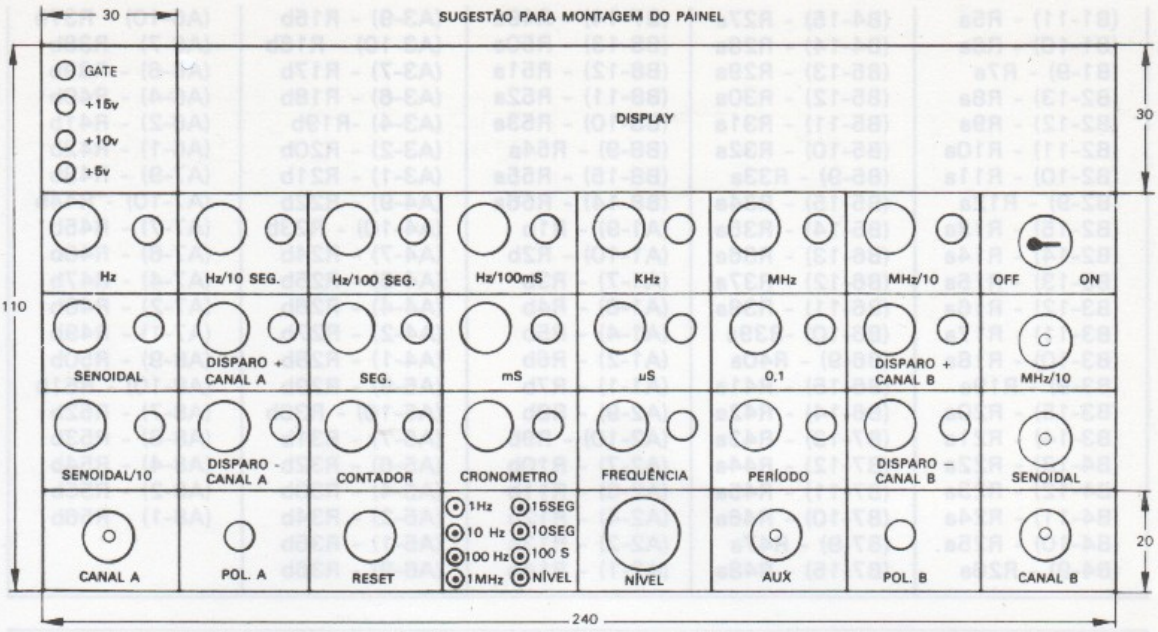



Figura 26

Os conectores são fixos e possuem fiação entre si.

Painel e display também são independentes o que facilita demais a montagem.

Seqüência de procedimento quanto a montagem:

1 - Caixa
2 - Painel
3 - Display
4 - Fiação da placa A
5 - Fiação da placa B
6 - Fiação da placa C
7 - Fiação da placa D
8 - Fiação da placa E
9 - Fiação da placa F
10 - Fiação entre os conectores
11 - Fiação do painel

As figuras 23 e 24 mostram detalhes de montagem na caixa.

As figuras 25 e 26 mostram detalhes do painel.

## 15 — TABELAS DE FIAÇÃO

Elaboramos 2 tipos de tabelas → uma delas corresponde a fiação de cada placa individualmente, e a outra corresponde a inteligação de todas as placas através dos conectores e plugs.

As tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 nos dá a fiação das placas A, B, C, D, E e F respectivamente.

A tabela 7 nos dá a fiação da interligação das placas.

As figuras 27, 28, 29, 30 e 31 mostram a localização dos componentes nas devidas placas.

### TABELA 1
### FIAÇÃO — PLACA A

PONTOS DE VCC (10V)
(C1-2-16) - (C3-16) - (C5-16) - (C7-16) - (B1-16-4-3) - (B3-16-4-3) - (B4-16-4-3) - (B5-16-4-3) - (B6-16-4-3) - (B7-16-4-3) - (B8-16-4-3).

PONTOS DE TERRA
(C1-9-8) - (C3-9-8) - (C5-9-8) - (C7-9-8) - (B1-8) - (B2-8) - (B3-8) - (B4-8) - (B5-8) - (B6-8) - (B7-8) - (B8-8) - (A1-8) - (A2-8) - (A3-8) - (A4-8) - (A5-8) - (A6-8) - (A7-8) - (A8-8).

SINAL CLOCK
(C1-1)
SINAL LATCH
(B1-5) - (B2-5) - (B3-5) - (B4-5) - (B5-5) - (B6-5) - (B7-5) - (B8-5).
SINAL RESET
(C1-7-15) - (C3-7-15) - (C5-7-15) - (C7-7-15).

INTERLIGAÇÕES
(C1-6-10) - (B1-6)
(C3-6-10) - (B3-6)
(C5-6-10) - (B5-6)
(C7-6-10) - (B7-6)
(C1-14) - (C3-2) - (B2-6)
(C3-14) - (C5-2) - (B4-6)
(C5-14) - (C7-2) - (B6-6)
(C1-3) - (B1-7)
(C1-4) - (B1-1)
(C1-5) - (B1-2)
(C1-11) - (B2-7)
(C1-12) - (B2-1)
(C1-13) - (B2-2)
(C3-3) - (B3-7)
(C3-4) - (B3-1)
(C3-5) - (B3-2)
(C3-11) - (B4-7)
(C3-12) - (B4-1)
(C3-13) - (B4-2)
(C5-3) - (B5-7)
(C5-4) - (B5-1)
(C5-5) - (B5-2)
(C5-11) - (B6-7)
(C5-12) - (B6-1)
(C5-13) - (B6-2)
(C7-3) - (B7-7)
(C7-4) - (B7-1)
(C7-5) - (B7-2)
(C7-11) - (B8-7)
(C7-12) - (B8-1)
(C7-13) - (B8-2)
(B1-14) - R2a
(B1-15) - R1a
(B1-13) - R3a
(B1-12) - R4a

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (B1-11) - R5a | (B4-15) - R27a | (B7-14) - R49a | (A3-9) - R15b | (A6-10) - R37b |
| (B1-10) - R6a | (B4-14) - R28a | (B8-13) - R50a | (A3-10) - R16b | (A6-7) - R38b |
| (B1-9) - R7a | (B5-13) - R29a | (B8-12) - R51a | (A3-7) - R17b | (A6-6) - R39b |
| (B2-13) - R8a | (B5-12) - R30a | (B8-11) - R52a | (A3-6) - R18b | (A6-4) - R40b |
| (B2-12) - R9a | (B5-11) - R31a | (B8-10) - R53a | (A3-4) -R19b | (A6-2) - R41b |
| (B2-11) - R10a | (B5-10) - R32a | (B8-9) - R54a | (A3-2) - R20b | (A6-1) - R42b |
| (B2-10) - R11a | (B5-9) - R33a | (B8-15) - R55a | (A3-1) - R21b | (A7-9) - R43b |
| (B2-9) - R12a | (B5-15) - R34a | (B8-14) - R56a | (A4-9) - R22b | (A7-10) - R44b |
| (B2-15) - R13a | (B5-14) - R35a | (A1-9) - R1b | (A4-10) - R23b | (A7-7) - R45b |
| (B2-14) - R14a | (B6-13) - R36a | (A1-10) - R2b | (A4-7) - R24b | (A7-6) - R46b |
| (B3-13) - R15a | (B6-12) - R37a | (A1-7) - R3b | (A4-6) - R25b | (A7-4) - R47b |
| (B3-12) - R16a | (B6-11) - R38a | (A1-6) - R4b | (A4-4) - R26b | (A7-2) - R48b |
| (B3-11) - R17a | (B6-10) -R39a | (A1-4) - R5b | (A4-2) - R27b | (A7-1) - R49b |
| (B3-10) - R18a | (B6-9) - R40a | (A1-2) - R6b | (A4-1) - R28b | (A8-9) - R50b |
| (B3-9) - R19a | (B6-15) - R41a | (A1-1) - R7b | (A5-9) - R29b | (A8-10) - R51b |
| (B3-15) - R20a | (B6-14) - R42a | (A2-9) - R8b | (A5-10) - R30b | (A8-7) - R52b |
| (B3-14) - R21a | (B7-13) - R43a | (A2-10) - R9b | (A5-7) - R31b | (A8-6) - R53b |
| (B4-13) - R22a | (B7-12) - R44a | (A2-7) - R10b | (A5-6) - R32b | (A8-4) - R54b |
| (B4-12) - R23a | (B7-11) - R45a | (A2-6) - R11b | (A5-4) - R33b | (A8-2) - R55b |
| (B4-11) - R24a | (B7-10) - R46a | (A2-4) - R12b | (A5-2) - R34b | (A8-1) - R56b |
| (B4-10) - R25a | (B7-9) - R47a | (A2-2) - R13b | (A5-1) - R35b | |
| (B4-9) - R26a | (B7-15) - R48a | (A2-1) - R14b | (A6-9) - R36b | |

TABELA 2
FIAÇÃO — PLACA B

PONTOS DE VCC (+5V)
P1 - 17 / A4-B(14) / C4-B(14) / B4-B (14) / A3-B(1) / B4-B(10) / B4-B(4) / A4-B(10) / A4-B(4).

PONTOS DE VCC (+10V)
P1-18 / A1-B(16,1) / B1-B(14) / C1-B(14) / C2-B(14) / B2-B(14) / A2-B(14) / R13a.

PONTOS DE VCC (+15V)
P1-21 / R10(a) / R11(a) / P1-20.

PONTOS DE TERRA
P1-3 / A4-B(7) / A3-B (9,11,14,8) / C4-B(7) / B4-B(7) / B3-B(7) / R12(a) / B3-B(8) / C2-B(5,7,8,9,10,11) / A1-B(8) / B1-B(7) / C1-B(7) / B2-B(7) / A2-B(7).

INTERLIGAÇÕES
P1-6 / A3-B(16)
P1-1 / A3-B(3) / R10(b) / B3-B(2) / B3-B(10) / B3-B(11) / B3-B(4) / P1-4
P1-2 / B3-B(3) / A4-B(3).
C-C3-B(2) / B3-B(5) / B2-B(12)
C-C3-B(3) / B2-B(13)
B2-B(11) / B3-B(6)
B3-B(13) / R13b/ B3-B(9)
A3-B(2) / A1-B(3)
P1-5 / A3-B(5) / R11b
A3-B(4) / A1-B(9)
P1-17 / R12a
B3-B(1) / C4-B(3) / B4-B(13) / B4-B(1) / A4-B(13) A4-B(1).
B3-B(12) / C-C3-B(1)
A4-B(9) / B4-B(3) / C4-B(2)
C4-B(1) / B4-B(9)
A4-B(5) / A4-B(11)
A4-B(2) / A4-B(6)
A4-B(8) / A4-B(12)
A1-B(10 / A1-B(14) / A1-B(11) / C1-B(12)
C1-B(13) / P1-13
A1-B(12) / R15a
P1-9 / R15b
B1-B(13) / P1-12
B1-B(12) / A1-B(15)
B1-B(11) / C1-B(8)
C1-B(10) / C2-B(3)
C1-B(9) / C1-B(11)
C2-B(4) / P1-16
C2-B(6) / B1-B(10) / B2-B(9) / C1-B(2)
C1-B(1) / P1-22
B2-B(8) / P1-15 / A3-B(7)
C1-B(6) / P1-14
C1-B(5) / B2-B(10)
C1-B(4) / A2-B(13)
A2-B(12) / C1-B(3)
A2-B(11) / B2-B(1)
B2-B(2) / B2-B(4)
B2-B(5) / C2-B(2)
A2-B(10) / B2-B(6)
A2-B(1) / C-C3-B(7)
A2-B(2) / C-C3-B(6)
A2-B(6) / A2-B(3)
A2-B(5) / B2-B(3)
A2-B(4) / C-C3-B(8) / P1-19
B1-B(9) / B1-B(4)
B1-B(3) / B1-B(8)
B1-B(6) / P1-11
B1-B(5) / A1-B(7) / A1-B(2) / A1-B(5)
A1-B(6) / B1-B(2) / B1-B(1) / P1-10
A1-B(4) / R14a
P1-8 / R14b
A2-B(8) / C-C3-B(4)
A2-B(9) / C-C3-B(5)
B4-B(5) / B4-B(11)
R16a / A3-B(6)
R16b / C-C3-B(9)

## TABELA 3
## FIAÇÃO — PLACA C

PONTOS DE TERRA:
A1-C(8) / A2-C(8) / A3-C(8) / A4-C(8) / B1-C(8) / C4-C(8-4-7) / C1-b / C2-b / C3-b / C4-b / C5-b/ C6-b / C7-b / C8-b / C9-b / C10-b / C11-b / C12-b / C13-b / C14-b / C15-b / R17-b / R18-b / R19-b / R20b / R21b / R22b / R23b / R24b / R25b / R26b / R27b / R28b / R29b / R30b / R31b / P2-2 / B2-C(8) / B2-C(6) / B3-C(8) / B3-C(6) / B4-C(8-6) / C1-C(8-6) / C1-C (14)

PONTOS DE VCC (+10V)
B2-C(16) / P2-1 / R32a / B3-C(16) / B4-C(16) / C1-C(16) / R48a / A1-C(1-16) / A2-C(1-16) / A3-C(1-16) / A4-C(1-16) / B1-C(1-16) / C4-C (1-16).

INTERLIGAÇÕES
B2-C(3) / A3-C(9) / P2-3
B2-C(9) / A3-C(11) / P2-4
B2-C(16) / A3-C(14) / P2-5
B2-C(15) / A4-C(3) / P2-6
B3-C(3) / A4-C(5) / P2-7
B3-C(9) / A4-C(7) / P2-8
B3-C(12) / A4-C(9) / P2-9
B3-C(15) / A4-C(11) / P2-10
B4-C(3) / A4-C(14) / P2-11
B4-C(9) / B1-C(3) / P2-12
B4-C(12) / B1-C(5) / P2-13
B4-C(15) / B1-C(7) / P2-14
C1-C(3) / B1-C(9) / P2-15
C1-C(9) / B1-C(11) / P2-16
C1-C(12) / B1-C(14) / P2-17
C1-C(13) / D15(k) / A3-C(6)
C1-C(7) / D14(k) / A3-C(4)
C1-C(4) / D13 (k) / A3-C(2)
B4-C(14) / D12(k) / A2-C(15)
B4-C(13) / D11(k) / A2-C(12)
B4-C(7) / D10(k) / A2-C(10)
B4-C(4) / D9(k) / A2-C(6)
B3-C(14) / D8(k) / A2-C(4)
B3-C(13) / D7(k) / A2-C(2)
B3-C(7) / D6(k) / A1-C(15)
B3-C(4) / D5(k) / A1-C(12)
B2-C(14) / D4(k) / A1-C(10)
B2-C(13) / D3(k) / A1-C(6)
B2-C(7) / D2(k) / A1-C(4)
B2-C(4) / D1(k) / A1-C(2)
D1a / D2a / D3a / B2-C(5) / B3-C(5) / B4-C(5) / C1-C(5) / D4a / D5a / D6a / D7a / D8a / D9a / D10a / D11a / D12a / D13a / D14a / D15a / R48b.
A1-C(3) / C1a / R17a / C-C2-C(1).
A1-C(5) / C2a / R18a / C-C2-C(2).
A1-C(7) / C3a / R19a / C-C2-C(3)
A1-C(9) / C4a / R20a / C-C2-C(4)
A1-C(11) / C5a / R21a / C-C2-C(5)
A1-C(14) / C6a / R22a / C-C2-C(6)
A2-C(3) / C7a / R23a / C-C2-C(7)
A2-C(5) / C8a / R24a / C-C2-C(8)
A2-C(7) / C9a / R25a / C-C2-C(9)
A2-C(9) / C10a / R26a /C-C2-C(10)
A2-C(11) / C11a / R27a / C-C2-C(11)
A2-C(14) / C12a / R28a / C-C2-C(12)
A3-C(3) / C13a / R29a / C-C2-C(13)
A3-C(5) / C14a / R30a / C-C2-C(14)
A3-C(7) / C15a / R31a / C-C2-C(15)
R32(b) / C-C2-C(16)
C-C3-C(1) / A3-C(10)
C-C3-C(2) / A3-C(12)
C-C3-C(3) / A3-C(15)
C-C3-C(4) / A4-C(2)
C-C3-C(5) / A4-C(4)
C-C3-C(6) / A4-C(6)
C-C3-C(7) / A4-C(10)
C-C3-C(8) / A4-C(12)
C-C3-C(9) / A4-C(15)
C-C3-C(10) / B1-C(2)
C-C3-C(11) / B1-C(4)
C-C3-C(12) / B1-C(6)
C-C3-C(13) / B1-C(10)
C-C3-C(14) / B1-C(12)
C-C3-C(15) / B1-C(15)
B4-C(2) / C4-C(9)
B4-C(10) / C4-C(11)
B3-C(2) / C4-C(3)
C4-C(2) / C-C3-C(16)
C4-C(5) / P2-22
C4-C(4) / P2-18
C4-C(10) / P2-19
C4-C(12) / P2-20

## TABELA 4
## FIAÇÃO — PLACA D

PONTOS DE TERRA

A2-D(8) / A3-D(7) / A4-D(7) / B1-D(7) / B4-D(7) / B3-D(8) / A4-D(10) / B1-D(3) / C16a / R33a / C17b / R34b / C18a / R35a / C19b / R36b / B4-D(2) / B2-D (8,9,11,14) / C1-D(8,9,12,13,7) / C2-D(7) / C21b / R45b / P3-18 / A1-7.

PONTOS DE VCC (+10V)

B2-D(1-16) / C1-D(14) / C2-D(14) / A2-D(1-16) / A3-D(14) / B1-D(14) / B4-D(14) / B3-D(1-16) / P3-17 / A1-D(14) / A1-D(12) / A4-D(14).

INTERLIGAÇÕES
C16b / P3-1 / A3-D(1) / R33b
A3-D(6) / R34(a) / C17(a) / P3-2
A3-D(9) / R35(b) / C18(b) / P3-3
A3-D(12) / R36(a) / C19(a) / P3-4
A3-D(2) / A3-D(4) / A2-D(5) / P3-21
A3-D(3) / A2-D(3) / A3-D(5) / P3-20
R37(a) / A2-D(2)
R37(b) / P3-5
A2-D(4) / R38a
R38(b) / P3-6
A2-D(7) / A3-D(10) / A3-D(13) / P3-22

A3-D(8) / A3-D(11) / C-C3-D(16) / A2-D(9)
A2-D(6) / R39(a)
R39b / P3-7
A2-D(10) / R40a
R40b / P3-8
B1-D(4) / C-C4-D(2) / A4-D(5)
B1-D(5) / C-C4-D(3) / B4-D(13) / C2-D(9)
B1-D(11) / C-C4-D(4)
B1-D(12) / C-C4-D(5) / C2-D(6)
B1-D(13) / C-C4-D(1)
B4-D(8) / C-C4-D(12) / A4-D(3)
B4-D(1) / B1-D(1) / C-C4-D(9)
B4-D(9) / C-C3-D(4)
A4-D(2) / C-C4-D(11)
A4-D(4) / C-C4-D(13)
B4-D(3) / C-C4-D(15)
B4-D(4) / C-C4-D(16)
B4-D(5) / C-C3-D(1) / C2-D(13)
B4-D(11) / C-C3-D(2)
B4-D(12) / C-C3-D(3) / B2-D(11)
B1-D(8) / C-C4-D(8)
B1-D(2) / C-C4-D(10)
B1-D(6) / A2-D(11)
A2-D(12) / C-C4-D(6)
A2-D(14) / B1-D(10)
A2-D(15) / C-C4-D(7)
B1-D(9) / B2-D(3)
B2-D(2) / A4-D(9)
A4-D(11) / B3-D(15)
B3-D(14) / B4-D(10)
A4-D(12) / B3-D(12)
B3-D(11) / B4-D(6)
A4-D(13) / B3-D(7) / B3-D(9) / C1-D(12)
B3-D(6) / R42a
R42b / P3-12
B3-D(10) / P3-11 / C1-D(1)
B3-D(5) / B3-D(3) / A4-D(1)
B3-D(2) / R41a
R41(b) / P3-9
B3-D(4) / P3-10 / C1-D(13) / A1-D(11)
C-C3-D(14) / B2-D(5) / R45a / C21a
B2-D(4) / B2-D(7) / C1-D(6)
C1-D(4) / C-C3-D(15)
C1-D(5) / C1-D(3)
C1-D(2) / P3-19
B2-D(6) / C-C3-D(13)
C-C3-D(5) / C2-D(1)
C2-D(5) / C-C3-D(7)
C2-D(8) / C-C3-D(9)
C2-D(12) / C-C3-D(11)
C2-D(3) / A1-D(2)
C2-D(4) / A1-D(3)
C2-D(10) / A1-D(4)
C2-D(11) / A1-D(5)
A1-D(1) / P3-13
C2-D(2) / A1-D(13)
B2-D(12) / A1-D(9)
C1-D(11) / A1-D(10)

TABELA 5
FIAÇÃO — PLACA E

PONTOS DE TERRA:
P4-13 / C1-E(7) / C2-E(7) / A2-E(5,7,9,11,14,8) / A3-E(5,7,9,11,14,8) / A4-E(15,7,9,1,8) / B3-E(7,15,9,8,1) / C3-E(7,15,9,8,1) / B4-E(7,15,9,8,1) / C4-E(7,15,9,8,1) / B1-E(1,15) / C22b / C23b / B1-E(8,12) / B2-E(2,3,6,7,10)

PONTOS DE VCC (+5V):
C1-E(14) / C2-E(14, / A2-E(1,16) / B2-E(5) / P4-12.

PONTOS DE VCC (+10V):
P4-11 / A3-E(1,16) / A4-E(16) / B3-E(16) / C3-E(16) / B4-E(16) / C4-E(16) / B1-E(16,13 ) / R47b / R46b / B1-E(3,5)

INTERLIGAÇÕES
B1-E(2) / C22a / R46a
B1-E(4) / P4-6
B1-E(7) / P4-7
B1-E(6,11)
B1-E(10) / P4-8
B1-E(14) / C23a / R47a
C2-E(13, 12,9,10) / P4-14
P4-15 / C2-E(8)
C1-E(2,3) / R43b / R44a
C1-E(1) / R43 (a) / C20(a)
C20(b) / XTAL (a)
XTAL (b) / C1-E(4) / R44b / B2-E(14)
B2-E(12,1)
B2-E(11) / A2-E(3)
A2-E(2) / A3-E(3)
A3-E(2) / A4-E(2) / P4-17
A4-E(10,6)
A4-E(14) / B3-E(2)
B3-E(10,6)
B3-E(14) / C3-E(2)
C3-E(10,6)
C3-E(3) / P4-19
C3-E(14) / B4-E(2) / P4-10
C3-E(11) / P4-18
B4-E(10,6)
B4-E(11) / P4-20
B4-E(14) / C4-E(2)
B4-E(3) / P4-21
C4-E(3) / C4-22
C4-E(10,6)

TABELA 6
FIAÇÃO — PLACA F

INTERLIGAÇÕES
P'-1 / CR1N
P5-2 CR1N
P5-3 / CR2N
P5-4 / CR2N
P5-5 / CR3N
P5-6 / CR3N
P5-7 / VR1C / R49b
P5-8 / CR1- / C24- / VR1b / VR2c / R50b
P'-9 / CR2- / C25- / VR2b / VR3C / R51b
P5-10 / CR3- / C26- / VR3b
P5-11 / R49a
P5-12 / R50a
P5-13 / R51a
VR1a / C24+/ CR1
VR2a / C25+/ CR2
VR3a / C26+/CR3

TABELA 7 - LISTAGEM DAS LIGAÇÕES ENTRE PLACAS E PAINEL

| PLACA A | PLACA B | PLACA B | PLACA C | PLACA C | PLACA C | PLACA D | PLACA D | PLACA D | PLACA E | PLACA F | PAINEL | OUTROS | SINAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P-B1-A | C1 | P-C3-B | C2 | P-C2-C | P-C3-C | C3 | P-C3-D | P-C4-D | C4 | C5 | | ORIGEM | |
| | C1-21 | | | | | | | | | C5-7 | | PLACA F | +15v |
| P-B1-A(4) | C1-18 | | C2-1 | | | C3-17 | | | C4-11 | C5-8 | | PLACA F | +10v |
| | C1-17 | | | | | | | | C4-12 | C5-9 | | PLACA F | +5v |
| P-B1-A(5) | | | C2-2 | | | C3-18 | | | C4-13 | C5-10 | | PLACA F | GND |
| | | P-C3-B(4) | | | | C3-10 | | | | | | PLACA D | PERÍODO |
| | C1-14 | | | | | C3-11 | | | | | | PLACA D | FREQUÊNCIA |
| P-B1-A(6) | | | | | | | | P-C4-D(7) | | | | PLACA D | A |
| P-B1-A(7) | | | | | | | | P-C4-D(6) | | | | PLACA D | B |
| P-B1-A(8) | | | | | P-C3-C(16) | | | | | | | PLACA C | C |
| P-B1-A(9) | | | C2-18 | | | | | | | | | PLACA C | D |
| P-B1-A(10) | | | C2-20 | | | | | | | | | PLACA C | F |
| P-B1-A(11) | | | C2-19 | | | | | | | | | PLACA C | G |
| | C1-10 | | | | | C3-20 | | | | | | PLACA D | DISPARO POSITIVO CANAL A |
| | C1-11 | | | | | C3-21 | | | | | | PLACA D | DISPARO NEGATIVO CANAL A |
| | C1-12 | | | | | C3-22 | | | | | | PLACA D | DISPARO POSITIVO CANAL B |
| | C1-13 | | | | | | P-C3-D(16) | | | | | PLACA D | DISPARO NEGATIVO CANAL B |
| | | | | | | C3-1 | | | | | ANT | PAINEL | CANAL A – DISPARO + (ANT) |
| | | | | | | C3-2 | | | | | ANT | PAINEL | CANAL A – DISPARO – (ANT) |
| | | | | | | C3-3 | | | | | ANT | PAINEL | CANAL B – DISPARO + (ANT) |
| | | | | | | C3-4 | | | | | ANT | PAINEL | CANAL B – DISPARO – (ANT) |
| | | | | | | C3-5 | | | | | DL19 | PLACA D | LED – CANAL A DISPARO + |
| | | | | | | C3-6 | | | | | DL20 | PLACA D | LED – CANAL A DISPARO – |
| | | | | | | C3-7 | | | | | DL21 | PLACA D | LED – CANAL B DISPARO + |
| | | | | | | C3-8 | | | | | DL22 | PLACA D | LED – CANAL B DISPARO – |
| | | | | | | C3-12 | | | | | DL24 | PLACA D | LED – FREQUÊNCIAS |
| | | | | | | C3-9 | | | | | DL23 | PLACA D | LED PERÍODO |
| | | | | P-C2-C(8) | | | | | | | ANT | PAINEL | Hz (ANT) |
| | | | | P-C2-C(6) | | | | | | | ANT | PAINEL | Hz/10 S (ANT) |
| | | | | P-C2-C(5) | | | | | | | ANT | PAINEL | Hz/100 S (ANT) |
| | | | | P-C2-C(7) | | | | | | | ANT | PAINEL | Hz/100mS (ANT) |
| | | | | P-C2-C(12) | | | | | | | ANT | PAINEL | SENOIDAL (ANT) |
| | | | | P-C2-C(13) | | | | | | | ANT | PAINEL | SENOIDAL/10 (ANT) |
| | | | | P-C2-C(10) | | | | | | | ANT | PAINEL | MHz (ANT) |
| | | | | P-C2-C(11) | | | | | | | ANT | PAINEL | MHz/10 (ANT) |
| | | | | P-C2-C(9) | | | | | | | ANT | PAINEL | KHz (ANT) |
| | | | | P-C2-C(1) | | | | | | | ANT | PAINEL | µS (ANT) |
| | | | | P-C2-C(2) | | | | | | | ANT | PAINEL | mS (ANT) |
| | | | | P-C2-C(3) | | | | | | | ANT | PAINEL | SEG (ANT) |
| | | | | P-C2-C(4) | | | | | | | ANT | PAINEL | 0,1S (ANT) |
| | | | C2-22 | | | | P-C3-D(4) | | | | | PLACA D | mS+KHz |
| | | | | P-C2-C(14) | | | | | | | ANT | PAINEL | CRONOMETRO (ANT) |
| | | | | P-C2-C(15) | | | | | | | ANT | PAINEL | CONTADOR (ANT) |
| | | | | P-C2-C(16) | | | | | | | ANODO LEDS 4 a 18 | PLACA C | VCC-1 |
| | C1-1 | | | | | | | | | | J1a | PAINEL | J1a |
| | C1-3 | | | | | | | | | | J4b-J1b-J2 b-J3b | PAINEL | J1b, J2b, J3b, J4b |
| | C1-2 | | | | | | | | | | J2a | PAINEL | J2a |
| | C1-5 | | | | | | | | | | J3a | PAINEL | J3a |
| | C1-19 | | | | | | | | | | J4a | PAINEL | J4a |
| | C1-20 | | | | | | | | | | POT. 5K | PAINEL | R9 (a) |
| | C1-7 | | | | | | | | | | POT. 5K | PAINEL | R9 (b) |
| | C1-6 | | | | | | | | | | TP1-POT.5K | PAINEL | R9 (c) |
| P-B1-A(1) | | | | | | | P-C3-D(15) | | | | | PLACA D | RESET CONTROLADO |
| F B1-A(2) | | P-C3-B(8) | | | | | | | | | | PLACA B | CLOCK CONTROLADO |
| P-B1-A(3) | | | | | | | | | C4-7 | | | PLACA E | LATCH |
| | C1-8 | | | | | | | | | | DL1 | PLACA B | LED–POLARIDADE CANAL A |
| | C1-9 | | | | | | | | | | DL2 | PLACA B | LED – POLARIDADE CANAL B |
| | | P-C3-B(9) | | | | | | | | | DL3 | PLACA B | LED GATE |

TABELA 7 - LISTAGEM DAS LIGAÇÕES ENTRE PLACAS E PAINEL

| PLACA A | PLACA B | PLACA B | PLACA C | PLACA C | PLACA Ç | PLACA D | PLACA D | PLACA D | PLACA E | PLACA F | PAINEL | OUTROS | SINAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P-B1-A | C1 | P-C3-B | C2 | P-C2-C | P-C3-C | C3 | P-C3-D | P-C4-D | C4 | C5 | | ORIGEM | |
| | | | | | P-C3-C(1) | | | | | | DL4 | PLACA C | LED µS |
| | | | | | P-C3-C(2) | | | | | | DL5 | PLACA C | LED mS |
| | | | | | P-C3-C(3) | | | | | | DL6 | PLACA C | LED S |
| | | | | | P-C3-C(4) | | | | | | DL7 | PLACA C | LED-0,1S |
| | | | | | P-C3-C(5) | | | | | | DL8 | PLACA C | LED-Hz/100S |
| | | | | | P-C3-C(6) | | | | | | DL9 | PLACA C | LED-Hz/10S |
| | | | | | P-C3-C(7) | | | | | | DL10 | PLACA C | LED-Hz/100 mS |
| | | | | | P-C3-C(8) | | | | | | DL11 | PLACA C | LED-Hz |
| | | | | | P-C3-C(9) | | | | | | DL12 | PLACA C | LED-KHz |
| | | | | | P-C3-C(10) | | | | | | DL13 | PLACA C | LED-MHz |
| | | | | | P-C3-C(11) | | | | | | DL14 | PLACA C | LED-MHz/10 |
| | | | | | P-C3-C(12) | | | | | | DL15 | PLACA C | LED~SENOIDAL |
| | | | | | P-C3-C(13) | | | | | | DL16 | PLACA C | LED~SENOIDAL/10 |
| | | | | | P-C3-C(14) | | | | | | DL17 | PLACA C | LED-CRONOMETRO |
| | | | | | P-C3-C(15) | | | | | | DL18 | PLACA C | LED-CONTADOR |
| | | | C2-3 | | | | | P-C4-D(1-11) | | | | PLACA C | µS |
| | | | C2-4 | | | | | P-C4-D(12) | | | | PLACA C | Ms |
| | | | C2-5 | | | | | P-C4-D(4-13) | | | | PLACA C | S |
| | | | C2-6 | | | | | P-C4-D(2) | | | | PLACA C | 0,1S |
| | | | C2-7 | | | | P-C3-D(2) | | | | | PLACA C | Hz/100 S |
| | | | C2-8 | | | | | P-C4-D(3) | | | | PLACA C | Hz/10 S |
| | | | C2-9 | | | | P-C3-D(3) | | | | | PLACA C | Hz/100mS |
| | | | C2-10 | | | | P-C3-D(1) | P-C4-D(5) | | | | PLACA C | Hz |
| | | | C2-11 | | | | | P-C4-D(9) | | | | PLACA C | KHz |
| | | | C2-12 | | | | | P-C4-D(8) | | | | PLACA C | MHz |
| | | P-C3-B(3) | C2-13 | | | | | P-C4-D(10) | | | | PLACA C | MHz/10 |
| | | P-C3-B(1) | C2-14 | | | | | P-C4-D(16) | | | | PLACA C | SENOIDAL |
| | | P-C3-B(2) | C2-15 | | | | | P-C4-D(15) | | | | PLACA C | SENOIDAL/10 |
| | | P-C3-B(7) | C2-16 | | | | | | | | | PLACA C | CRONOMETRO |
| | C1-22 | | C2-17 | | | | | | | | | PLACA C | CONTADOR |
| | C1-4 | | | | | | | | C4-15 | | | PLACA E | QUADRADA |
| | | | | | | | | | C4-14 | | J5a | PAINEL | J5a |
| | | | | | | | | | C4-16 | | J5b | PAINEL | J5b |
| | | | | | | | | | C4-19 | | TP7 | PAINEL | 100 Hz |
| | | | | | | | P-C3-D(9) | | C4-20 | | TP6 | PAINEL | T10 S |
| | | | | | | | P-C3-D(11) | | C4-22 | | TP5 | PAINEL | T100 S |
| | | | | | | | P-C3-D(7) | | C4-21 | | TP4 | PAINEL | T1SEG -1Hz |
| | | | | | | | P-C3-D(5) | | C4-18 | | TP3 | PAINEL | T 100mS-10Hz |
| | | P-C3-B(5) | | | | | | | C4-17 | | TP2 | PAINEL | 1MHz CLOCK |
| | | | | | | C3-19 | | | C4-8 | | | PLACA E | AUTO RESET |
| | C1-15 | | | | | C3-13 | | | C4-6 | | | PLACA D | GATE |
| | C1-16 | | | | | | P-C3-D(13) | | | | | PLACA D | RESET |
| | | | | | | | P-C3-D(14) | | | | ANT | PAINEL | RESET (ANT) |
| | | | | | | | | | | C5-11 | DL25 | PAINEL | LED + 15v |
| | | | | | | | | | | C5-12 | DL26 | PAINEL | LED + 10v |
| | | | | | | | | | | C5-13 | DL27 | PAINEL | LED + 5 v |
| | | | | | | | | | | C5-1 | | TB4 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | C5-2 | | TB5 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | C5-3 | | TB6 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | C5-4 | | TB7 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | C5-5 | | TB8 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | C5-6 | | T B9 | 7,5 VAC |
| | | | | | | | | | | | S1b | TB1 | 110 VAC |
| | | | | | | | | | | | | TB2 | REDE/F1 |
| | | | | | | | | | | | S1a | TB3 | REDE/F1 |
| | | P-C3-B(6) | | | | | | | C4-10 | | | | 1 CICLO |

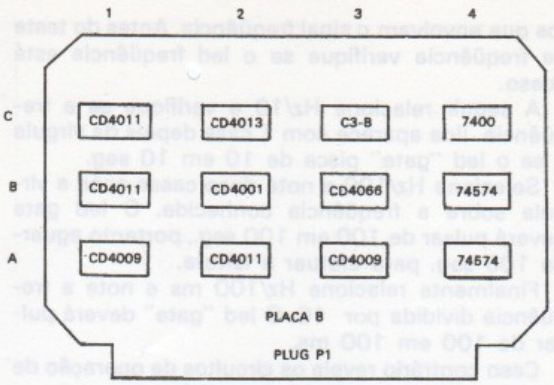



Figura 27

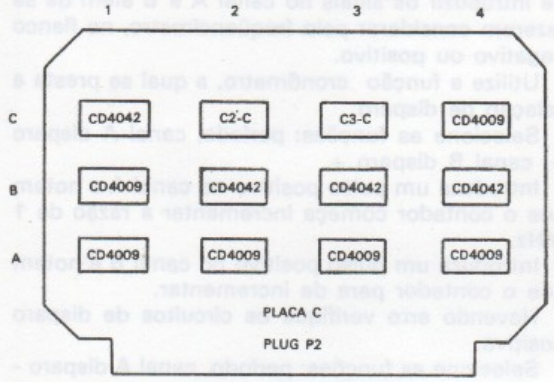



Figura 28

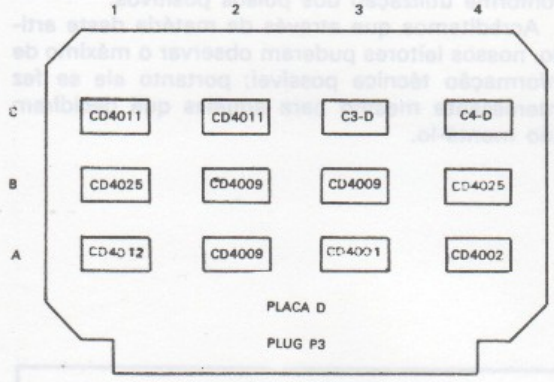



Figura 29

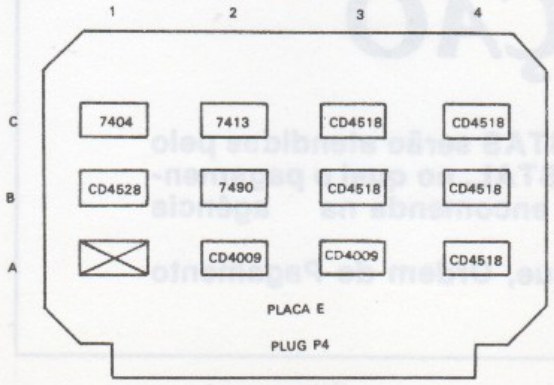



Figura 30

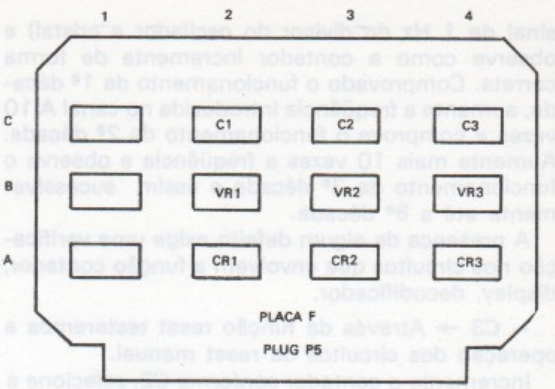



Figura 31

## 16 — AJUSTE E DESEMPENHO

Após cuidadosa montagem verifiquem os seguintes itens:

A) níveis das fontes de alimentação.
B) ajuste do oscilador a cristal.
C) teste das funções.

A) Conecte apenas a placa F e com o auxílio de um voltímetro monitore os pontos C5-9 (+5 V), C'-8 (+ 10 V) e C'-7 (+15 V) em relação à terra C5-10. Liguem S1 e comecem medir os pinos de + 5, +10 e + 15 volts. Se as fontes estiverem corretas os leds DL 25, DL 26 e DL 27 estarão acesos. Desligue S1 e conecte a placa A, religue S1 e verifique as voltagens conforme parágrafo anterior. Proceda da mesma forma em relação as placas B, C, D e E.

Agora com todas as placas conectadas meçam o "riple" de cada fonte e vejam se não ultrapassa 5% do valor nominal de cada fonte.

B) O oscilador a cristal está localizado na placa E e deve ser ajustado para operar "exatamente" em 10 MHz. Para isso, monitore corretamente em C1-E (4) e ajuste C20 para obter dele o máximo de precisão, precisão esta correspondente de acordo com o número de zeros após a vírgula.

Ex.: 10.000.000.000 9.

Uma vez calibrado, toda a base de tempo estará apta a funcionar dentro de uma boa precisão.

C) Através dos testes de funções é que saberemos se a montagem, fiação e fonte estarão corretas. Muitas vezes podemos omitir a ligação de um fio a um pino sem alternarmos ou o ligarmos ao VCC. Proceda o teste de seleção da seguinte forma:

— C1 → Selecione as seguintes funções e observe se os respectivos leds acendem. Sejam elas Hz, Hz/10 s, Hz/100 s, KHz, MHz, MHz/10, senoidal, senoidal/10, µs, ms, s, 0,1 s, cronômetro, contador, canal A disparo +, canal A disparo -, canal B disparo + e canal B disparo -.

A presença de algum defeito exige uma verificação quanto ao sinal correspondente nos circuítos de seleção.

— C2 → A função contador selecionada, permite testar todos os circuítos do canal A de entrada, o estágio contador, o display e o decodificador do display.

Selecione a função contador e introduza pulsos de baixa freqüência no canal A (pode-se utilizar o

sinal de 1 Hz do divisor do oscilador a cristal) e observe como a contador incrementa de forma correta. Comprovado o funcionamento da 1ª década, aumente a freqüência introduzida no canal A 10 vezes e comprove o funcionamento da 2ª década. Aumente mais 10 vezes a freqüência e observe o funcionamento da 3ª década e assim sucessivamente até a 8ª década.

A presença de algum defeito exige uma verificação nos circuítos que envolvem a função contador, display, decodificador.

— C3 → Através da função reset testaremos a operação dos circuítos de reset manual.

Incremente o contador conforme C2, selecione a função reset e zere o contador. Se houver falha verifique os circuitos de entrada, antena de reset, monoestáveis de reset e sinal reset.

— C4 → Selecione a função cronômetro e verifique se o contador incrementa na razão de 1 segundo. Sincronize-o com um relógio de precisão (se possível digital), e observe se ao final de 10 minutos o contador marca 600 segundos.

Havendo discrepâncias verifique sinal cronômetro, oscilador à cristal e circuíto divisor de 1 Hz.

— C5 → Selecione as funções s µs, 0,1 s e ms e observe se o led período permanece aceso; caso contrário verifique os circuitos de geração do sinal período. Note a mudança correta do ponto decimal em cada uma das funções respectivamente.

— C6 → Selecione qualquer uma das funções MHz, MHz/10, KHz, senoidal, senoidal/10 e Hz. Assim vocês podem observar o led "gate" oscilando em 1 Hz.

Injete um sinal no canal A com freqüência conhecida e verifique se o número de display corresponde a ela. Se houver erros verifiquem circuítos do canal A, circuítos de latch, reset e circuítos que envolvam o sinal freqüência. Antes do teste de freqüência verifique se o led freqüência está aceso.

A seguir relacione Hz/10 e verifique se a freqüência lida aparece com 1 casa depois da vírgula e se o led "gate" pisca de 10 em 10 seg.

Selecione Hz/100 e note duas casas após a vírgula sobre a freqüência conhecida. O led gate deverá pulsar de 100 em 100 seg., portanto aguarde 100 seg. para efetuar a leitura.

Finalmente relacione Hz/100 ms e note a freqüência dividida por 10. O led "gate" deverá pulsar de 100 em 100 ms.

Caso contrário reveja os circuítos de operação de 10 Hz (100 ms) e circuítos latch/ reset.

— C7 → Os circuítos de disparo tem a finalidade de introduzir os sinais no canal A e B além de se fazerem considerar pelo freqüencímetro, no flanco negativo ou positivo.

Utilize a função cronômetro, a qual se presta a seleção de disparo.

Selecione as funções: período, canal A disparo +, canal B disparo +.

Introduza um pulso positivo no canal A e notem que o contador começa incrementar a razão de 1 MHz.

Introduza um pulso positivo no canal B e notem que o contador para de incrementar.

Havendo erro verifique os circuítos de disparo positivo.

Selecione as funções: período, canal A disparo - e canal B disparo -. Proceda da mesma forma anterior. Notem que o contador incrementa ou cessa conforme utilização dos pulsos positivos.

Acreditamos que através da matéria deste artigo, nossos leitores puderam observar o máximo de informação técnica possível; portanto ele se fez interessante mesmo para aqueles que decidiram não montá-lo.


# ATENÇÃO

**Os pedidos de KITS e REVISTAS serão atendidos pelo sistema de REEMBOSLSO 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.**

# CURSO DE ELETRÔNICA©

## LIÇÃO 23

*Na última lição verificamos como um campo magnético produzido por um imã ou um eletro-imã, pode induzir correntes, o que nos levou aos dispositivos denominados dínamos e alternadores, os quais são geradores de energia elétrica a partir de energia mecânica. Ainda operando por princípio bastante próximo, mas tendo como ponto fundamental a indução eletro-magnética, analisaremos nesta lição, o princípio de funcionamento de um dos mais antigos e importantes dispositivos eletro-eletrônicos o transformador.*

### 62 — O princípio de funcionamento dos transformadores

Na lição precedente, vimos que campos magnéticos em movimento, podiam induzir correntes elétricas em condutores e que essas correntes podiam ser consideravelmente reforçadas, se esses condutores fossem enrolados em forma de bobina. Em suma, se uma bobina tiver suas espiras cortadas pelas linhas de força de um campo magnético, seja por seu movimento ou do campo, haverá durante o processo, o aparecimento de uma força eletromotriz nos extremos dessa bobina que pode estabelecer uma corrente por um circuito externo.

Indução Eletromagnética

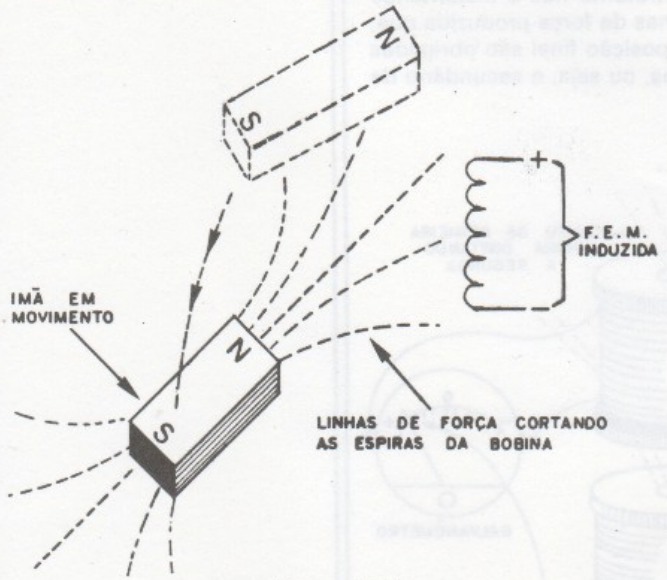



figura 199

Na análise deste fenômeno, vimos que o campo magnético capaz de produzir este efeito não precisava ser necessariamente de um ímã, mas poderia ser, o campo magnético de outra bobina. O transformador que estudaremos a seguir, opera justamente com duas bobinas: uma que produz o campo e outra na qual

O transformador

uma certa força eletromotriz será induzida. Vejamos como funciona e o que é este dispositivo.

Suponhamos que duas bobinas sejam colocados uma nas proximidades da outra, conforme mostra a figura 200. Uma das bobinas que será denominada "primário", será conectada a uma fonte de energia elétrica (uma pilha por exemplo), através de um interruptor.

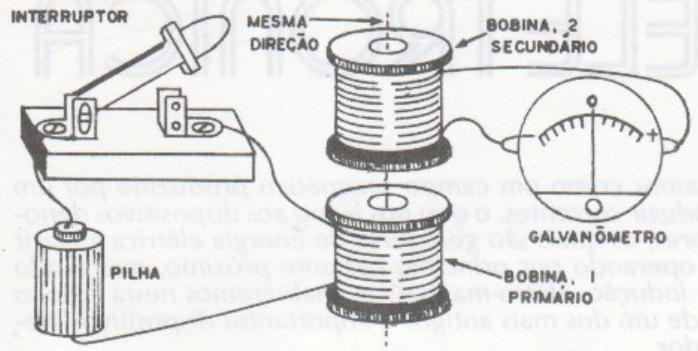



figura 200

A segunda bobina, é ligada a uma galvanômetro. Conforme nossos alunos já sabem, um galvanômetro consiste num instrumento capaz de acusar a passagem de correntes elétricas por um circuito e inclusive fazer a verificação do sentido de circulação dessa corrente. O seu ponteiro normalmente na posição média se deflexiona para a direita, se a corrente for num sentido e para a esquerda, se a corrente for em sentido oposto.

Galvanômetros

Inicialmente com a chave desligada, nada acontece. Partimos então desta situação inicial para explicar o funcionamento do nosso transformador elementar.

I - Ao ligarmos o interruptor, é estabelecida pela bobina primária, uma corrente a qual cria um campo magnético. O aparecimento deste campo magnético entretanto não é instantâneo mas ocorre com a expansão das linhas de força produzida que, consequentemente para atingir sua posição final são obrigadas a cortar as espiras da segunda bobina, ou seja, o secundário de nosso transformador.

Corrente inicial provocando indução

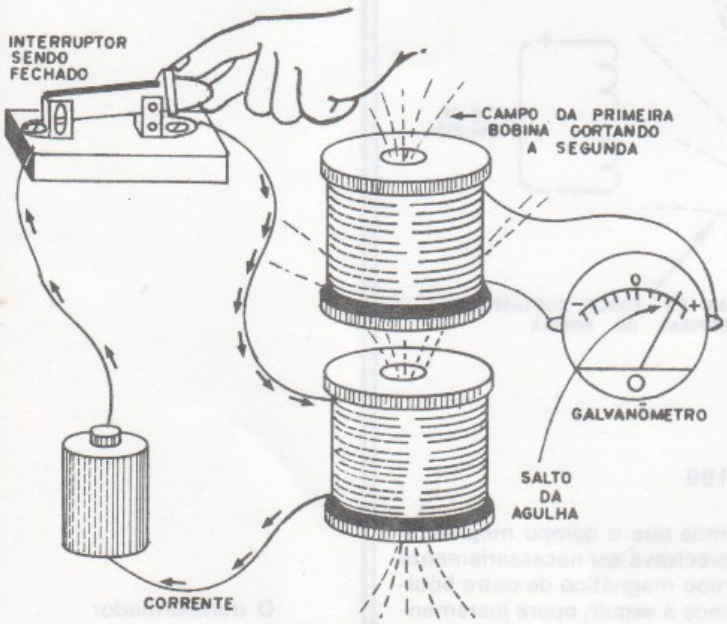



figura 201

O que acontece, o leitor já pode deduzir: com as linhas de força de campo (produzido pela primeira bobina), cortando as espiras da segunda bobina, é nesta última induzida uma força eletromotriz que faz circular uma corrente pelo galvanômetro. Pela fração de segundo que o campo demora para estabelecer-se, a agulha do galvanômetro dá um salto, indicando a indução de uma corrente no secundário de nosso transformador. Observe que esse salto da agulha numa direção, indica também que houve transferência de energia do circuito da primeira bobina, para o circuito da segunda bobina e tudo isso apenas pelo campo magnético! Não há circulação de corrente elétrica de qualquer natureza entre as duas bobinas.

Salto da agulha do galvanômetro

Uma vez que o interruptor esteja fechado, depois de definitivamente estebelecido o campo magnético da primeira bobina, as linhas de força estacionam e não cortando mais as espiras da segunda bobina não podem induzir na mesma, mais corrente. A esta altura, o ponteiro do galvanômetro terá voltado a sua posição inicial não indicando a circulação de qualquer corrente, conforme mostra a figura 202.

Lembramos que para haver indução é preciso que o campo varie e que isso pode ser obtido pela movimentação da bobina ou pela variação da corrente que nela circula.

Indução só com variação do campo

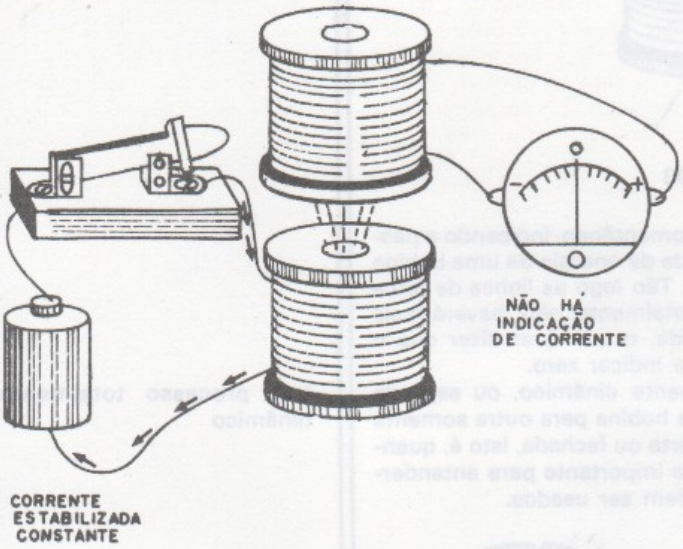



figura 202

II - Agora, numa segunda fase do processo, desligamos o interruptor que permite a circulação de corrente pela primeira bobina. Do mesmo modo, o campo magnético produzido pela corrente, não desaparecerá instantaneamente, mas demorará uma fração de segundo em que as linhas de campo se contraem até desaparecerem por completo. Neste processo de contração essas linhas de força voltam a cortar as espiras da segunda bobina, porém agora, em sentido contrário. O leitor também neste caso, já deve saber o que ocorre. Com o corte das espiras da bobina secundária, pelas linhas de força do campo em contração, uma força eletro-motriz é induzida, e este força eletromotriz, faz circular pelo galvanômetro uma corrente elétrica.

O circuito desligado

Veja entretanto que esta corrente elétrica tem agora sentido de circulação oposto à da corrente que circulou quando a chave foi ligada. O salto da agulha, ocorre portanto em sentido oposto. A figura 203 mostra o que ocorre.

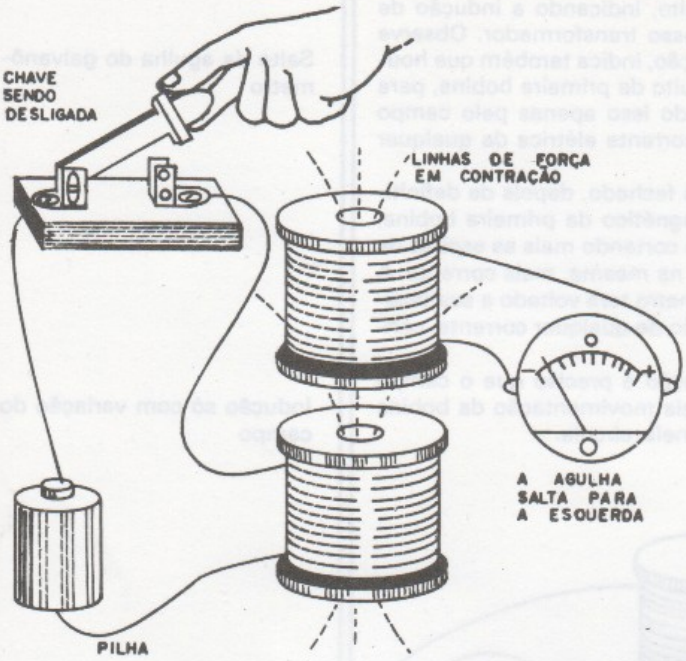



figura 203

Aqui também o salto é apenas momentâneo, indicando a passagem de mais uma certa quantidade de energia de uma bobina para outra, pelo campo magnético. Tão logo as linhas de força da primeira bobina se contraiam totalmente, não haverá mais nenhuma força eletromotriz induzida, o que quer dizer que o ponteiro do galvanômetro voltará a indicar zero.

O fato do processo ser tipicamente dinâmico, ou seja, de haver passagem de energia de uma bobina para outra somente nos instantes em que a chave é aberta ou fechada, isto é, quando há variação da corrente, é muito importante para entendermos como os transformadores podem ser usados.

Um processo totalmente dinâmico

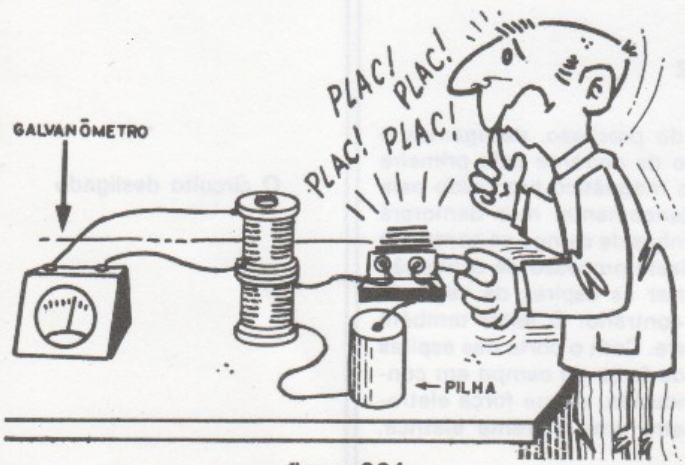



figura 204

De fato, nos circuitos de corrente contínua em que não há qualquer variação de corrente, os transformadores não podem ser usados porque uma vez ligado haveria apenas a momentânea indução de uma tensão no secundário que depois que a corrente se estabilizasse desapareceria por completo.

Para haver uma indução constante de corrente no secundário a partir de um circuito de corrente contínua a solução, seria a utilização de um dispositivo que ligasse e desligasse constantemente a corrente de modo a produzir as expansões e contrações do campo magnético necessárias ao funcionamento do dispositivo. (figura 204)

Ligar e desligar a corrente

Pouco adiante, veremos como este problema pode ser solucionado nos circuitos de corrente contínua. Se quisermos usar diretamente o dispositivo em questão sem a necessidade de um circuito externo capaz de ligar e desligar a corrente constantemente, devemos alimentá-lo com uma corrente de intensidade constantemente variável, ou seja, com uma corrente alternada.

Corrente alternada no transformador

Conforme já estudamos, uma corrente alternada varia constantemente de intensidade e de sentido de circulação. Quando a partir de zero, num semi-ciclo, a corrente cresce de intensidade num sentido, ao mesmo tempo as linhas de força do campo magnético da bobina onde ela circula (o primário), expandem-se induzindo no secundário uma tensão. Quando a corrente inverte de sentido, no semi-ciclo seguinte, as linhas de força expandem-se de modo inverso e a corrente induzida circula em sentido oposto.

Em suma, ao alimentar a primeira bobina por uma corrente alternada cuja forma de onda seja senoidal obtemos no secundário uma tensão induzida cuja forma de onda também é senoidal.

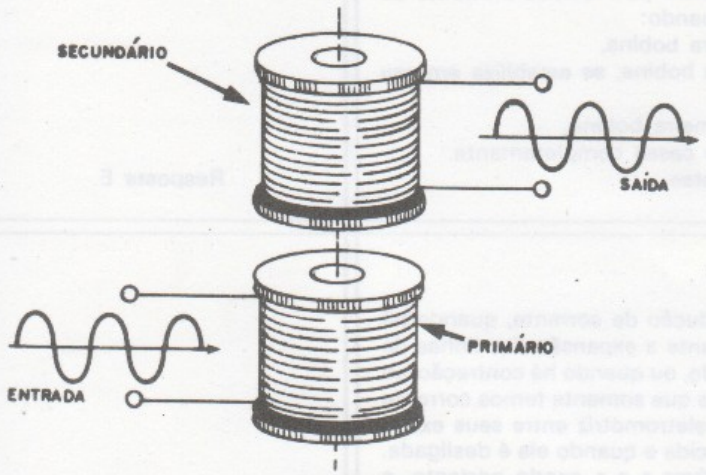



figura 205

Em suma, com um transformador deste tipo, podemos transferir energia de um circuito de corrente alternada, para outro, somente pelo campo magnético sem a necessidade de interligá-los. Qual é a vantagem de tudo isso? Veremos porque tais dispositivos são importantes no próximo ítem. Agora um resumo.

**Resumo do quadro 62**

- Campos magnéticos em contração ou em expansão podem induzir correntes elétricas.
- Um transformador aproveita a indução de corrente numa bobina produzida pela circulação de correntes em outra bobina próxima.

- A bobina em que circula a corrente indutora é denominada primário.
- A bobina na qual é induzida a corrente por efeito da corrente na primeira bobina é denominada secundário.
- Para detectar a corrente no secundário de um transformador simples, podemos usar um galvanômetro.
- Quando fechamos os contactos que estabelecem a corrente no primário pela expansão do campo da primeira bobina, é induzida uma corrente na segunda bobina.
- Quando abrimos os contactos do interruptor, pela contração das linhas de força, é induzida uma corrente em sentido contrário.
- A circulação dessas correntes, atesta a transferência de energia de uma bobina para outra, exclusivamente pelo campo magnético.
- Para haver esta transferência, é preciso portanto haver constante variação da corrente na primeira bobina.
- Isso quer dizer que os transformadores não podem ser usados sozinhos nos circuitos de corrente contínua a não ser que seja usado um dispositivo comutador capaz de ficar ligando e desligando a corrente.
- Os transformadores entretanto operam normalmente se alimentados por correntes alternadas.
- A forma de onda obtida no enrolamento secundário de um transformador, quando em seu primário a forma de onda é senoidal, é também senoidal.

**Avaliação 183**

A indução de corrente numa bobina pelo estabelecimento de corrente em outras, só ocorre quando:
a) A corrente é ligada na primeira bobina.
b) quando a corrente na primeira bobina, se estabiliza em seu valor máximo.
c) A corrente é desligada na primeira bobina.
d) A corrente na primeira bobina cessa completamente.
e) As alternativas a e c são corretas.

Resposta E

**Explicação**

Conforme estudamos ocorre a indução de corrente, quando há variação do campo quer seja durante a expansão das linhas de força quando o interruptor é ligado, ou quando há contração ao desligar o interruptor. Isso significa que somente temos corrente no secundário em vista da força eletromotriz entre seus extremos quando a corrente é estabelecida e quando ela é desligada. A alternativa E reúne as alternativas a e c, sendo portanto, a alternativa correta. Passe ao teste seguinte se acertou.

**Avaliação 184**

A primeira bobina na qual circula a corrente de entrada, recebe o nome de primário, enquanto que a segunda bobina na qual é induzida a corrente, recebe o nome de secundário. Conforme vimos, entre as duas bobinas, há a transferência de energia. O processo ocorre de que maneira?
a) por uma corrente que circula entre ambas.
b) exclusivamente por um campo elétrico.
c) através de ondas de rádio.
d) pelo campo magnético.

Resposta D

**Explicação**

A transferência de energia entre as duas bobinas, se faz exclusivamente por meio do campo magnético. Mesmo que as duas bobinas sejam colocadas no vácuo, sem nenhum meio material entre elas, ainda assim pela circulação de corrente na primeira, haverá indução na segunda. Isso é importante, porque os transformadores podem transferir energia de um circuito para outro isolando-os completamente. Se acertou, passe ao teste seguinte.

**Avaliação 185**

Se, ligarmos o enrolamento primário de um transformador, a uma pilha e em seu secundário formos analisar o que ocorre, o que verificaremos?

a) haverá a indução de uma tensão igual a da pilha, no secundário que poderá ser medida.

b) a tensão obtida no secundário, será menor do que a da pilha.

c) não haverá indução de corrente, porque a pilha gera corrente contínua.

d) teremos corrente contínua no primário, mas ela será alternada no secundário.

Resposta C

**Explicação**

Conforme vimos no ítem anterior, os transformadores só podem operar quando há variação de corrente, e como as pilhas não produzem corrente contínua não há indução de corrente constante em seu secundário. Os transformadores não funcionam com correntes contínuas. Nestes casos, deve haver um dispositivo externo que ligue e desligue constantemente a corrente para poder haver variação do campo. A resposta correta é a da alternativa C. Passe ao ítem seguinte se acertou.

**63 — As modificações na energia transferida**

Sabemos que se alimentarmos um transformador em seu enrolamento primário com a aplicação de uma tensão senoidal, em seu secundário também teremos a indução de uma tensão senoidal. Vejamos a seguir, alguns fatores importantes que influem nesta transferência de energia e como ela se modifica.

a) O primeiro fator a ser considerado, se refere a quantidade de energia que pode ser transferida de um enrolamento para outra. Para que toda a energia seja transferida de um enrolamento para outro, é preciso que todas as linhas de força de uma bobina cortem as espiras da outra bobina. Para que isso seja possível a construção de um transformador na prática obedece a certa disposição das bobinas e ao emprego de materiais especiais. Por exemplo, para concentrar ao máximo as linhas de força de uma bobina, nas espiras da outra, as bobinas são enroladas uma sobre a outra e em seu núcleo é colocado um material ferroso como por exemplo lâminas de ferro doce. Essas lâminas em forma de "E" ou "I" ou "F" envolvem completamente a bobina de modo que todas as linhas de força da primeira bobina cortem as espiras da segunda, na sua contração e expansão. Na figura 206, temos um exemplo da utilização de núcleos em transformadores comuns.

Quantidade de energia transferida ou transformada

É claro que existem aplicações, em que não se necessita de núcleo para facilitar a transferência de energia de um para outro enrolamento, como é o caso de transformardores de RF, cujo aspecto é mostrado na figura 207, e também existem os transformadores que usam núcleos de ferrite, que podem ter forma-

tos desde os convencionais em "E" e "I" até adquirirem formatos como o da figura 208 denominados toroidais.

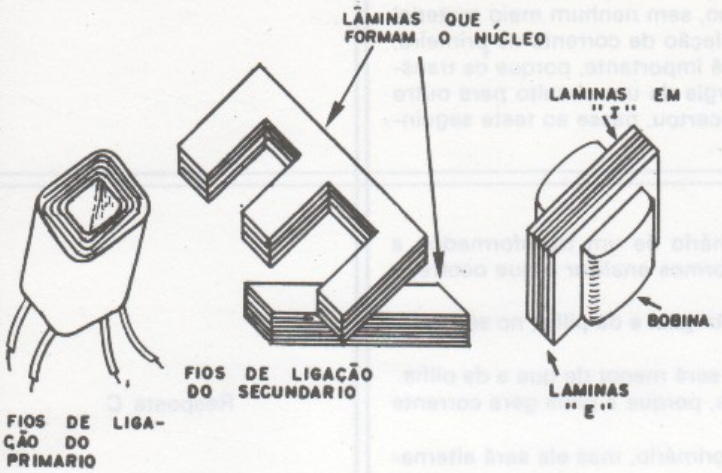



figura 206

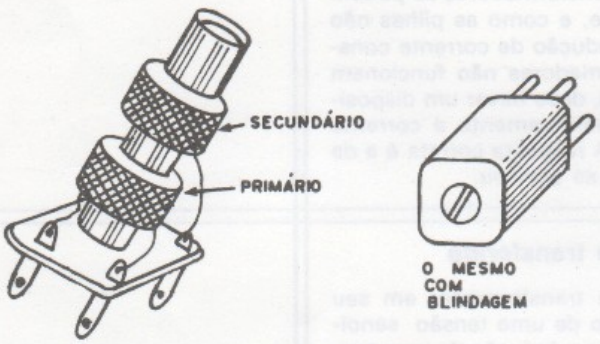



figura 207

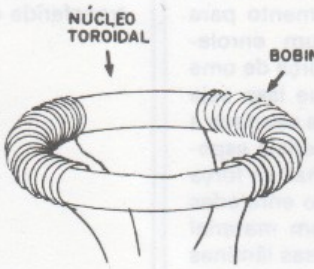



figura 208

Nos símbolos adotados para os transformadores, de que já podemos falar, há a indicação do material usado como núcleo. Por exemplo, a linha contínua indica que o núcleo usado é de ferro doce; a linha tracejada indica que o núcleo é de ferrite, e a não existência de traço entre as bobinas indica que não há núcleo entre as bobinas, ou seja, o núcleo é de "ar".

Símbolos dos transformadores

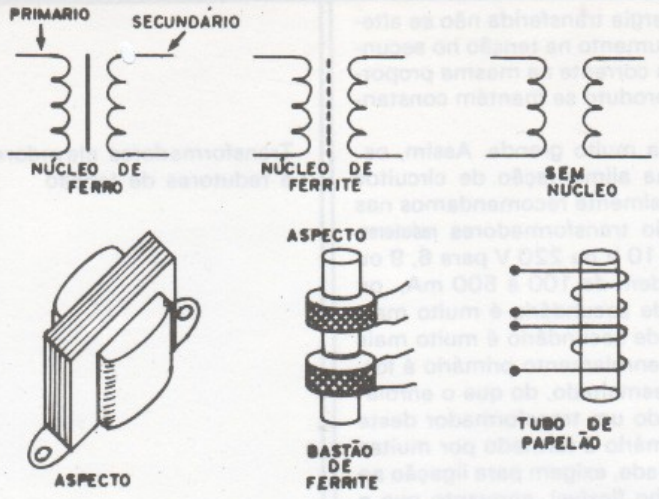



fig. 209

Nos transformadores normalmente empregados em fontes de alimentação, com núcleo de ferro laminado doce, o rendimento na transferência de energia situa-se entre 90 e 95%. Naturalmente há uma parcela de energia que é perdida convertendo-se em calor. Os transformadores também esquentam; quando em funcionamento.

Modificações na energia transferida

b) O segundo fator a ser considerado, refere-se as modificações que podem haver em relação a maneira como a energia é aplicada ao primário e retirada do seu secundário. Sabemos que a quantidade de energia, ou seja, a potência de primário é a mesma do secundário, mas como a potência é dada pelo produto da tensão pela corrente, podemos modificar estas duas grandezas sem alterar a potência.

Por exemplo, podemos aplicar à entrada de um transformador 110 V x 1 A e obter em seu secundário 220 V x 0,5 A. Em ambos os casos temos a potência, pois 110 x 1 = 220 x 0,5 = = 110 watts!

O transformador faz justamente isso. A maneira como a tensão se modifica ao ser "transferida" do primário para o secundário, depende do número de voltas de fio que existe em cada enrolamento.

Relação entre espiras

Por exemplo, se aplicarmos 110 V no enrolamento primário de um transformador feito com 1.000 voltas de fio, se no secundário existirem 2.000 voltas teremos 220 V e se tivermos 500 voltas, teremos 55 V. Em suma, a relação entre as tensões é a relação entre o número de espiras dos enrolamento.

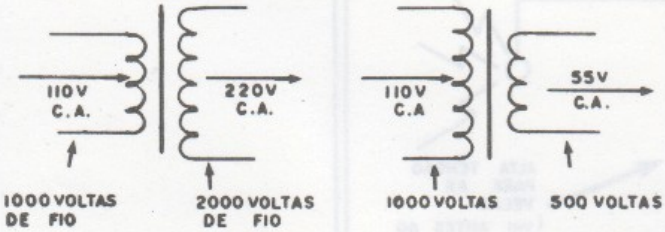



figura 210

Chamando de N1 o número de espiras do enrolamento primário e de V1 a tensão que nele aplicamos; de N2 o número de espiras do enrolamento secundário e de V2 a tensão nele obtida, podemos escrever a seguinte fórmula:

$N1/V1 = N2/V2$

Como vimos, a quantidade de energia transferida não se altera o que quer dizer que a qualquer aumento na tensão no secundário temos sempre uma redução da corrente na mesma proporção e vice-versa, de modo que seu produto se mantém constante.

Este fato tem importância prática muito grande. Assim, os transformadores que são usados na alimentação de circuitos transistorizados, como os que normalmente recomendamos nas montagens desta revista, e que são transformadores **redutores**, reduzem a tensão da rede local de 110 V ou 220 V para 6, 9 ou 12 V, sob correntes máximas da ordem de 100 à 500 mA, ou seja, 0,1 à 0,5 A. Como a tensão de secundário é muito mais baixa que a de primário, a corrente de secundário é muito mais alta que a de primário e também o enrolamento primário é formado por muito mais voltas de fio esmaltado, do que o enrolamento secundário. Assim, observando um transformador deste tipo ( figura 211), vemos que o primário é formado por muitas voltas de fio fino que, por sua fragilidade, exigem para ligação ao circuito externo o uso de um cabinho flexível, enquanto que o secundário onde obtemos os 6, 9 ou 12 V é formado por poucas espiras de fio mais grosso, que normalmente pode ser usado para a própria conexão ao circuito externo.

Transformadores elevadores e redutores de tensão

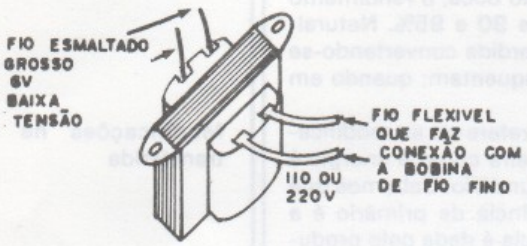



figura 211

Observe que o fio que forma os enrolamentos do transformador, é esmaltado, pois deve haver um perfeito isolamento entre as espiras de uma bobina.

Ao lado dos transformadores redutores, existem também, os transformadores **elevadores** de tensão que podem aumentar 110 ou 220 V para 250, 350 ou mesmo mais volts que normalmente podem ser encontrados em circuitos de TV, rádios e outros equipamentos com válvulas.

Transformadores em rádio e TV

Um exemplo de transformador elevador que deve ser estudado é o da bobina de ignição do automóvel. Esta consiste num auto-transformador, sendo assim denominada pelo fato do enrolamento secundário ser uma continuação do enrolamento primário.

A bobina de ignição é um transformador

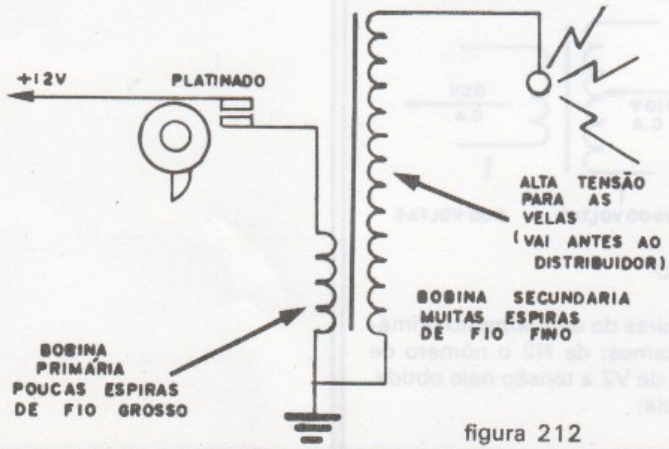



figura 212

O enrolamento primário desta bobina, consta de poucas voltas de fio grosso no qual é aplicada a baixa tensão da bateria do carro de 12 volts, normalmente sob uma corrente relativamente intensa, da ordem de alguns ampères. O enrolamento secundário consta de milhares de espiras de fio muito fino, de modo a se poder obter uma tensão muito elevada entre 6.000 e 20.000 volts que serve para produzir as faíscas da vela no interior do motor, capaz de inflamar o combustível. A corrente no caso, é muito baixa, pois o que ganhamos em tensão perdemos em corrente, mas isso não é importante, pois para a faísca ser eficiente ela deve ser produzida por uma tensão relativamente elevada a ter uma duração suficiente para produzir a ignição.

Alta tensão e baixa corrente

Trata-se portanto de um transformador elevador de tensão. É claro que o leitor deve estar pensando num fator importante: a bateria do carro fornece tensões contínuas e os transformadores não funcionam com corrente induzida no secundário de um transformador alimentado por corrente contínua se por meio de um dispositivo qualquer ficarmos "ligando e desligando" a corrente de modo a termos as variações exigidas no caso. Pois bem, este dispositivo existe no carro, é o platinado.

O platinado

O platinado é um interruptor controlado pela rotação do motor, que tem por função "ligar" a corrente no primário da bobina no instante em que a faísca é exigida. O distribuidor que opera junto com platinado leva nesse instante a alta tensão da bobina para a vela que a exige, ou seja, para o cilindro em que deve haver a combustão. Sincronizados o platinado e o distribuidor fazem com que o motor funcione perfeitamente.

Bem, por enquanto em matéria de transformadores é só. Na próxima lição, falaremos um pouco mais destes componentes.

**Resumo do quadro 63**

- A quantidade de energia transferida não se altera. Entretanto a corrente e a tensão nos dois enrolamentos podem ser diferentes.
- A tensão no secundário depende do número de espiras ou voltas dos dois enrolamentos e do número de espiras do primário. Quanto maior for o número de espiras do secundário em relação ao primário, maior será a tensão do secundário em relação ao primário.
- Se o número de espiras do secundário, for menor que do primário, a tensão nele será também menor e teremos um transformador redutor.
- Se o número de espiras do secundário, for maior que o do primário, teremos nesse enrolamento uma tensão maior, Este será um transformador elevador.
- As bobinas de ignição, são transformadores elevadores controlados pelo platinado que abre e fecha o circuito, pois este, é alimentado por corrente contínua.
- Para aumentar o rendimento de um transformador, estes usam núcleos em forma de E, I ou F que são feitos de ferro doce.
- A função desses núcleos, é concertar todo o campo da primeira bobina na segunda.
- Os núcleos dos transformadores, podem ser de ferro doce, ferrite (que é um composto de grãos de ferro aglomerados) ou podem não ter núcleos.

**Avaliação 186**

A função do núcleo de um transformador é:

a) conduzir a corrente de um enrolamento para outro.
b) concentrar as linhas de força do primário, sobre o secundário.
c) dispersar as linhas de força dos dois enrolamentos.
d) acelerar a produção das linhas de força dos dois enrolamentos.

Resposta B

**Explicação**

Conforme estudamos, o rendimento de um transformador depende da quantidade de linhas de força do primário que podem cortar as espiras do secundário. Para melhorar o rendimento do transformador, este pode usar núcleos de materiais que tem por função concentrar as linhas de força do primário sobre o secundário de modo a haver o máximo de transferência de energia de um enrolamento para outro. A resposta correta para este teste é portanto a da alternativa B. Passe ao teste seguinte se acertou.

**Avaliação 187**

Aplicando-se uma tensão de 110 V no enrolamento primário de 2.000 espiras de um transformador, e em seu secundário de 400 espiras obteremos que tensão?

a) 220 V
b) 110 V
c) 55V
d) 22 V

Resposta D

**Explicação**

No secundário deste transformador, temos 5 vezes menos espiras que em seu primário, pois 400 é 5 vezes menor que 2.000. Isso significa, que a tensão de secundário também será 5 vezes menor que a tensão aplicada ao primário. Se a tensão de primário é 110 V, é fácil ver que 22 V é uma tensão 5 vezes menor, ou seja a tensão obtida no secundário. Se você acertou a resposta deste teste assinalando a alternativa d, passe ao seguinte, caso contrário, leia novamente a lição.

**Avaliação 188**

De posse de um transformador abaixador cujo primário é de 110 V e cujo secundário é de 6 V, o leitor tem dificuldade em identificar os enrolamentos pois não há marcação alguma neste componente. Observando com cuidado os fios dos enrolamentos Podemos tirar alguma conclusão?

a) não porque os dois enrolamentos usam fios iguais.
b) não porque as tensões dependem apenas do número de espiras que não dá para contar.
c) o enrolamento de 110 V, é o de fio mais grosso.
d) o enrolamento de 6 V, é o de fio mais grosso.

Resposta D

**Explicação**

Conforme vimos, o que um transformador perde em tensão ele ganha em corrente, o que quer dizer que nos transformadores abaixadores, normalmente o enrolamento de tensão mais baixa, por suportar mais corrente, tem de ser feito com fio mais grosso. No nosso transformador, o enrolamento secundário de 6 V é portanto o feito com fio grosso, enquanto que o enrolamento de 110 V, usa fio esmaltado fino. Cuidado para não confundir os fios de ligação com os fios usados no enrolamento propriamente, que são bem diferentes. A resposta correta é portanto a da alternativa d.

## AIMORÉS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Sinval Lopes de Souza | 3,8 |

## ALCÂNTARA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Gilberto Ferrreira da Silva | 8,4 |

## AMERICANA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antonio Roca Valls | 8,2 |
| Valentim Aparecido Pellizzari | — |

## ANGATUBA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Carlos Alberto Muzille | 10,0 |

## BAGÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Luiz Carlos S. Gonçalves | 7,2 |

## BAURÚ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Ubirajara Arthur de Mattos | 6,6 |

## BELFORD ROXO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jorge Rodrigues | 4,8 |

## BELMIRO BRAGA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Henrique Guimarães | — |

## BELO HORIZONTE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Adilson Discacciati | 5,6 |
| Altivo Gomes de Lanna Neto | 8,0 |
| Claudio Serra Horta | 9,0 |
| Cheng Wing Shuen | 8,2 |
| Camilo Dias de Sá | 3,6 |
| Jairo Amaro de Souza | 9,6 |
| José Carvalho de Rezende | — |
| Roberto Francisco Nunes | — |

## BLUMENAU

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Moacir José Constantino | 7,6 |

## BOA VISTA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Everaldo Pires Coelho | 5,2 |
| Vilson Moraes de Souza | 8,6 |

## BOTAFOGO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Edson Ribeiro da Silva | 7,0 |

## BOTUCATU

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Luiz Donizeti dos Santos | 7,6 |

## BRASÍLIA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Emerson Santana Ferreira | 7,6 |
| Ricardo Cunha Dantas | 9,6 |
| Walter Dias Filho | 8,2 |

## CABO FRIO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| André de Almeida Telles | 8,4 |

## CACHOEIRA PAULISTA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jorge Francisco de Faria | 4,0 |

## CAICÓ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Genário Claudionor de Azevedo | 8,2 |

## CAJAZEIRAS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Francisco L. Ferreira de Andrade | 7,8 |

## CAMBÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Roberto Cortes | — |

## CAMPINA GRANDE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Carlos Antonio de Farias | — |
| Geraldo Nascimento | — |
| Paulo Rainério Brasilino | — |

## CAMPINAS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Carlos Roberto de Freitas | — |
| Hamilton Quintana Gomes | 8,4 |
| João Benedito Bellini | 8,8 |
| Jorge Kazuio Tohita | 2,8 |

## CAMPO BOM

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Delmiro Albino Saft | 8,2 |

## CAMPO GRANDE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Uelson Gonçalves | 7,4 |

## CAXIAS DO SUL

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Francisco Adami Tcacenco | — |

## CODÓ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jaime Vieira de Morais | — |

## COLORADO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Erki Fonseca do Lago | 4,6 |

## CONTAGEM

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Roberto Antonio Barbosa | 7,8 |

## CURITIBA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antonio Heio Suetugui | 9,6 |
| Isaac Enciso Mendoza | |
| Raimundo da Silva | 3,6 |

## DUQUE DE CAXIAS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Reginaldo Pereira Vital | — |

## ESTÂNCIA VELHA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Luis Osvaldo Nunes Cardoso | — |

## FEIRA DE SANTANA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Paulo Cezar R. de Santana | 5,4 |

## FLORIANÓPOLIS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Everton Pizolatti Medeiros | 8,4 |

## FORTALEZA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Edisio Dantas | — |
| Francisco Fontele Meira | 8,4 |
| Francisco Carlos Costa | 6,4 |
| José Airton Saraiva Leão | 7,8 |
| João Raimundo dos Santos | — |
| Roberto Cysne Costa | 7,8 |

## GOIÂNIA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jorge Olimpio de Oliveira | 8,8 |
| Queirone Vieira Queiroga | 7,8 |
| Sebastião Doriel Machado | — |

## GUARAPARI

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José dos Reis A. Pereira | 6,2 |

## GUARULHOS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Geraldo Nascimento de Souza | 3,2 |
| Lois Edson Félix da Silva | — |

## ILHA SOLTEIRA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Ismagui José de Oliveira | 8,0 |

## IMPERATRIZ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Albino Ferreira dos Santos | 8,8 |

## ITARARÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Paulo Pedro Diniz | 6,4 |

## ITATIBA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Decio Aparecido Stocco | 3,6 |

## ITUIUTABA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José C. Ferreira Moura | 8,0 |

## JABOATÃO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Amaro da Silva | 7,2 |

## JACAREÍ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Claudio de Souza Freire | 8,8 |

## JANDIRA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Leandro Ramos | 4,2 |

## JEQUIÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Hélio Gonçalves Santana | — |

## JOÃO PESSOA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Aristóteles Gomes | 8,6 |
| Carlos Alberto dos Santos | 5,2 |
| José Marques de Melo | 7,0 |
| Marconi Chaves Ramos | — |

## JOINVILLE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Sidnei Damas | 7,0 |

## JUNDIAÍ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antonio Lopes de Almeida | 4,8 |
| Dorival Ferretti | 5,0 |

## LAGES

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Tadeu Pagani Pereira | 6,2 |

## LONDRINA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Daniel da Silva | — |
| João Jovino Silva | 6,0 |
| Milton Vitorino | — |

## MACEIÓ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José A. Lourenço de Souza | 6,8 |
| Luiz Gomes de Sá | 8,0 |
| Mauro Mendonça Melânia | — |

## MADUREIRA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Julio Sérgio S. Costa | 3,0 |

## MAGÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Roberto Pais Marques Pinto | 6,0 |

## MANDAGUAÇÚ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Cândido Sanches Gomes | 6,2 |

## MESQUITA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Estevão dos Santos | 5,2 |

## MOGI DAS CRUZES

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Ademar de Almeida Filho | 8,0 |
| Haruo Kajii | 9,0 |
| Mário Ikimtsu Kanayama | 8,8 |
| Yoichi Otsu | 7,6 |

## MOGI–GUAÇÚ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Luiz Lopes | 7,6 |

## MONTE SANTO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Ramiro João Batista | — |

## MUQUI

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Evangelista Moreira Carvalho | 4,2 |

## NILÓPOLIS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Carlos A. de Aquino | 7,6 |

## NITERÓI

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Mauricio Salles | 8,8 |

## NOVA IGUAÇU

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José de Oliveira Linhares | 4,2 |

## NOVA VENÉCIA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Vaguimar Batista de H. | — |

## NOVO HAMBURGO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Alberto Assis da Silva | — |

## OLINDA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Albino de Souza Carneiro da Costa | 9,4 |
| Carlos E.M. de Menezes | 8,6 |
| Fernando S. Amaral Coelho | 8,4 |
| Ricardo José B. Serrano | 6,6 |

## ONDA VERDE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Lucio Florencio | — |

## OSASCO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antonio Carlos Pires de Oliveira | 5,8 |

## OSVALDO CRUZ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Benedito Fraceto | 6,4 |

## OURO PRETO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Amarante dos Reis | 8,6 |

## PELOTAS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Sidnei Padilha | 7,6 |

## PETRÓPOLIS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Vicente Pires dos Reis | 8,6 |

## PIEDADE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jorge Adolfo Silva Machado | 2,2 |
| Manoel Maximiano M. da Silva | 4,6 |

## PINDAMONHANGABA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Ildebrando da Silva | 4,0 |

## POÁ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Celso Silva Francisco | — |

## POÇOS DE CALDAS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jorge Micheletto Coelho | 8,6 |

## PORTO ALEGRE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Irone Beloto Medeiros | 8,8 |
| Norian Marranghello | 9,4 |
| Sérgio Luis Nunes Souza | 3,4 |

## POUSO ALEGRE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Fernando Barbosa | — |

## PRAZERES

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Nivaldo J. Lins de Jesus | 8,4 |

## PRESIDENTE PRUDENTE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Hélio Costa Alvim | 8,0 |
| Nelson Farina Filho | 8,4 |

## REALEZA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Opélio Batecini | — |

## RECIFE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Aluizio Batista Silva | 9,4 |
| Antonio Luiz Balbino da Silva | 5,0 |
| Eraldo Malta dos Reis | — |
| Francisco de Assis Neto | 7,0 |
| Francisco de Sousa Ramos | 8,6 |
| Ivaldo da Cunha Ferreira | 6,8 |
| Lincoln C. de Oliveira | 1,8 |
| Marx Ribeiro de Albuquerque | 8,4 |
| Ronaldo Félix Oliveira | 2,4 |
| Ronaldo Félix da Silva | — |

## RIO DE JANEIRO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Aernival Matos Andrade | 6,0 |
| Alfredo da Silva Mesquita | 9,0 |
| Carlos A. Santos da Costa | — |
| Darcy Alves de Souza | 8,0 |
| Francisco Jose | 7,6 |
| Fernando Fernandes Gomes | 9,8 |
| Fernando Furtado de Oliveira | 7,2 |
| Gilvan Figueiredo Medeiros | — |
| Jorge Luiz Lomeu Leite | 5,0 |
| João Orlando Voltolini | 7,2 |
| José Robaldo Bussiki | 8,0 |
| Jorge Machado | 7,2 |
| Jorge Cury | 3,6 |
| Josimar Ribeiro de Mello | 4,2 |
| José Carlos Mendes Macedo | 9,4 |
| José Genilson Marinho | 7,4 |
| Luiz Felipe de O.P. Ribeiro | 8,8 |
| Maria de Lourdes Souza | — |
| Mateus Antonio Provenzano | 9,6 |
| Nilton Neves de Assunção | 4,8 |
| Paulo Roberto Lourenço Paes | 5,6 |
| Paulo Eugênio C. Albuquerque | 5,6 |
| Paulo Roberto Gomes | 5,6 |
| Paulo Roberto de Azavedo Miranda | 7,6 |
| Roberto Vilela | 8,4 |
| Sebastião Fidelis da Silva | 5,2 |
| Severiano Henriques Abrantes | 8,8 |
| Wagner José de A. Nogueira | 7,4 |
| Zueli Pereira Ribeiro | — |

## ROQUE GONZALES

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Wesli Griebeber | — |

## ROSEIRA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Flávio Ferreira da Silva | 8,4 |

## SALVADOR

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Laurentino Ferreira | — |
| José João Araújo Nunes | 6,6 |
| Luiz Alberto Bahia Soares | 4,4 |
| Nelson Pereira dos Santos | 7,0 |
| Ricardo Luiz O. Ribeiro | 8,6 |

## STA CRUZ DO SUL

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Fernando Vighi | 7,8 |

## STO ANDRÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Enoc Ferreira da Silva | 5,4 |
| José Anchieta de Oliveira | — |

## STO. ANTONIO DA PLATINA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Mauro Marques Ribeiro | 5,0 |

## SANTOS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Alcir Bichir | 6,2 |
| Edson Paini | 7,6 |
| José Martins Duarte Filho | 10,0 |

## SANTOS DUMONT

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Dário Bernardo Ignêz | 5,2 |
| Ulisses Gomes Honor | 5,0 |

## SÃO BERNARDO DO CAMPO

| NOTA | NOME |
|---|---|
| Bernard Wolfgang Schon | 9,0 |
| Deonísio de Freitas | 7,2 |
| João Batista Markus | 7,8 |
| Nilvado Neves Teixeira | — |

## SÃO CAETANO DO SUL

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Batista da Silva | 8,6 |

## SÃO CARLOS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Massakaso Hashiguchi | 7,8 |

## SÃO GONÇALO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Décio F. Fonseca de Souza | 8,0 |
| Severino Bento da Silva | 7,0 |

## S.J. DO MERITI

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Alberto Gomes Machado | — |
| José Wilson Machado Calheiros | 7,2 |

## SÃO J. DO RIO PRETO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Dair José Biroli | — |

## SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antônio Barbosa de Souza | — |

## SÃO LEOPOLDO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Pio José Rambo | 5,6 |

## SÃO LUIS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jenner de Carvalho Tupinambá | 4,8 |
| Sérgio Gonzales L. | 9,0 |

## SÃO MIGUEL PAULISTA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Antonio J. da Silva Filho | — |

## SÃO PAULO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Adão Paulo de Oliveira | 7,6 |
| Aparecido Antonio da Costa | 7,6 |
| Carlos Alves Sobral | — |
| Carlos Roberto Macedo | 2,0 |
| Décio Dias Barreiras | 7,2 |
| Francisco Ferreira da Silva | — |
| Henrique Akira Fujimoto | 6,8 |
| Helder Sperling | 9,0 |
| Josono Siqueira | — |
| Josenilson Sales Silva | 5,2 |
| João Batista Siqueira | 8,0 |
| José de Ribamar Costa | 8,4 |
| Luiz Carlos P. de Souza | 8,0 |
| Luiz Carlos G. de Brito | 4,2 |
| Marcos Antonio de Souza | 6,8 |
| Manoel Gonçalves | 7,0 |
| Marco Antonio Galvez | 9,4 |
| Mário José da Silva | — |
| Renilson Isidoro dos Santos | 9,4 |
| Roberto da Silva | 8,6 |
| Roberto Pereira | 5,2 |
| Sergio Antonio Faber | 8,2 |
| Valdir Gomes da Silva | 5,4 |
| Walmir Pinheiro da Costa | 9,6 |
| Wladimir Quintanilha | 6,2 |

## S. PEDRO D'ALDEIA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Isaias Florêncio de Melo | 7,2 |

## SÃO VICENTE

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Edson Marcos Coelho | 3,6 |

## SAPIRANGA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| João Alzeredo de Ponti | 4,0 |

## SERRA NEGRA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Borges A. Rodrigues | — |

## SOBRADINHO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Jaudival Fustino | 5,8 |

## SOROCABA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| José Nivaldo Hungaro | 6,4 |

## SUMARÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Valdemir Ribeiro | — |

## TERESÓPOLIS

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Roberto Siqueira Pestana | 6,4 |

## TATUÍ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Aristides Poles | 8,6 |

## TAUBATÉ

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Gracilio Santos de Moura | 4,0 |
| Mário Romero | 6,0 |
| Marco Antonio do Amaral | 8,4 |

## URCA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Alberto de Oliveira Coutinho | — |

## URUGUAIANA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Adir Silva da Fonseca | 6,0 |

## VARGINHA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Levi Comunian | 7,8 |

## VARZEA PAULISTA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Aparecido F. Guedes | 6,4 |

## VIAMÃO

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Silo Carlos Fraga da Silva | — |

## VOLTA REDONDA

| NOME | NOTA |
|---|---|
| Flavio Ferreira Maia | 5,4 |
| Paulo Nogueira da Silva | 8,2 |


SABER