Revista
SABER
66
Cr$ 25,00

# ELETRÔNICA

## GRÁTIS

CIRCUITO IMPRESSO PADRÃO para montar

AMPLIFICADOR DE 5 W
ALARME
INJETOR DE SINAIS
CONTROLE DE TONALIDADE

RELÓGIO DESPERTADOR DIGITAL




Manaus, Santarém, Rio Branco, Boa Vista, Altamira, Macapá e Porto Velho (via aérea) Cr$ 33,00

Revista
# ELETRÔNICA
Nº 66
FEVEREIRO
1978

SABER

EDITORA SABER LTDA

diretor superintendente: Savério Fittipaldi

diretor administrativo: Élio Mendes de Oliveira

diretor de produção: 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.

## sumário

Relógio Despertador Digital ..... 2

Montagens —

Placa de Circuito Impresso: ..... 12

- Amplificador de 5 Watts ..... 14
- Controle de Tonalidade (graves, agudos e volume) .. 16
- Injetor de Sinais ..... 18
- Alarme ( Luz ou Umidade ) ..... 19

Disparo de SCRS por REED SWITCHES ..... 22

FAST - Fontes de Alimentação sem Transformador (conclusão) ..... 25

Rádio Controle ..... 34

Contador Digital (Parte I) ..... 38

Entendendo o Decibel ..... 50

Ruído nas Telecomunicações (última parte) ..... 55

Alerta de Velocidade Máxima "Oitentimetro" ..... 70

Curso de Eletrônica (Avaliação) ..... 74

CAPA: Foto do Relógio Despertador Digital (Kit) "ELETRON" e seus componentes. Placa de Circuito Impresso (Brinde).

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).

# Relógio Despertador Digital

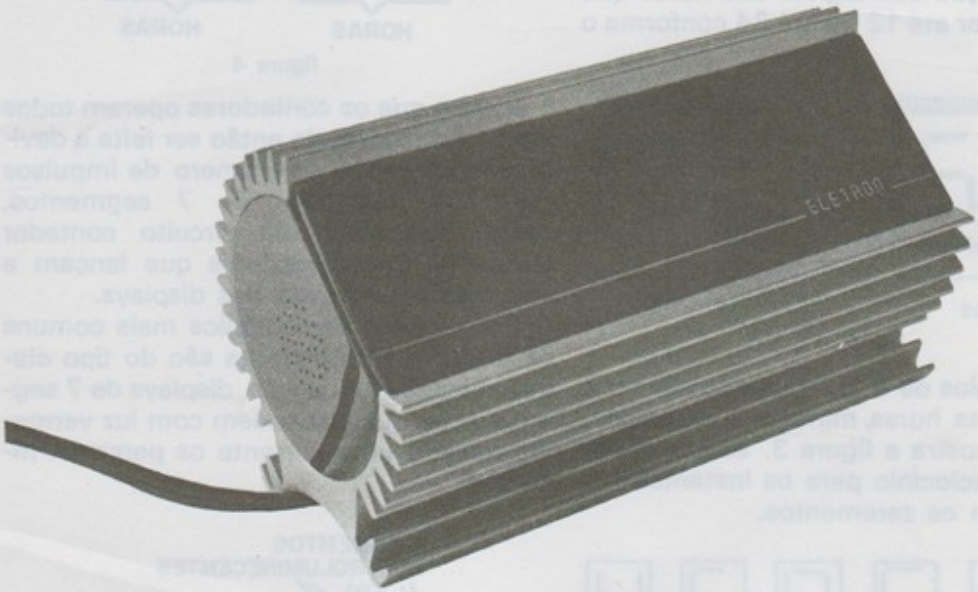
*NEWTON C. BRAGA*



*O contínuo desenvolvimento das técnicas digitais abriu caminho para um interessante e importante setor da eletrônica para o qual circuitos específicos já podem ser encontrados em grande variedade. Falamos dos relógios digitais que cada vez tornam-se mais sofisticados em relação ao que podem oferecer e ao mesmo tempo tornam-se cada vez mais simples de montar já que cada vez menos ligações externas se fazem necessárias. Neste artigo focalizamos o assunto Relógio Digital mostrando que até mesmo os menos experientes podem com facilidade montar este tipo de equipamento.*

Até há bem pouco tempo, a montagem de um relógio digital ou qualquer circuito semelhante (cronômetro, etc), era uma tarefa, que não era acessível senão a uns poucos conhecedores habilidosos e pacientes além de dispostos a gastar uma boa quantidade de dinheiro em componentes. Hoje, com a possibilidade de se adquirir circuitos integrados específicos para a montagem de relógios digitais, a montagem deste tipo de equipamento deixa de ser privilégio dos tecnicamente e economicamente mais bem dotados, passando a ser acessível a todos. Dizemos isso não só em função do baixo custo de alguns desses integrados como também em vista do número reduzido de ligações que se tem de fazer para a montagem, impossibilitando praticamente a ocorrência de qualquer erro. (figura 1)

Neste artigo faremos algumas considerações sobre o princípio de funcionamento de alguns relógios digitais especialmente



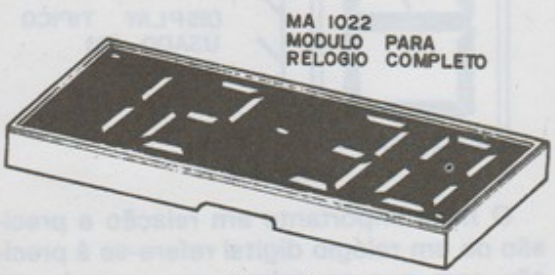



figura 1

existente em nosso mercado e mostraremos aos leitores que a montagem de um aparelho que realmente pode ser considerado "sofisticado" é na verdade muito simples, estando ao alcance mesmo dos que apenas saibam empunhar um ferro de soldar.

## COMO FUNCIONAM

Não existe muita dificuldade em se analisar, o funcionamento de um relógio digital no que se refere às suas etapas. Basicamente podemos dizer que o relógio digital consta de um contador de impulsos,

entretanto um contador que esteja programado para dar a indicação não de um número na base 10 mas sim na base em que é feita a contagem do tempo em que a hora é dividida em 60 minutos e cada minuto em 60 segundos.

Para um relógio de 4 dígitos por exemplo, devemos ter a indicação de horas e minutos, conforme sugere a figura 2. O último dígito correspondente a unidade de minutos deve marcar de 0 à 9, mas o dígito imediatamente à sua esquerda deve contar somente de 0 à 6, porque no momento em que chegarmos à 59 minutos a hora é completa e tudo deve voltar à zero. Neste caso devemos observar o mesmo em relação aos dígitos das horas que devem contar até 12 ou até 24 conforme o caso.

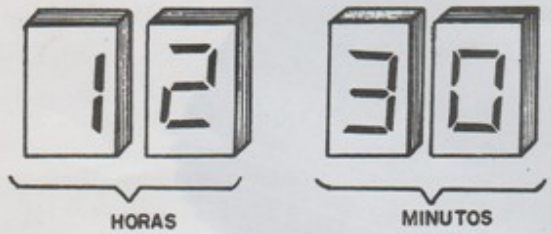



figura 2

Nos relógios de 6 dígitos podemos ter a indicação das horas, minutos e segundos, conforme mostra a figura 3, sendo válido o mesmo raciocínio para os instantes em que ocorrem os zeramentos.




figura 3

No projeto de um relógio digital temos simplesmente que ter um circuito oscilador de precisão o qual produzirá pulsos, digamos em a cada segundo, o qual será contado pelo circuito o qual deve levar em conta os pontos de zeramento dos dígitos em função da base do sistema de contagem do tempo.

Os dígitos correspondentes aos segundos devem portanto ser zerados a cada 60 impulsos, havendo no caso a passagem de um impulso para a etapa seguinte de contagem dos minutos: esta também deve ser zerada a cada 60 impulsos, havendo então a passagem para a etapa seguinte de um novo pulso correspondente às horas. No caso temos então um zeramento com 12 ou 24 impulsos conforme o modelo de relógio a ser projetado (figura 4).




figura 4

É claro que os contadores operam todos em binário, devendo então ser feita a devida decodificação do número de impulsos para um mostrador de 7 segmentos. Assim, associado ao circuito contador temos os decodificadores que lançam a informação numérica nos displays.

Para o caso dos relógios mais comuns os displays normalmente são do tipo eletroluminescente ou seja, displays de 7 segmentos os quais acendem com luz vermelha quando uma corrente os percorre. (figura 5)

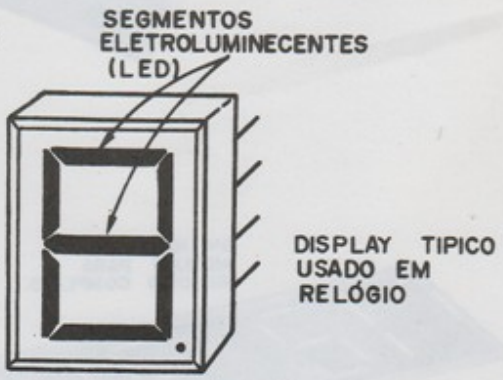



figura 5

O mais importante em relação a precisão de um relógio digital refere-se à precisão com que os pulsos que controlam o contador podem ser gerados.

Por esse motivo a maioria dos relógios utiliza dois princípios básicos para controlar com precisão a frequência dos seus osciladores.

Um primeiro princípio consiste em se usar a frequência da rede de alimentação a qual deve por lei manter-se rigorosamente dentro de limites de precisão que são compatíveis com os limites de precisão exigidos para um relógio. Assim, partindo dos 60 Hz da rede de alimentação, por meio de um divisor por 10 e depois por um divisor por 6 pode-se ter um pulso a cada segundo o qual servirá perfeitamente para acionar todo o sistema de contagem de tempo que é o relógio propriamente dito. É claro que outras divisões são possíveis. A partir do momento em que se desejar por exemplo um cronômetro em que a precisão seja de décimos de segundo a divisão dos 60 Hz deverá ser feita somente por 6.

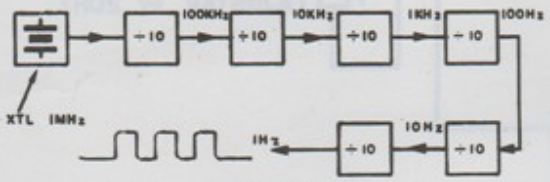



figura 6

O segundo princípio baseia-se na utilização de um cristal de quartzo de elevada precisão o qual além de possibilitar a obtenção de um circuito mais preciso do que no caso anterior, torna o circuito independente da rede local. Isso significa que enquanto no primeiro caso o relógio não funciona na ausência de alimentação da rede, neste, o relógio pode continuar funcionando normalmente com bateria no caso de uma falta momentânea de energia.

No caso dos cristais os osciladores normalmente operam em frequências relativamente elevadas de modo que seus sinais passam por divisões sucessivas até se obter 11 pulsos por segundo, 10 pulsos por segundo, etc, conforme o projeto. (figura 6)

Na atualidade existem circuitos integrados que incorporam todas as etapas descritas exceto a fonte de alimentação. Nestes circuitos temos as etapas contadores de impulsos, o oscilador e o display havendo inclusive o caso em que recursos adicionais são acrescentados.

Por exemplo, pode-se acrescentar um circuito de memória que pode ser programado para fazer soar um sistema de alarme quando determinado número aparecer no display, ou seja, quando chegar certo instante pré-determinado. No próprio circuito integrado temos então o oscilador capaz de produzir o sinal de áudio e o circuito capaz de memorizar a informação da hora em que deve despertar o relógio.

Outra sofisticação consiste na utilização de alimentação tanto pela rede, como por bateria. Como normalmente os displays são os responsáveis pelo consumo elevado de energia de um relógio desse tipo sua alimentação é feita pela rede. A bateria existente internamente mantém o relógio em funcionamento (sem porém acender os displays) no momento em que haja um corte de energia ou que o aparelho seja transferido de um local para outro. Com a volta de energia o relógio simplesmente "acende" não precisando ser acertado, já que o tempo continuará a ser "contado" pelo circuito próprio alimentado pela bateria.

Estes recursos podem ser obtidos de um relógio facilmente montado cujas peças podem ser encontradas em nosso comércio que é o MA1022 da National. A seguir, falaremos deste circuito integrado e das possibilidades que ele oferece aos montadores.

## MÓDULO PARA RELÓGIO DIGITAL MA1022

No nosso mercado os leitores podem contar com o módulo para relógio digital MA1022 o qual pode ser adquirido sozinho ou ainda em forma de kit completo para relógio. Conforme o leitor poderá perceber pela descrição dada a seguir, as características técnicas deste módulo permite a realização de um relógio a altura dos mais exigentes montadores.

Este módulo possui o display, o contador, decodificador, sistema de alarme numa única peça o que facilita enormemente sua utilização. São necessárias deste modo muito poucas ligações externas para colocá-lo em funcionamento conforme pode-se perceber pelo diafragma da figura 7.

Externamente temos então apenas a fonte de alimentação os controles de acerto de hora, o interruptor de mercúrio para desligar o despertador, o transdutor e os controles de programação para o despertador.

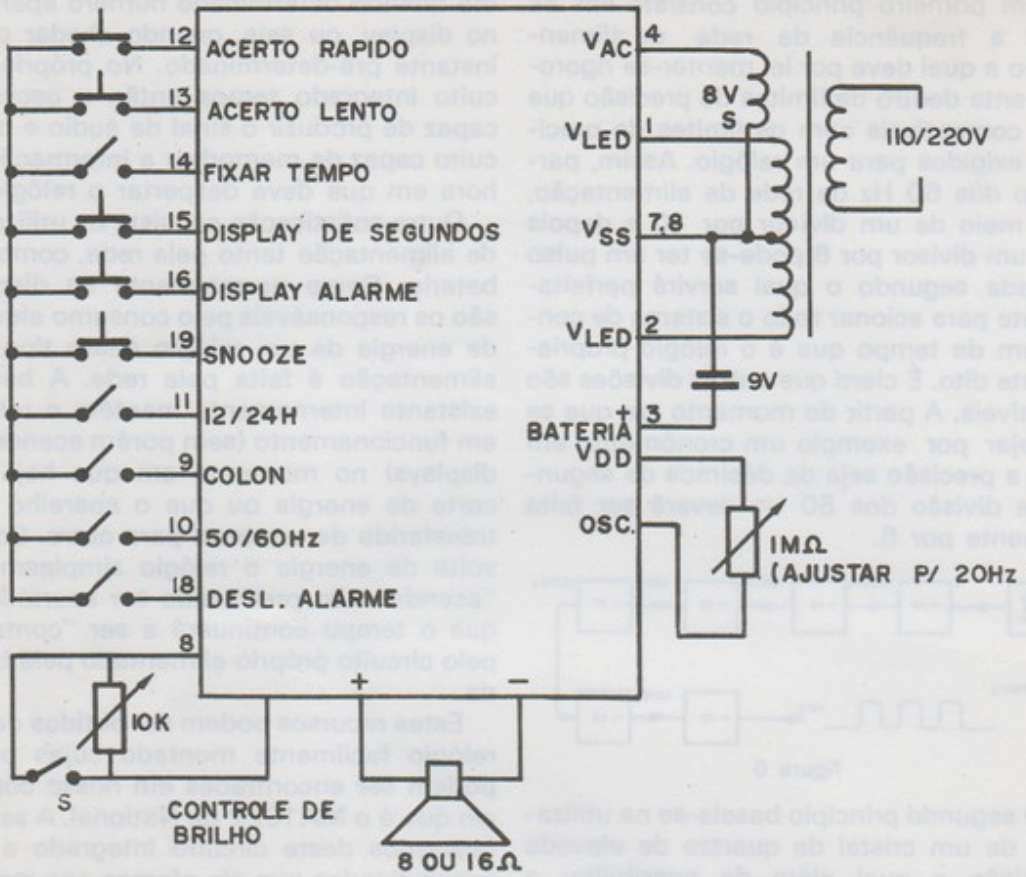



figura 7

Este módulo permite a realização de um relógio o qual pode ser alimentado diretamente pela rede local com o auxílio de uma bateria que impede que o circuito contador seja parado na ausência de energia. Deste modo em caso de remoção do relógio ou de falta de energia, somente os displays apagam, continuando o circuito interno a funcionar de modo que ao ser reestabelecida a alimentação pela rede o display volta automaticamente com a hora certa sem a necessidade de qualquer compensação do tempo em que houve o corte de energia da rede. (figura 8)

Sob a forma de kit este módulo apresenta inúmeras vantagens para o montador não só em vista do baixo custo e da sua facilidade como também em relação a sua apresentação.

O número reduzido de componentes e seu baixo consumo por exemplo, epermite que sua montagem seja feita em caixa de dimensões reduzidas permitindo assim que esteticamente ele venha a combinar com qualquer ambiente.

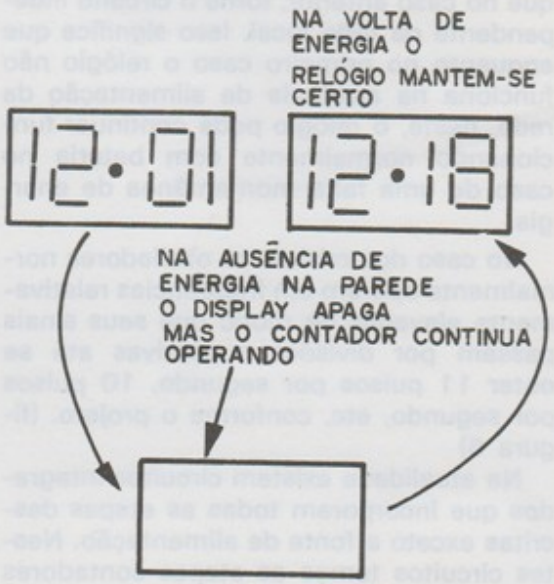



figura 8

O número reduzido de componentes, por outro lado torna seu funcionamento seguro em vista de menor probabilidade de falhas por deficiência de ligações, etc.

Esse mesmo número reduzido de liga-

ções externas torna sua montagem acessível a todos, mesmo os que pouca experiência tenham em montagens de qualquer tipo. Podemos dizer que basta saber empunhar um ferro de soldar para poder trabalhar com este tipo de módulo. Sua robustêz torna-o a prova dos montadores menos experientes.

Um artifício bastante interessante que pode ser acrescentado a este relógio é o sistema de rearme do despertador por

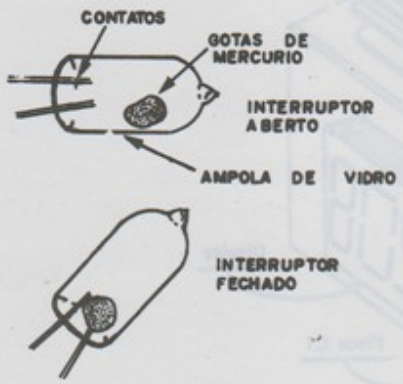



figura 9

meio de um interruptor de mercúrio. Este consta de uma ampola cheia de mercúrio a qual em posição normal mantem-se com seus contactos abertos. Quando o relógio desperta basta agitá-lo ligeiramente para que o mercúrio balançando no interior da ampola produza momentaneamente um pulso (curto-circuita os terminais) o qual desliga automaticamente o alarme. (figura 9)

## CARACTERÍSTICAS DO MA1022

— Alimentação pela rede de 110 ou 220 V com bateria que mantem o circuito em funcionamento (exceto o display) em caso de corte de energia na rede.

— Sistema de alarme incorporado com a necessidade simplesmente de um transdutor externo.

— Indicação até 24 horas.

— Entradas para acerto de hora rápido e lento.

— Possibilidade de ligação de controles automático de brilho para o display.

— Oscilador de tom de 800 Hz modulado em 2 Hz para o circuito de alarme.

## UMA MONTAGEM PRÁTICA AO SEU ALCANCE

Com a disponibilidade do MA1022 em forma de kit em nosso mercado a montagem de um relógio digital bastante interessante torna-se extremamente simples conforme veremos.

Na figura 7 temos o diagrama básico de um relógio usando o MA1022 em torno do qual podem ser feitas diversas variações. Assim, por exemplo, temos o caso de kits em que diversas ligações sugeridas no diagrama básico podem ser eliminadas sem prejuízo no comportamento final e na precisão, o que nos leva a um grau de simplificação muito grande.

No nosso caso, sugerimos aos leitores a montagem de um kit de relógio de 24 horas conforme as ligações da figura 11, que pode ser considerada a versão mais simples de ser realizada não exigindo do montador senão um pouco de habilidade para usar um ferro de soldar.

Pela figura 10 vemos que o conjunto básico é formado pela placa de circuito impresso em que o relógio integrado já vem instalado e de alguns componentes externos que são a fonte de alimentação constituída pelo transformador e a bateria de 9 V, o interruptor de mercúrio que desliga o alarme, o transdutor que no caso pode ser um pequeno alto-falante de 8 ou 16 ohms ou ainda uma cápsula de alta impedância acoplada ao circuito por meio de um transformador e os terminais que interligados de modo apropriado permitem o acerto do relógio.

Todos os componentes sendo de tamanho reduzido permitem a instalação do conjunto numa caixa de dimensões bastante modestas.

Na montagem, basta soldar os fios correspondentes, segundo a figura, aos componentes. O máximo de cuidado deve ser tomado com a operação de soldagem para que não haja aquecimento excessivo, não causando dano ao terminal.

Comece a soldagem pelos terminais de acerto e fixação de hora a despertar os quais são fixos por meio de parafusos à caixa, sendo dela isolados por meio de separadores de plástico. Em seguida, solde os terminais do transformador à placa observando a sua disposição com cuidado.

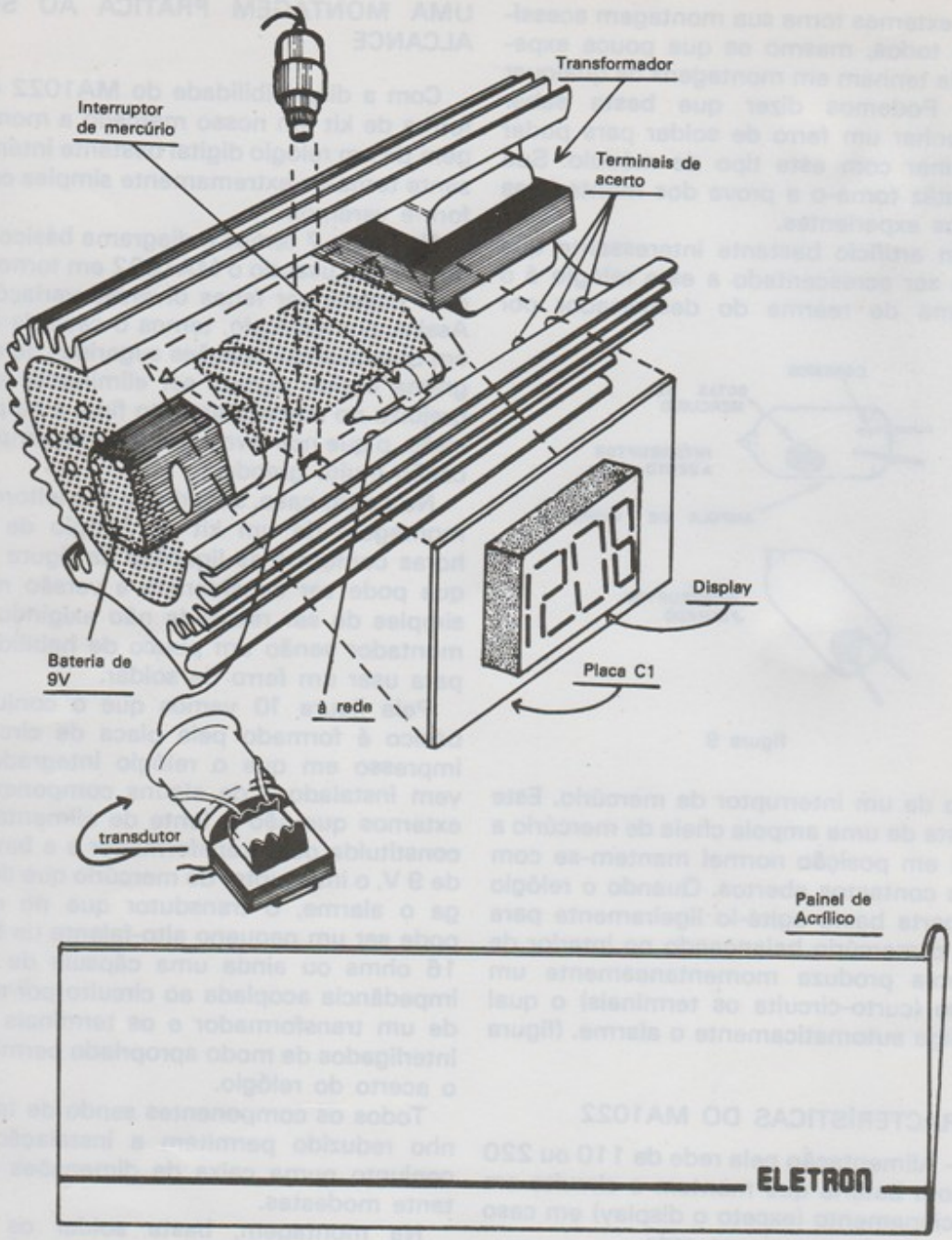



figura 10

Os terminais 7 e 8, 9 e 10 devem ser interligados com fio curto.

A montagem fica completa fazendo-se a ligação do interruptor de mercúrio e do transdutor por meio de fios flexíveis finos.

O interruptor de mercúrio, o transformador e o alto-falante devem ser fixos na caixa que alojará o relógio, devendo então ser ligado o cabo de alimentação ao primário do transformador. (fig. 11 — caixa).

O display deve ficar encostado no painel de acrílico vermelho do relógio de modo a haver nitidez na imagem obtida. Para manter o display nesta posição pode-se usar qualquer meio convencional de fixação como por exemplo um pedaço de espuma no interior da caixa, fita adesiva ou mesmo cola. No momento em que o conjunto for encerrado na caixa, deve-se ter o máximo cuidado para que possam danificar o

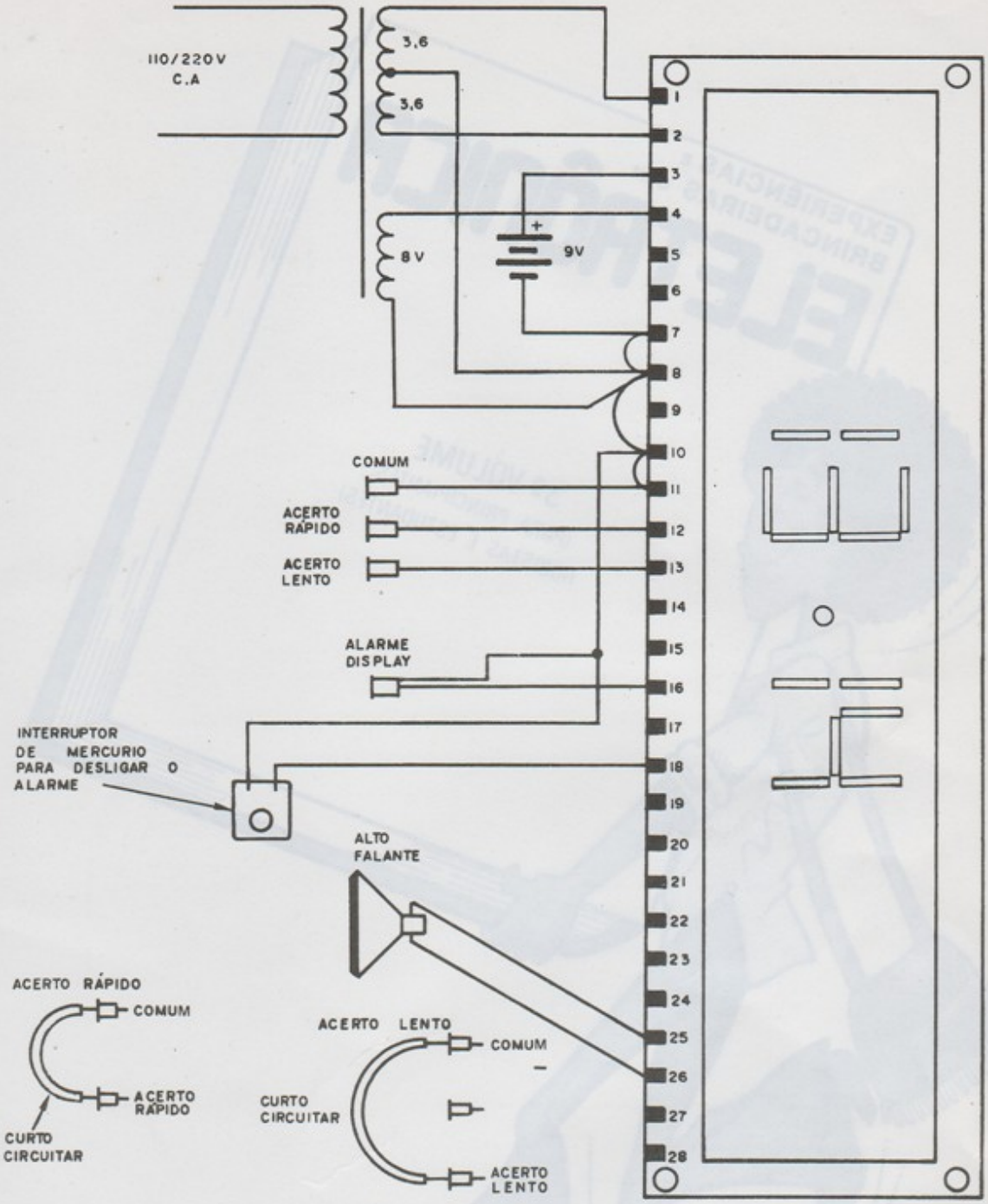
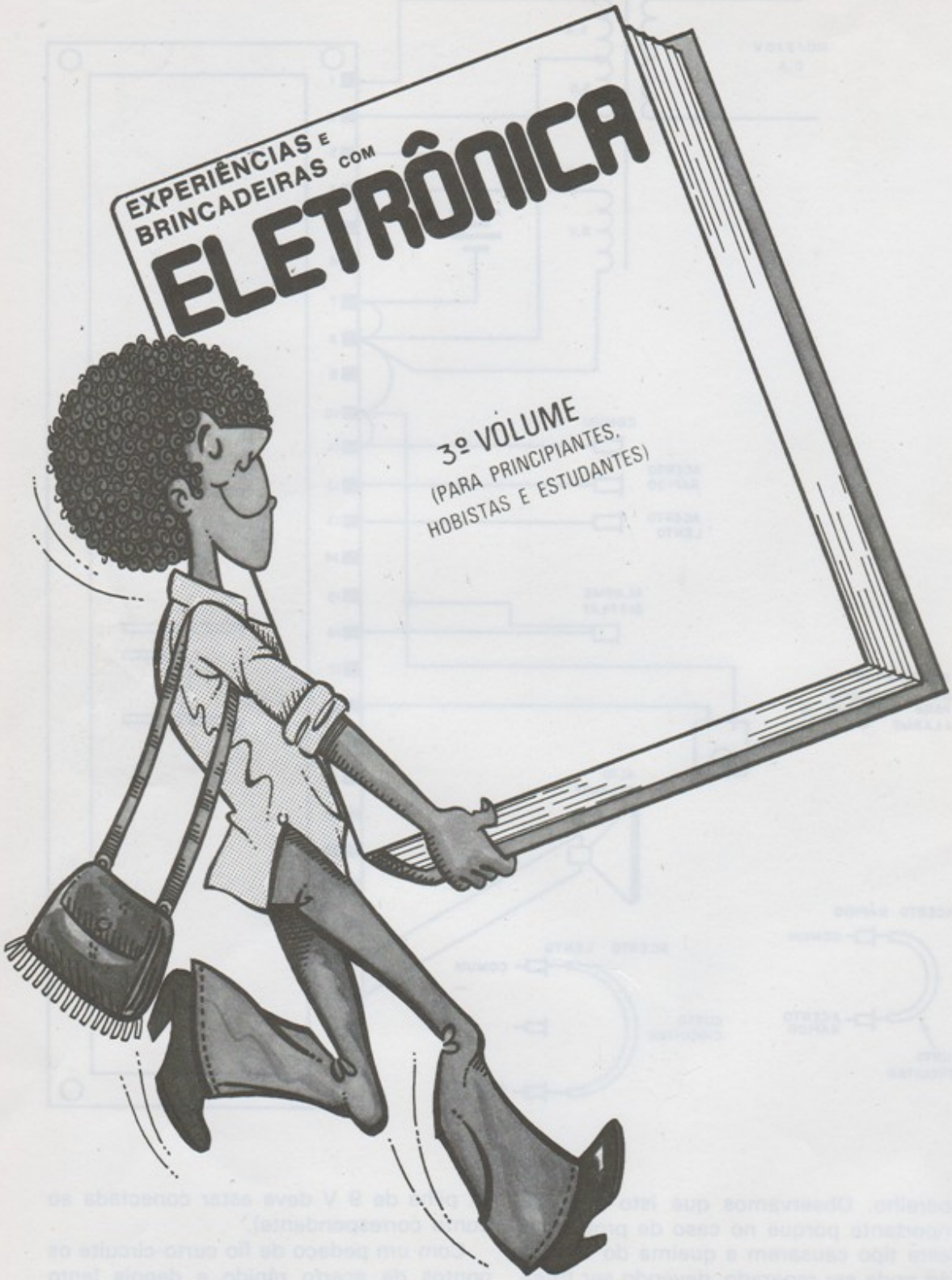



Figura 11

aparelho. Observamos que isto é muito importante porque no caso de problemas deste tipo causarem a queima do CI este não pode ser reparado, devendo ser totalmente substituído.

Completada a montagem, confira todas as ligações antes de colocar na caixa, e depois de pronto, ligue o relógio à tomada. (A pilha de 9 V deve estar conectada ao ponto correspondente).

Com um pedaço de fio curto-circuite os pontos de acerto rápido e depois lento com o comum até levar o relógio a hora certa. Ele estará então pronto para funcionar por tempo indefinido com aquela precisão que só a eletrônica pode oferecer.




RESERVE JÁ EM SEU JORNALEIRO

# 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$ 900.00

**(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

# AMPLIFICADOR DE 5 WATTS

# CONTROLE DE TONALIDADE

# INJETOR DE SINAIS

NEWTON C. BRAGA

A confecção de uma placa de circuito impresso para uma montagem específica é sem dúvida um dos fatores de desestímulo para a maioria dos montadores que, ou não possuem material apropriado para seu projeto ou mesmo simples transferência de um desenho pronto para o cobre, como para os que não possuem habilidade ou paciência para isso.

Que bom seria se existisse uma placa de circuito impresso na qual pudessem ser realizados todas as montagens que existe! Eis aí o sonho do montador que é uma realidade para os que tiveram a sorte de aprender a usar as placas de circuito impresso universais.

Uma placa de circuito impresso universal ao contrário do que se pode pensar não prejudica nem a aparência nem o desempenho e nem ao menos o tamanho final de uma montagem, e as facilidades encontradas com a sua utilização são fabulosas:

Para uma montagem experimental, por exemplo basta ir colocando os componentes na placa e fazendo as ligações conforme as necessidades.

Para uma montagem definitiva, com facilidade pode ser conseguida uma disposição tão boa como a de uma placa especialmente feita para esta finalidade.

E, suas dimensões e furação são tais, que podem ser realizadas montagens tanto com circuitos integrados como com transistores, utilizando-se como única ferramenta um canivete ou furador para interromper o cobre nos pontos desejados.

Evidentemente, nem todas as placas que se dizem universais tem essas facilidades. Existem placas que só admitem montagens com transistores, enquanto que outras são feitas com furação especial para montagens com CI. A placa que estamos dando como brinde, admite todos os tipos de montagens.

## A PLACA

Como qualquer outra placa de circuito impresso possui uma base de material isolante (fibra) na qual existem tiras de cobre condutor que farão às vezes dos fios de interligação entre os componentes. (figura 1)

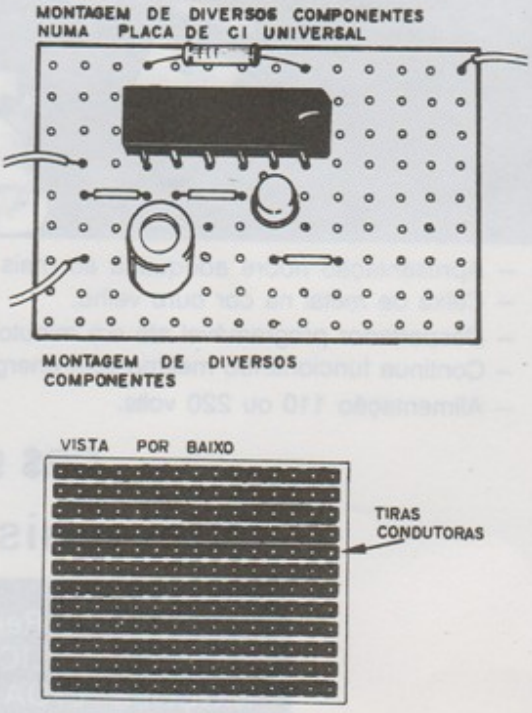



figura 1

Em toda extensão dessas tiras existem furos para a colocação dos componentes, separados por

# ALARME (LUZ OU UMIDADE)

*Neste artigo além de abrirmos novos horizontes para os montadores, descrevendo os possíveis usos para as placas de circuito impresso universais, fornecemos como* **brinde** *uma dessas placas com a qual será possível a realização de projetos, realmente surpreendentes, com o que nos propomos ensinar.*

distância tal que permite sua utilização de acordo com os formatos dos principais componentes (transistores, diodos, circuitos integrados com invólucro DIL, etc).

Os componentes são então colocados do lado oposto ao que existe o cobre de modo que seus terminais saindo pelos furos correspondentes das tiras possam ser facilmente nelas soldados.

O ponto principal a ser considerado numa montagem com esta placa é a disposição dos componentes que deve ser feita de modo a corresponder ao circuito, utilizando-se para complementação das ligações se houver necessidade, interrupções das tiras que são feitas com um canivete ou uma ferramenta especial, (escareador) ou jumpers (figura 2).

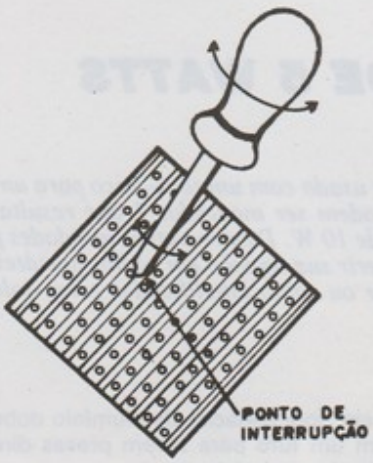



figura 2

Para facilitar ao máximo um projeto, os componentes normalmente são colocados em posição perpendicular às tiras, ou seja, de modo que seus terminais venham a ficar em tiras diferentes, enquanto que os jumpers são preferivelmente colocados perpendicularmente às tiras.

Na figura 3 temos um diagrama e a montagem correspondente em placa universal, mostrando que neste caso, dois fios externos foram utilizados como jumpers.

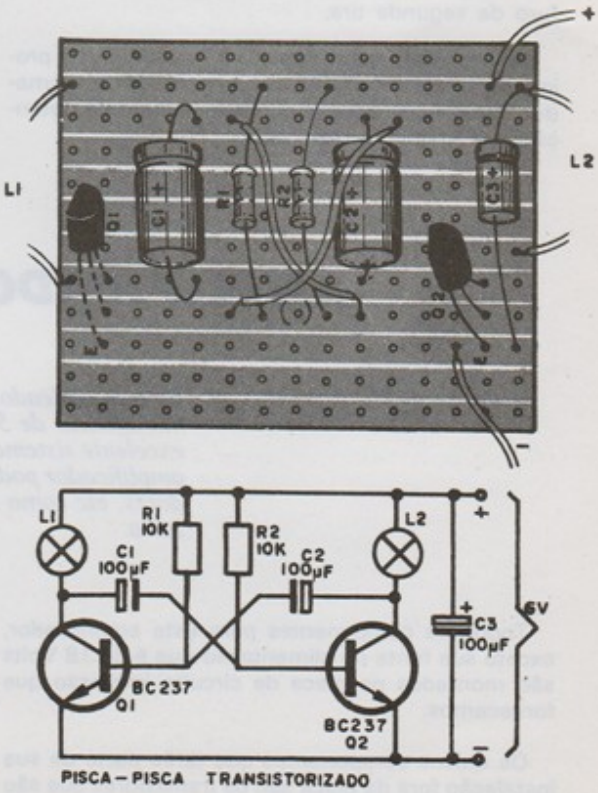



figura 3

Como neste número da nossa Revista fornecemos como brinde uma placa universal para a qual descreveremos algumas montagens, e nessa placa existem tanto interrupções de tiras como jumpers, e ainda como a colocação dos componentes deve ser feita nos locais exatos, fazemos todo o possível para determinar com o máximo de precisão o local que deva ser feita qualquer soldagem, ou interrupção. No desenho da colocação dos componentes e das ligações, assinalamos os seus diversos pontos por meio de coordenadas.

A nossa placa possui então 12 tiras as quais serão associadas às 12 primeiras letras do alfabeto, e cada ponto de cada tira terá um número, no nosso caso de 1 a 15. (figura 4)

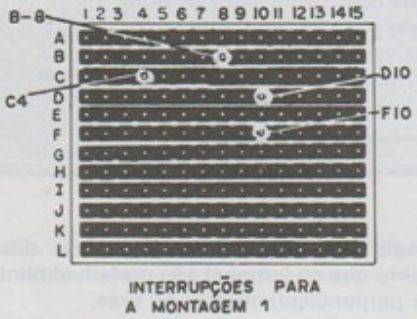



figura 4

Ao dizermos então que o ponto B-8 correspondente a uma interrupção isso significa que devemos cortar o cobre interrompendo a tira no oitavo furo da segunda tira.

De um modo geral, quando a montagem for projetada pelo leitor, alguns cuidados devem ser tomados, sendo que esses facilitarão bastante a obtenção dos melhores resultados:

a) Componentes passivos como diodos, resistores, capacitores, preferivelmente devem ser colocados de modo a ficarem perpendiculares às tiras.

b) Os transistores devem ser fixados de modo que cada um dos seus terminais fique numa tira diferente.

c) Os circuitos integrados DIL devem ser colocados de modo que o alinhamento de seus terminais sejam perpendicular às tiras.

d) Os jumpers feitos com fios nús são perpendiculares às tiras. Para jumpers longos deve-se usar fios de capa plástica.

e) As tiras extremas (primeira e última), geralmente são escolhidas para o + e o - da alimentação do projeto.

f) Na montagem colocam-se inicialmente os componentes ativos distribuindo-se os outros em sua volta de acordo com as necessidades.

g) Não deve haver corrimento de solda que possa curto-circuitar as tiras.

NOSSAS MONTAGENS

Enviamos como brinde aos nossos leitores, nesta revista UMA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO UNIVERSAL, com a qual diversas montagens podem ser realizadas. É claro que não só as montagens que citamos podem ser feitas nessa placa, mas outras de complexidade equivalente.

Entretanto, como as montagens que sugerimos são bastante interessantes, e todos os pormenores para sua realização são dados, acreditamos que a maioria dos nossos leitores não se inclinará por outra opção.

Como a finalidade nossa ao enviar esta placa é antes de tudo mostrar aos nossos leitores as possibilidades desse tipo de placa de circuito impresso (que pode ser encontrada em tiras maiores ou cortadas), omitimos pormenores técnicos sobre o funcionamento dos circuitos indo diretamente à sua realização prática e utilização.

# AMPLIFICADOR DE 5 WATTS

*Este amplificador pode ser usado com um toca-disco para um sistema monofônico de 5 W, ou podem ser montados 2 que resultarão num excelente sistema estéreo de 10 W. Dentre outras utilidades para este amplificador podemos sugerir sua ligação em rádios portáteis, gravadores, etc como reforçador ou como amplificador para violão e guitarra.*

Todos os componentes para este amplificador, exceto sua fonte de alimentação que é de 18 Volts são montados na placa de circuito impresso que fornecemos.

Os únicos componentes que terão parte de sua instalação fora da placa são os transistores que são dotados de aletas de refrigeração. Estas aletas consistem em dois pedaços de alumínio dobrados em "U" com um furo para serem presas diretamente ao corpo dos transistores.

O circuito do amplificador é dado na figura 1, por onde o leitor pela sua análise pode avaliar sua excelente qualidade. As suas características principais são:

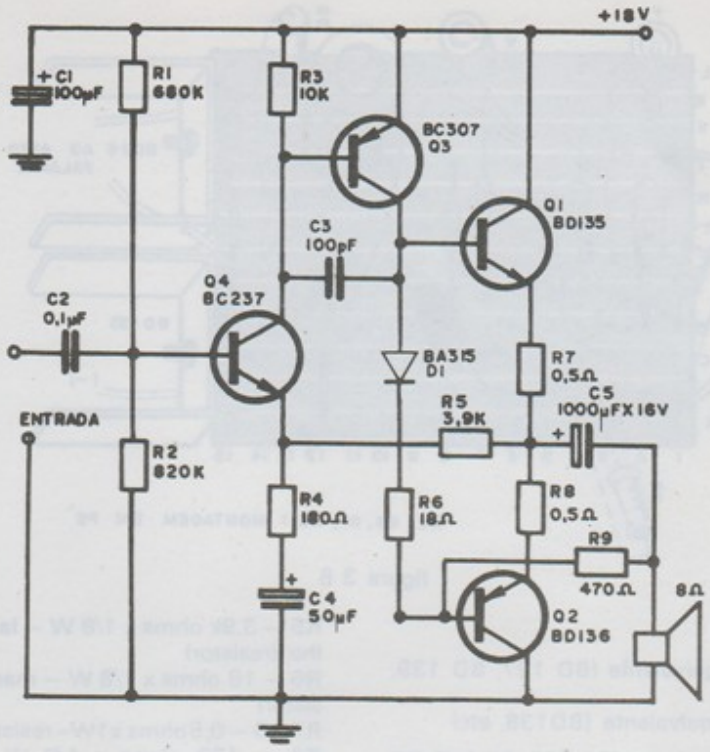



figura 1

Potência de saída ..... 5 W
Sensibilidade ..... 400 mV para saída máxima
Resistência de entrada ..... 300 k ohms
Resposta de frequência (3 dB) . 75 Hz à 40 Hz
Corrente de repouso ..... 25 mA

A fonte de alimentação para este amplificador deve fornecer uma tensão de 18 V, sob uma corrente de pelo menos 300 mA (que é a sua corrente de pico). Esta fonte pode ser feita a partir de um transformador de 12,6 + 12,6 V x 500 mA, conforme mostra a figura 2.

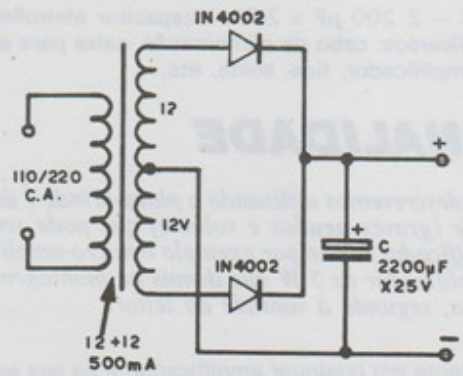



figura 2

Depois de adquirir o material para a montagem, prepare a plaquinha fazendo as interrupções nos pontos indicados pela figura 3A. Somente depois de preparada a placa, faça a soldagem dos componentes nesta tomando sempre o máximo de cuidado com eventuais curto-circuitos entre as tiras. Observe cuidadosamente a posição dos transistores, do diodo e dos capacitores eletrolíticos.

A fonte pode ser montada numa ponte de terminais a qual será instalada na própria caixa que alojará o amplificador. Os fios de ligação da fonte ao amplificador devem ser os mais curtos possíveis para se evitar possível indução de zumbidos.

Com relação ao controle de volume e de tonalidade, pode ser aproveitada a mesma configuração de entrada do micro-amplificador (revista 64) ou então o circuito que sugerimos a seguir.

O dissipador de calor dos transistores de potência é fixado depois de completada a montagem, utilizando-se para esta finalidade parafusos com porcas de diâmetro apropriado. Não force a colocação do parafuso no transistor.

Para o caso dos transistores de saída podemos dizer que qualquer par complementar plástico com uma corrente de coletor de 1A pode ser usado em lugar dos sugeridos na lista de material. (Q1 e Q2)

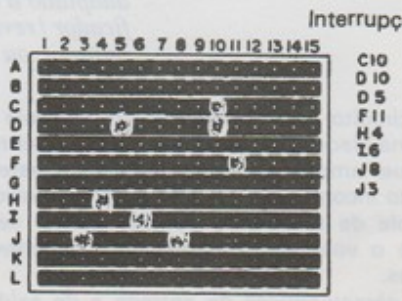



figura 3 A

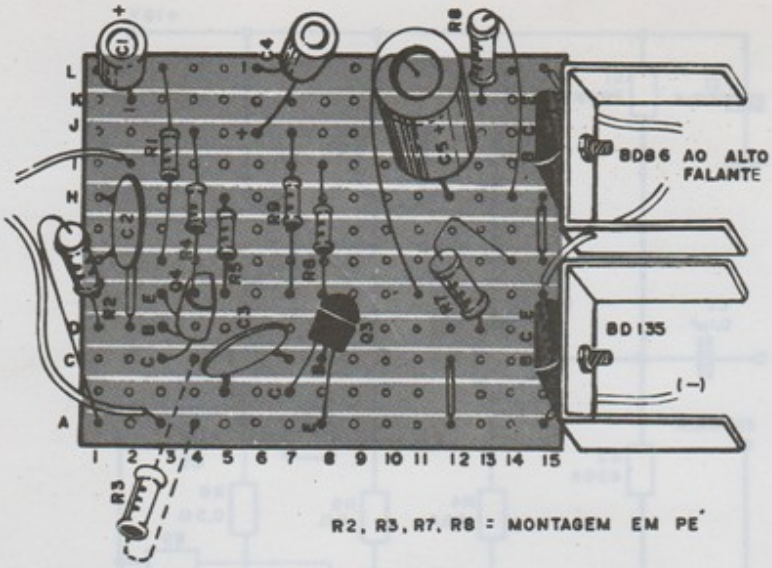



figura 3 B

LISTA DE MATERIAL

Q1 – BD 135 ou equivalente (BD 137, BD 139, etc)

Q2 – BD 136 ou equivalente (BD138, etc)

Q3 – BC 307 ou equivalente (BC 557, BC 308, BC 558, BC 309, etc)

Q4 – BC 237 ou equivalente (BC547, BC238, BC548, BC239, etc)

D1 – BA315 ou equivalente (IN4001, etc)

C1 – 100 µF x 25 V – capacitor eletrolítico

C2 – 0,1 µF – capacitor de cerâmica

C3 – 10 pF – capacitor

C4 – 50 µF x 12 V – capacitor eletrolítico

C5 – 470 ou 500 µF x 16 V – capacitor eletrolítico

R1 – 680k ohms x 1/8 W – azul, cinza, amarelo (resistor)

R2 – 820k ohms x 1/8 W – cinza, vermelho, amarelo (resistor)

R3 – 10k ohms x 1/8 W – marrom, preto, laranja (resistor)

R4 – 180ohms x 1/8 W – marrom, cinza, marrom (resistor)

R5 – 3,9k ohms x 1/8 W – laranja, branco, vermelho (resistor)

R6 – 18 ohms x 1/8 W – marrom, cinza, preto (resistor)

R7,R8 – 0,5ohms x1W– resistor de carvão ou de fio

R9 – 470 ohms x 1/8 W – amarelo, violeta, marrom (resistor)

Diversos: alto-falante pesado de 8 ohms para mais de 5 W; fios, solda, placa de circuito impresso universal, fio blindado para a entrada, etc.

Fonte de Alimentação

T1 – Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V x 500 mA

D1, D2 – IN4001 ou equivalente (IN4004, BY127, ou qualquer diodo para 500 mA ou mais

C – 2 200 µF x 25V – capacitor eletrolítico

Diversos: cabo de alimentação, caixa para alojar o amplificador, fios, solda, etc.

# CONTROLE DE TONALIDADE

*A segunda montagem que descrevemos utilizando a placa-brinde é de um controle de tonalidade (graves agudos e volume) que pode ser adaptado a qualquer amplificador, como por exemplo o micro-amplificador (revista 64), o amplificador de 5 W que demos na montagem anterior ou qualquer outro, segundo à vontade do leitor.*

O circuito que damos é de um controle passivo de tonalidade que pode ser ligado à entrada de qualquer amplificador que não possua este tipo de circuito incorporado. Os três potenciômetros deste controle de tonalidade permite ajustar separadamente o volume do amplificador os graves e os agudos.

As características de entrada e de saída deste circuito são tais que permitem sua utilização praticamente em qualquer amplificador, e na sua entrada podem ser ligadas praticamente quaisquer fontes de sinais de alta-impedância tais como fonocaptores, etc.

O circuito completo é dado na figura 1 e a disposição na nossa placa universal é dada na figura 2. Como só são usados componentes passivos de fácil obtenção em nosso mercado nenhuma informação adicional sobre a montagem se faz necessária

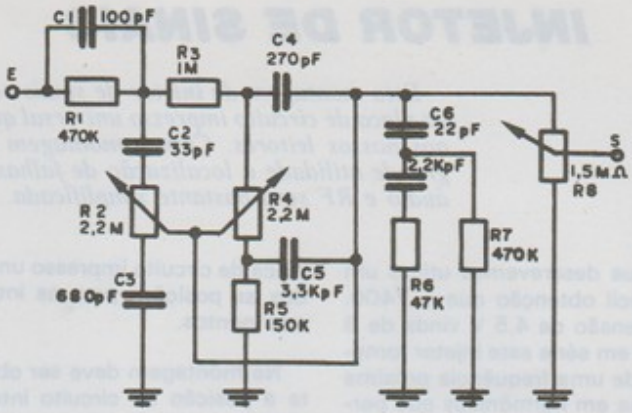



figura 1

devendo apenas ser alertado o montador que na ligação ao amplificador tanto os cabos de entrada de sinal como de saída devem ser blindados para ser evitada a captação de zumbidos.

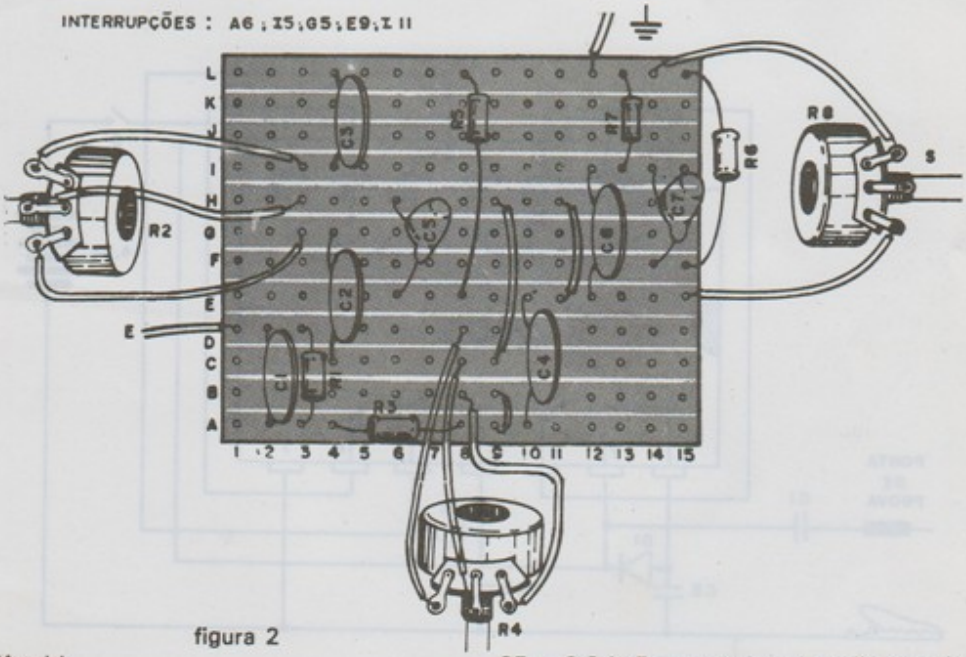



figura 2

Lista de Material

R1 — 470k ohms x 1/8 W — resistor (amarelo, violeta, amarelo)
R2 — 2,2 M ohms — potenciômetro logarítmico
R3 — 1 M ohms x 1/8 W — resistor (marrom, preto, verde)
R4 — 2,2 M ohms — potenciômetro logarítmico
R5 — 150k ohms x 1/8 W — resistor (marrom, verde, amarelo)
R6 — 47k ohms x 1/8 W — resistor (amarelo, violeta, laranja)
R7 — 470k ohms x 1/8 W — resistor (amarelo, violeta, amarelo)
R8 — 1,5 M ohms — potenciômetro logarítmico
C1 — 100 pF — capacitor de cerâmica ou equivalente
C2 — 33 pF — capacitor de cerâmica ou mica
C3 — 680 pF — capacitor de cerâmica ou equivalente
C4 — 270 pF — capacitor de cerâmica
C5 — 3,3 kpF — capacitor de poliéster metalizado
C6 — 22 pF — capacitor de cerâmica
C7 — 2,2 kpF — capacitor de poliéster metalizado
Diversos: fios blindados, knobs para os potenciômetros, placa de circuito impresso, etc.

A ligação ao amplificador deve ser da seguinte maneira: a saída do controle de tonalidade deve ser ligada à entrada do amplificador, sendo a ligação à terra no chassi do próprio amplificador com fio blindado (a malha externa do fio blindado é ligada ao chassi do amplificador).

A entrada do controle de tom passa a ser ligada à nova entrada do aparelho, ou seja, ao cristal, fonocaptor cerâmico, ou qualquer outra fonte de sinal.

Se for observada a introdução de zumbidos no circuito uma verificação nos cabos blindados deve ser feita, devendo também ser melhorada a conexão do circuito à terra (chassi do amplificador).

Se o amplificador já possuir controle de volume o potenciômetro R8 pode ser eliminado.

# INJETOR DE SINAIS

*Esta montagem de injetor de sinais se baseia na utilização da placa de circuito impresso universal que enviamos de brinde aos nossos leitores. Com a montagem deste instrumento de grande utilidade a localização de falhas em equipamentos de áudio e RF será bastante simplificada.*

O injetor de sinais que descrevemos utiliza um circuito integrado de fácil obtenção que o 7400. Alimentado com uma tensão de 4,5 V vinda de 3 pilhas pequenas ligadas em série este injetor fornece um sinal retangular de uma frequência próxima aos 1kHz mas riquíssima em harmônicos que permitem sua utilização mesmo na prova de circuitos de RF.

Na figura 1 temos o diagrama completo do injetor e na figura 2 a colocação dos componentes na placa de circuito impresso universal sendo observadas as posições para as interrupções em apenas três pontos.

Na montagem deve ser observada rigorosamente a posição do circuito integrado em função da marca em seu invólucro e também a posição dos diodos semicondutores que são identificados pelo seu cátodo o qual corresponde ao anel pintado no seu corpo.

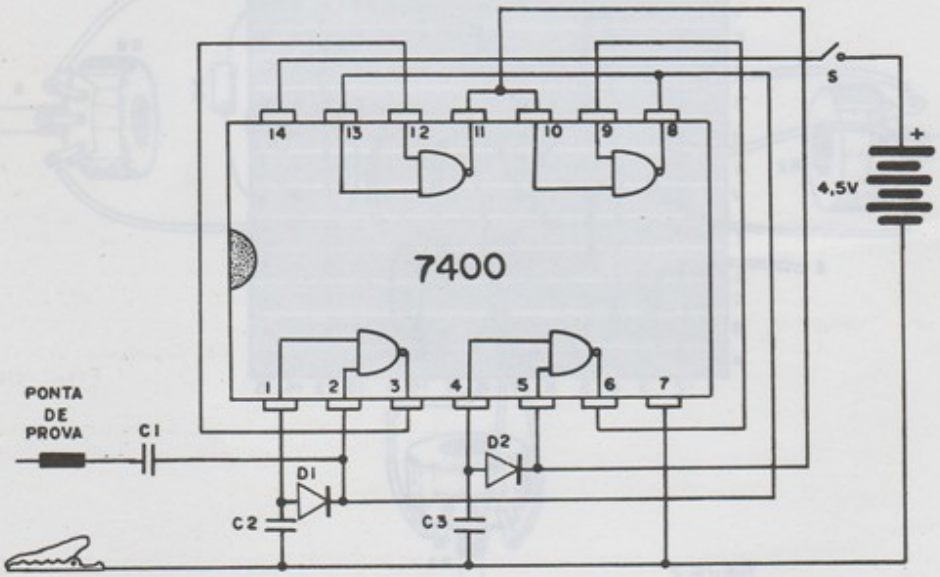



figura 1

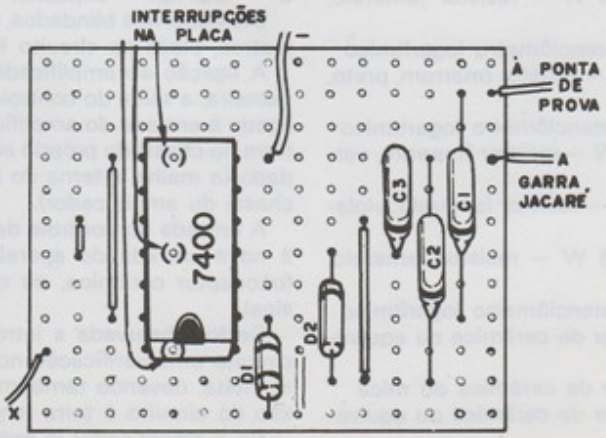



figura 2

A prova do aparelho pode ser feita utilizando-se um radinho comum.

Depois de conferir a montagem, coloque as pilhas no suporte (se você usar suporte, pois as pilhas podem ser soldadas diretamente aos fios de interligação) e conecte a garra jacaré à massa de um radinho, ligado fora de estação. Em seguida encoste a ponta de prova do injetor na antena do rádio ou então na base de qualquer um dos transistores de seu circuito. Deve haver a reprodução de um som constante puro produzido pelo injetor.

Para melhor aparência o injetor pode ser instalado numa caixa plástica ou num tubo do tipo usado para guardar remédios.

O interruptor para ligar e desligar a unidade deve ser do tipo miniatura podendo em seu lugar ser usado um jaque comum com o pino curto-circuitado.

Com o consumo do injetor é muito baixo as pilhas terão uma duração bastante grande.

LISTA DE MATERIAL

CI - Circuito integrado do tipo 7400
D1, D2 - qualquer diodo para uso geral (1N34, 1N60, etc)
C1 - 10 kpF - capacitor de poliester metalizado ou cerâmica
C2, C3 - 100 kpF - capacitor de poliester metalizado ou cerâmica

Diversos: suporte para pilhas (optativo); placa de circuito impresso universal, ponta de prova, interruptor, caixa para alojar o aparelho, garra jacaré.

# ALARME (LUZ OU UMIDADE)

*A placa de circuito impresso universal que enviamos de brinde para nossos leitores também permite a montagem deste interessante circuito de alarme de luz que também pode funcionar como detector de umidade bastando trocar para esta finalidade o transdutor usado.*

Como alarme de luz este circuito dispara ao incidir luz sobre um elemento sensível, no caso um LDR, e como alarme de umidade pode servir para acusar o início de chuva ou vazamentos.

O sinal do alarme é sonoro e com a alimentação de 6 V recomendada para o projeto, seu volume é suficiente para alertar qualquer pessoa mesmo a uma boa distância.

O transformador usado nesta montagem é do tipo empregado na saída de receptores de rádio transistores possuindo uma tomada central em seu enrolamento primário. Praticamente qualquer transformador de saída serve. O diagrama completo do aparelho é dado na figura 1 enquanto que a disposição na placa de circuito impresso universal é dada na figura 2. Observe os pontos de interrupção da placa que devem ser rigorosamente observados.

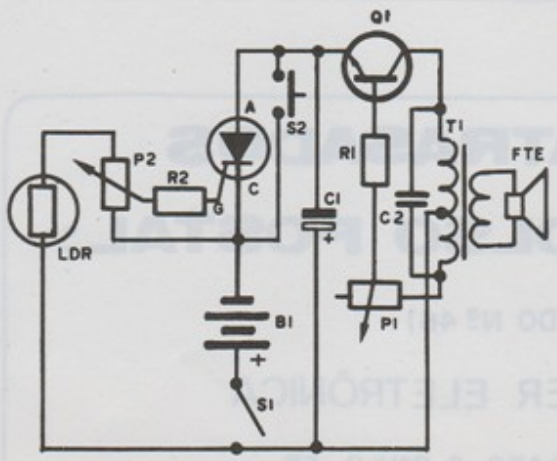



figura 1

Para o caso do detector ou alarme de luz, o elemento sensor consiste num LDR comum, enquanto que para o caso do detector de umidade o sensor consiste em duas telas separadas por um pedaço de tecido poroso fino ou papel. Essas telas podem ser de arame fino.

O potenciômetro P2 neste circuito atua como controle de sensibilidade.

LISTA DE MATERIAL:

Q1 - BC547, ou qualquer equivalente
SCR - C106, MCR106 ou qualquer equivalente para 50 V
T1 - Transformador de saída para transistores (ver texto)
C1 - 22 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
C2 - 0,022 µF - capacitor de disco de cerâmica
R1 - 1k ohms x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
R2 - 2,2 k ohms x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
S1 - Interruptor simples
S2 - interruptor de pressão (tipo botão de campainha)
P1 - potenciômetro de 47 k ohms (ajuste de frequência do alarme)
P2 - potenciômetro de 100 k ohms (ajuste de sensibilidade)
FTE - alto-falante de 8 ohms de impedância

Diversos: suporte para 4 pilhas, fio rígido, fio flexível, ferramenta para trabalhar na placa universal, etc.

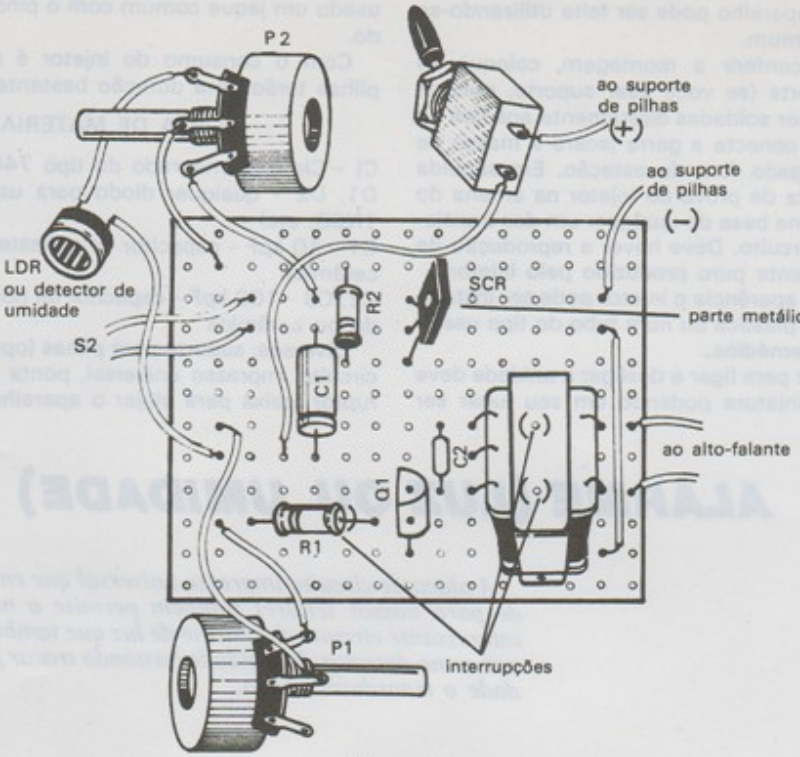



figura 2

Comece a montagem pela interrupção das tiras da placa conforme mostra a figura 2, observando cuidadosdamente sua posição.

Em seguida, coloque os componentes em posição e solde seus terminais pelo lado cobreado da placa. A soldagem deve ser feita rapidamente para que o calor desenvolvido no processo não afete os componentes.

O LDR deve ser ligado ao circuito por meio de um fio cujo comprimento não deve ser superior a 10 metros. Com relação ao alarme o fio de ligação ao alto-falante pode também ser extendido a uma distância de até 10 metros. O sensor de umidade consiste em duas telas de arame separadas por uma folha de papel, sendo cada um dos fios deligação ao circuito soldado em uma das telas.

Terminada a montagem, confira todas as ligações e se tudo estiver em ordem, coloque as pilhas no suporte. Se o circuito disparar cubra o LDR com a mão e rearme o circuito apartando S2. Em seguida ajuste o potenciômetro P2 de acordo com a sensibilidade desejada. Quando o LDR for iluminado o circuito deve disparar emitindo o som característico.

Para o caso do circuito operar em local de luz ambiente intensa, é conveniente instalar o LDR num tubo de material opaco com a finalidade de direcionar a captação da luz que deve dispará-lo.


**NÚMEROS ATRASADOS**

**PELO REEMBOLSO POSTAL:**

(A PARTIR DO Nº 46)

À REVISTA SABER ELETRÔNICA

CAIXA POSTAL Nº 50450-S.PAULO-SP




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

# malboard®

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

Furação padronizada adequada á:

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

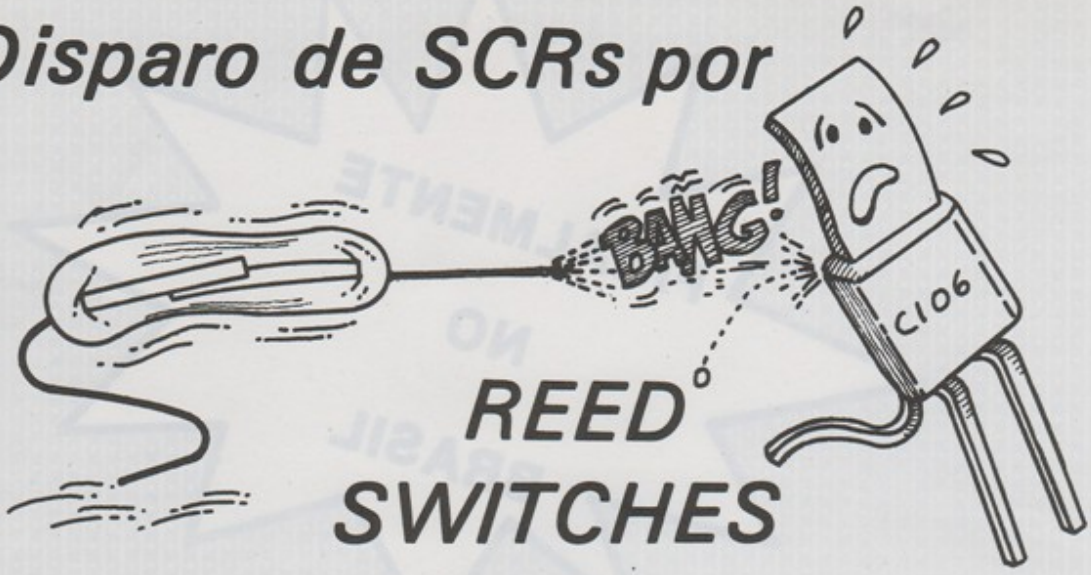
**Em todas as lojas de material eletrônico do Brasil**

**MAIS UM PRODUTO**

**MALITRON INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

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

# Disparo de SCRs por REED SWITCHES




*Os reed switches são interruptores disparados por campos magnéticos de extrema versatilidade e que permitem diversos projetos de equipamentos eletrônicos tais como alarme, servos, controles remotos, etc. Neste artigo abordamos os aspectos básicos que envolvem o disparo de SCRs e consequente controle de cargas de potência elevada por meio desses dispositivos.*

Os reed-switches já são conhecidos de muitos de nossos leitores. Constam esses dispositivos de duas lâminas de metal separadas por uma certa distância e encerradas num bulbo de vidro em que existe um gás inerte. A existência do gás inerte é justificada considerando-se que em sua presença as faíscas que ocorrem com a abertura e fechamento de contactos elétricos não causa oxidação. Quando um campo magnético é estabelecido nas proximidades de um reed switch sua ação sobre as lâminas faz com que estas verguem, encostando uma na outra e fechando cnsequentemente o circuito elétrico (figura 1).

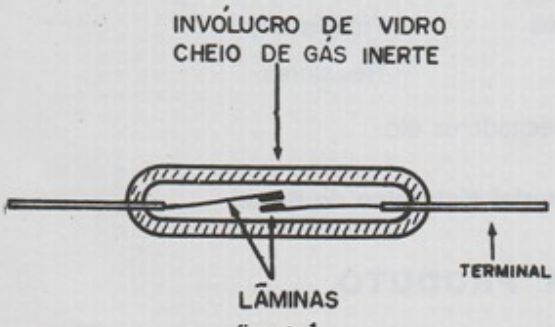



figura 1

O campo magnético capaz de acionar um reed switch pode ter diversas origens. Pode vir de um pequeno imã do tipo semelhante ao usado em motores elétricos acionados por pilhas, ou usados em alto-falantes (o leitor pode conseguir facilmente um imã para esta finalidade, retirando-o de um velho alto-falante), ou ainda pode ser produzido por uma bobina colocada de tal modo que o reed switch seja encaixado em seu interior (onde o campo gerado é mais forte), conforme sugere a figura 2.

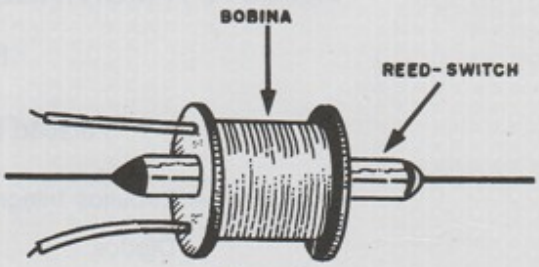



figura 2

Com cerca de 400 a 500 voltas de fio esmaltado fino (34 ou 36 AWG) pode-se fazer um reed switch fechar seus contactos com correntes da ordem de alguns miliampéres o que pode ser obtido de circuitos transistorizados ou mesmo de circuitos itegrados. Isso significa que a partir de pequenas potências podem ser controladas grandes potências.

Entretanto, os reed switches apresentam algumas limitações nas aplicações práticas: acionados por circuitos de pequena potência ou imãs em sistemas de alarmes, estes não podem controlar cargas de consumo muito elevado pois normalmente, os modelos comuns de reed switches são projetados para operar com correntes da ordem de algumas centenas de miliampéres, no máximo 1 ampére.

O problema de controle de cargas de potências elevadas, que exijam para sua operação correntes algo elevadas pode ser solucionado pela utilização adicional de um dispositivo de disparo. No caso podemos optar tanto pelo SCR como pelo TRIAC.

Conforme o leitor já deve saber das muitas aplicações que temos dado a este dispositivo, o SCR é um interruptor que pode ser disparado por uma pequena corrente podendo acionar cargas de potências tão elevadas quanto suas características elétricas permitam. Na figura 3 temos um SCR e seu circuito de disparo tipico.

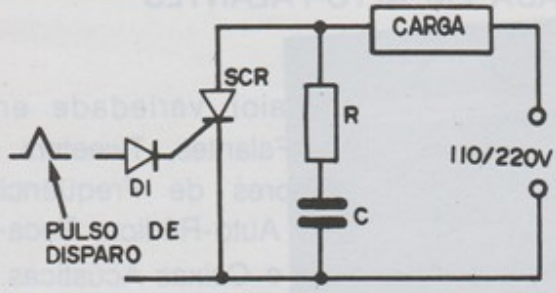



figura 3

Podemos fazer um interruptor de potência capaz de acionar cargas de até 400 W na rede de 110 V e de até 800W na rede de 220 V, com controle de meia onda, usando um reed switche de apenas 500 mA, tomando como base um SCR do tipo C106. O circuito para esta finalidade é mostrado na figura 4.

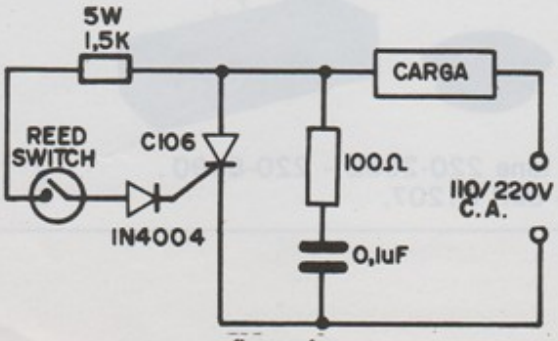



figura 4

O acionamento do reed switch é consequentemente da carga pode ser feito de diversas maneiras: pode ser usado um simples imã permanente (do tipo de alto-falante) que ao ser aproximado do reed switch provocará o disparo do circuito. Colocado o reed switch em posição conveniente, e prendendo-se um imã a uma porta ou janela, a abertura desses pode fazer disparar um alarme num sistema bastante eficiente.

Disparado pelo campo criado por uma bobina (400 ou 500 espiras de fio esmaltado 36 ou 38) pode ser ligado a diversos tipos de sensores.

Ligada a um transistor e a um LDR conforme o circuito da figura 5 teremos um sistema de alarme foto-elétrico em que a interrupção do feixe de luz incidente no LDR provocará o acionamento do circuito.

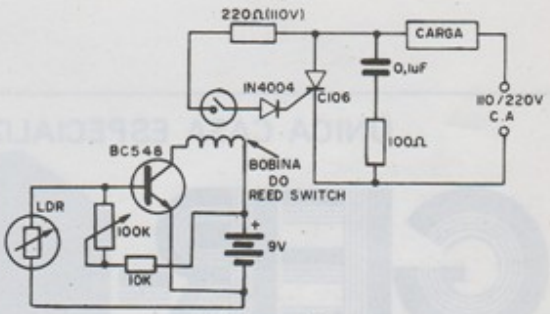



figura 5

Como aplicação industrial damos como sugestão a possibilidade de se controlar à distância um circuito de alta potência que opere com tensão elevada, à distância por meio de um circuito de baixa tensão.

Por meio de um interruptor comum que opera com uma tensão de apenas 1,5 V de uma pilha, conforme sugere a figura 6 podemos controlar uma carga de alta potência.

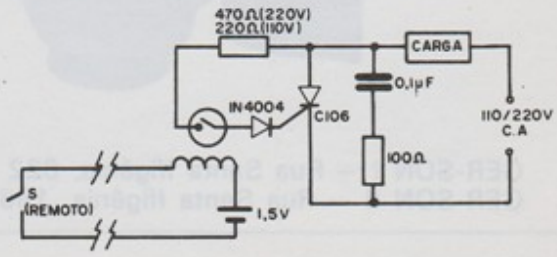



figura 6

As mesmas sugestões são válidas para o caso dos triacs. Esses dispositivos tem o

mesmo comportamento elétrico dos SCRs com a diferença que podem ser disparados para conduzir a corrente em ambos os sentidos com o que se tem um controle mais completo das cargas a ele ligadas.

Na figura 7 damos um circuito de aplicação para um reed switch disparando um triac, com um circuito adicional que permite sua utilização com cargas indutivas. O reed switch empregado nesta aplicação deve estar apto a suportar uma corrente de pelo menos 500 mA na rede de 110V.

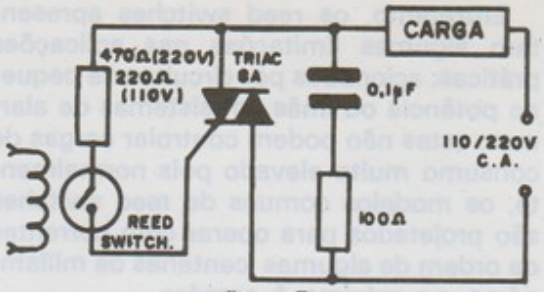



figura 7

Para a rede de 220V o resistor em série com a comporta do triac deve ter seu valor dobrado.


ÚNICA CASA ESPECIALIZADA EM ALTO-FALANTES

GER-SOM



A maior variedade em Alto-Falantes, Tweeters e Divisores de Freqüência para Auto-Rádios, Toca-Fitas e Caixas Acústicas.

Atendemos pelo Reembolso Postal e Reembolso Varig.

GER-SON I — Rua Santa Ifigênia, 622 - fone 220-2562 - 220-8490.
GER-SON II — Rua Santa Ifigênia, 186 - CEP 01207.

SABER




# FONTES DE ALIMENTAÇÃO SEM TRANSFORMADOR

(conclusão)

AÉCIO FLAVIO BARALDI SIQUEIRA

Nos artigos anteriores em que tratamos de fontes sem transformador, descrevemos projetos que não tinham nenhuma proteção aparente dos diodos zener, a não ser aquela uma falsa proteção, a de usar alguns diodos em paralelo (geralmente dois), para se garantir uma dissipação de potência com ampla margem de segurança.

Outro fato importante é o de até aqui, todas as fontes descritas não serem capazes de fornecer grandes correntes à carga. Esta dificuldade é justamente devida à dissipação de calor nos zeners. Embora já existam diodos zener que dissipem uma potência máxima da ordem de 100W, a verdade é que, para valores superiores aos 400 mW, o comércio especializado não é capaz de fornecê-los em uma ampla gama de valores, a não ser sob encomendas especiais.

### FASTs A LIMITADOR-REDUTOR RC COM PROTEÇÃO DO DIODO ZENER:-

Até agora, descrevemos fontes que não tinham nenhuma proteção aparente aos diodos zeners, a não ser aquelas, uma falsa proteção, a de usar alguns diodos em paralelo (geralmente dois), par se garantir uma dissipação de potência com ampla margem de segurança.

Outro fato importante é o de até aqui, todas as fontes descritas não serem capazes de fornecer grandes correntes à carga. Esta dificuldade é justamente devida à dissipação de calor nos zeners. Embora já existam diodos zeners que dissipem uma potência máxima da ordem de 100 W, a verdade é que, para valores superiores aos 400 mW, o comércio especializado não é capaz de fornecê-los em uma ampla gama de valores, a não ser sob encomenda especiais.

Devido a esta dificuldade, bolamos um circuito capaz de proteger o diodo zener contra sobrecarga de corrente sem dispender de grande quantidade de componentes para isto, e o que é mais importante, projetar fontes capazes de fornecer uma corrente relativamente alta para a carga.

O circuito básico do protetor é o da figura 1. Vi é a tensão de entrada, ou seja, aquela proveniente dos retificadores. A proteção do zener é feita por um transistor PNP. Quando a carga for desligada do circuito ou subir a um valor ohmico grande (impedância alta), de tal maneira que a corrente através dela passe a ter um valor bastante pequeno, a tendência natural da corrente seria atravessar o zener, caso não houvesse o circuito protetor. Com a inclusão deste circuito, a situação se altera. A medida que IL vai diminuindo, Iz aumenta gradati-

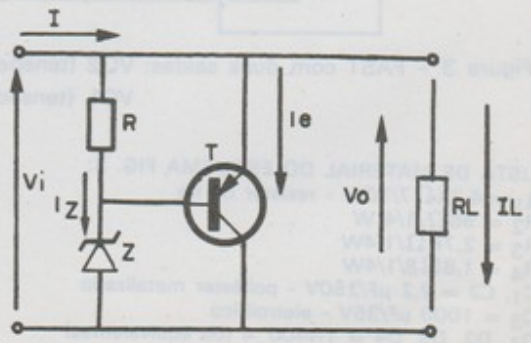



Figura 1 - Circuito básico do protetor do zener

vamente, o que faz aumentar também a queda de tensão em R. Quando a tensão VBE ou VR atinge um valor negativo adequado, o transistor passa a conduzir fortemente, I se divide em Iz (man) e Ie, e, quanto menor IL, maior será Ie.

Percebam que agora, Vo (tensão de saída) não é mais igual a Vz. Existe uma pequena queda de tensão em R que faz com que Vo suba de valor.

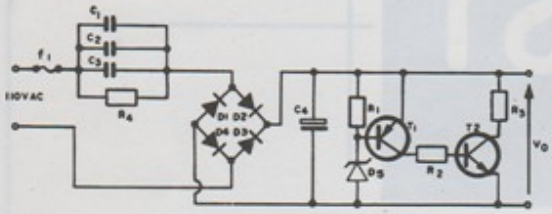



Figura 2 - Esquema prático de uma FAST utilizando o circuito de proteção do zener (a tensão de saída depende dos valores dos componentes - vide tabela 2)

O esquema prático da figura 2 é uma versão utilizando o circuito protetor (T1, T2, R1, R2 e R3). Como esta FAST pode fornecer uma corrente de até 0,3 A a carga com ótima regulação, resolvemos projetá-la de tal maneira que, mudando-se alguns componentes, pudessemos ter três tensões de saída diferentes: 5, 9 e 15 V. A saída de 5V foi escolhida por ser compativel com a tensão de alimentação dos circuitos digitais utilizando TTL, MOS, C-MOS, etc. As saídas de 9 e 15 V, porque a maioria dos aparelhos de entretenimento de baixo e médio consumo estão nestas faixas de alimentação.

Como já dissemos atrás, a tensão de saída não é aquela estabelecida pelo diodo zener. Há de se considerar uma pequena queda de tensão na resistência R1, que dependendo da corente de carga varia de 0,2 a 1 V. Por isso a tensão de saída tem uma tolerância de 10%. Mesmo porque a tensão Vz do zener varia em função da corrente que o atravessa. É bom frisar então, que se por exemplo, com o diodo de 4V3 o potencial de saída ultrapassar os 5 V previstos, o experimentador deverá utilizar o valor mais próximo abaixo.

A tabela 1 dá os valores dos componentes a serem utilizados em função das tensões de saída.

O esquema da figura 3, é bastante versátil. Pode fazer parte de qualquer laboratório ou bancada técnica. Possui duas saídas: Vo1 e Vo 2. Vo1, é saída

LISTA DE MATERIAL DA FIGURA 2:

$R_A$ = 8,2KΩ/5W - resistor de fio
$C_1$, $C_2$, $C_3$ = 2,2 µF/250V - poliester metalizado
$C_4$ = 1000 µF/25V - eletrolítico
$D_1$, $D_2$, $D_3$ e $D_4$ = 1N4004 (ou equivalentes)
$T_1$ = BC328 (ou equivalente)
*$T_2$ = BD139, EM6122, EN6123, ou equivalentes
f1 = Fusível de 0,5A
Demais componentes, vide tabela 1

Tabela 1 : valores dos componentes do esquema da figura 2, em furnção da tensão de saida Vo.

| Vo | Z (D5) | R1 (1/4W) | R2 (1/2W) | R3 (5W-Fio) |
|---|---|---|---|---|
| 5V | 4V3 (400mW) | 15Ω | 82Ω | 15Ω |
| 9V | 8V2 (400mW) | 27Ω | 220Ω | 22Ω |
| 15V | 14V (1W) | 27Ω | 680Ω | 27Ω |

* T2 precisa usar pequena aleta para refrigeração

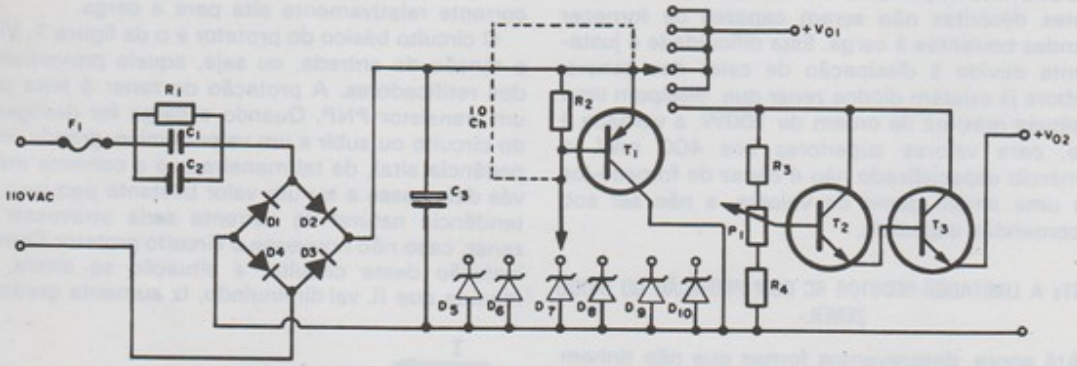



Figura 3 - FAST com duas saídas: VO2 (tensões fixas de 5, 10, 15, 20 e 25v)
VO1 (tensão de 0-15V controlada por P1)

LISTA DE MATERIAL DO ESQUEMA FIG. 3:
$R_1$ = 4,7KΩ7/10W - resistor de fio
$R_2$ = 56Ω/1/4 W
$R_3$ = 2,7KΩ/1/4W
$R_4$ = 1,8Ω8/1/4W
$C_1$, C2 = 2,2 µF/250V - poliéster metalizado
$C_3$ = 1000 µF/35V - eletrolítico
$D_1$, D2, D3, D4 = 1N400 4 (ou equivalentes)
$D_5$ = 4V3 (400 mW - zener)
$D_6$ = 9V1 (400mW - zener)
$D_7$ = 14V (400 mW - zener)
$D_8$ = 19V (400 mW - zener)
$D_9$ = 24V (400 mW - zener)
$D_{10}$ = 16V (400 mW - zener)
$T_1$ = EM6124, EM9436 (ou equivalentes)
$T_2$ = BC237 (BC107)
$T_3$ = BD 139, EM6122 (ou equivalentes)
$P_1$ = potenciômetro linear de 47 KΩ
ch = chave rotativa 6 posições x 2 pólos
f1 = fusível para 0,4A.

fixa de 5, 10, 15, 20 e 25 V quando ch estiver respectivamente nas posições 1, 2, 3, 4, e 5, podendo fornecer até 250 mA à carga. Quando ch estiver na posição 6, liga um circuito capaz de fornecer à saída Vo2, uma tensão contínua de 0 a 15 V, controlada por P1. Os transistores T1 e T2 estão na configuração darlington, para um elevado ganho de corrente contínua, pois quando o cursor de P1 estiver na posição de máxima resistência (saída baixa), a corrente de base de T1 é muito pequena. Adotou-se, portanto, esta configuração para se manter uma boa regulação da tensão de saída em toda faixa.

**FASTS COM LIMITADORES RC E ABAIXADORES A TRANSISTOR:-**

O leitor percebeu, que até o momento, todas as FASTs descritas, consomem energia mesmo não tendo carga ligada aos terminais de saída. As FASTs que descreveremos agora suprem este defeito, com a incorporação de um elemento semi-condutor ao circuito. Os modernos transistores de alta tensão. Estes transistores tiveram sua tecnologia desenvolvida, principalmente para serem usados nos circuitos de alta tensão de televisores B&P e a Cores (saída de vídeo, saída horizontal, etc.).

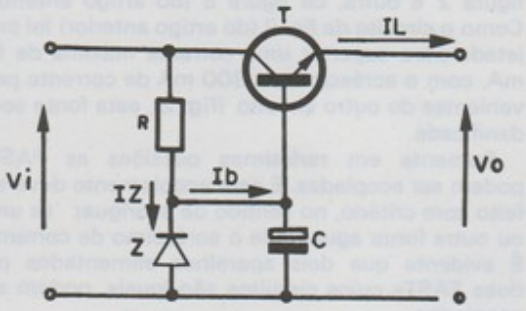



Figura 4 -Esquema básico de um redutor utilizando transistor alta tensão.

O funcionamento básico de tais circuitos pode ser entendido, acompanhando-se o esquema da figura 4. Vi é a tensão retirada dos retificadores. Vo é a tensão de saída que também nestes circuitos não é igual a Vz (apesar da fixação do potencial ser feita pelo diodo). Há de se considerar a queda de tensão Vbe no transistor, que geralmente fica compreendida entre 0,5 a 0,8 V. O circuito em si, muito simples, nada mais é do que os conhecidos reguladores de tensão série. A resistência R possui um alto valor o que reduz a corrente no zener. O transistor T deve possuir um alto VCEo (da ordem de 300 V, no mínimo) o que dá uma larga margem de segurança ao circuito. Não tendo carga ligada aos terminais de saída, o transistor não conduz e a única corrente que atravessa o circuito é Iz, que como já dissemos é mínima, Iz (man). Havendo carga ligada, o transistor conduz durante quase todo o ciclo, mesmo quando este atinge um potencial inferior ao estabelecido pelo diodo zener, devido a rede de defasagem RC colocada na entrada da fonte (melhores esclarecimentos a este respeito foram dados no artigo da revista anterior. A única desvantagem deste circuito em relação aos demais apresentados, é a dissipação de potência imposta aos transistores. Lembrem-se que estamos trabalhando com alto Vce e corrente de coletor Ic relativamente grande, pois a principal função do transistor é como élo de ligação entre uma tensão alta e uma baixa, fixada juntamente com o zener a determinado potencial. Isto tudo implica em grandes dificuldades em se projetar FASTs para altos valores de corrente de carga.

Na versão prática, apresentaremos dois circuitos de grande interesse. O primeiro deles, o da figura 5, pode fornecer nos terminais de saída, uma tensão contínua de 0 até 100 V,porém a corrente de carga é limitadíssima, da ordem de 12 mA. Percebam que a impedância da rede RC colocada na entrada da fonte é baixa e a limitação de corrente é feita pelo próprio β do transistor. Daí a dificuldade de se

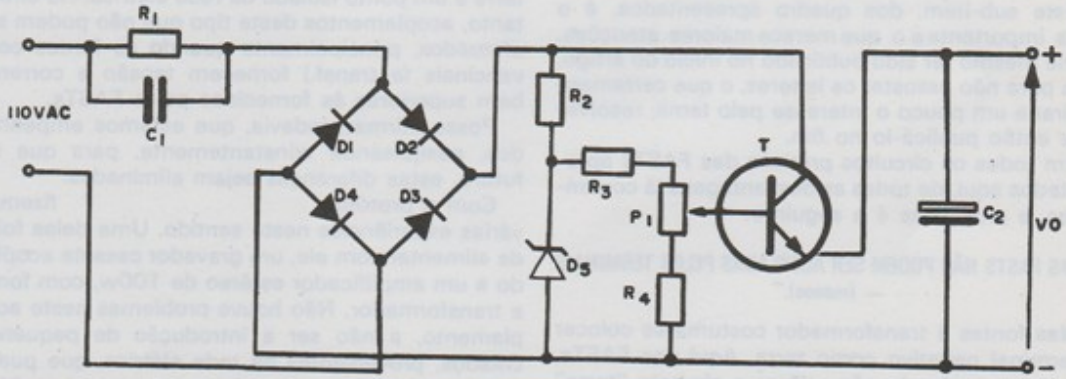



Figura 5 - FAST utilizando transistor alta tensãc: saída e 0-100V (0,012A)

conseguir corrente de carga superior. Na colocação de vários destes transistores (dos mesmos tipos) em paralelo permite-se elevar a corrente que é fornecida à carga. A variação de tensão é feita pelo potenciômetro P1.

LISTA DE MATERIAL (FIGURA 5)
R1 = 47Ω/1W
R2 = 6,8KΩ/1W
R3 = 47KΩ/1/4W
R4 = 47KΩ/1/4W
C1 = 0,68Ω F/250V - poliéster metalizado.
C2 = 100 Ω F/150V - eletrolítico
D1, D2, D3, D4 = 1N4004, BY127 ou equivalente
D5 = Zener para 110V/1W
P1 = Potenciômetro de 470 KΩ/linear.
T = TIP49, TIP50, MJE 340

O esquema da figura 6 permite maior corrente de carga (da ordem de 0,25 A), porém a excursão da tensão de saída é inferior (de 0 a 30 V), feita pelo potenciômetro P1.

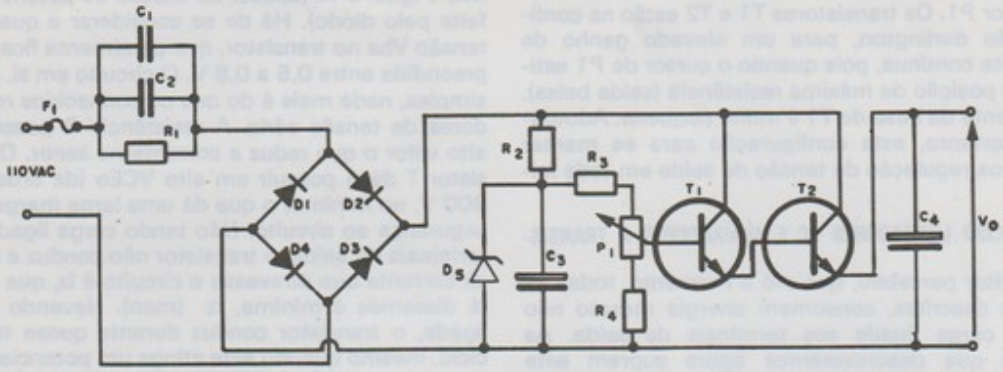



Figura 6 - FAST utilizando transistores de alta tensão como redutores (saída: 0-30V) 0,25A

LISTA DE MATERIAL (FIGURA 6)
$R_1$ = 8,2KΩ/5W - resistor de fio
$R_2$ = 12 kΩ/1W
$R_3$ = 2,2 kΩ/1/4W
$R_4$ = 1KΩ/1/4W
$C_1$, $C_2$ = 2,2 µF/250V - capacitores poliéster metalizado
$C_3$ = 10 µF/35V - eletrolítico
$C_4$ = 500 µF/35 - eletrolítico
$T_1$ = BF459, TIP 49 TIP 50 MJ340, (EM7055) ou valentes
$T_2$ = BV208, 25D200A ou equivalentes
$D_1$, $D_2$, $D_3$, $D_4$ = 1N4004 ou BY 127 ou equivalentes
D5 = Zener de 33 V - 400 mW
F1 = Fusível para 0,3A
P1 = Potenciômetro de 22KΩ/linear.

LIMITAÇÕES NO USO DAS FASTs:-

Este sub-item, dos quadro apresentados, é o mais importante e o que merece maiores atenções. Devia mesmo ter sido publicado no início do artigo, mas para não assustar os leitores, o que certamente tiraria um pouco o interesse pelo tema, resolvemos então publicá-lo no fim.

Em todos os circuitos práticos das FASTs apresentados aqui, de todas as desvantagens já comentadas, a pior delas é a seguinte:

"DUAS FASTS NÃO PODEM SER ACOPLADAS PELOS TERMINAIS — (menos)."

Nas fontes a transformador costuma-se colocar o terminal negativo como terra. Aqui nas FASTs, fizemos questão de não utilizar o símbolo "terra" no terminal negativo, em todos os esquemas, justamente pelo motivo delas não poderem ser "acopladas". Explicando melhor, com um exemplo prático, vocês entenderão melhor.

Suponha que a FAST da figura 8 do artigo anterior esteja alimentando um pequeno sintonizador de rádio-frequências e se deseja acoplar a ele um amplificador de áudio alimentado pela fonte da figura 2. Este acoplamento jamais poderá ser feito.

Acho que cumprimos o nosso papel. Os esquemas práticos apresentados foram até demais.

Explicando tecnicamente o que ocorre, é o seguinte:

Quando se unem os dois terminais "menos" das duas fontes, passa a circular pelos circuitos acoplados duas correntes. Uma proveniente da fonte da figura 2 e outra, da figura 8 (do artigo anterior). Como o circuito da fig. 8 (do artigo anterior) foi projetado para suportar uma corrente máxima de 50 mA, com o acréscimo de 300 mA de corrente provenientes do outro circuito (fig. 2), esta fonte seria danificada.

Somente em raríssimas ocasiões as FASTs podem ser acopladas. E este acoplamento deve ser feito com critério, no sentido de averiguar se uma ou outra fonte aguentaria o acréscimo de corrente. É evidente que dois aparelhos alimentados por duas FASTs cujos circuitos são iguais, podem ser acoplados.

Por outro lado, a maior parte das FASTs pode ser acoplada com fontes a transformador, pois nestas, o terra é um ponto isolado da rede elétrica. Há entretanto, acoplamentos deste tipo que não podem ser efetuados, principalmente quando as fontes convencinais (a transf.) fornecem tensão e corrente bem superiores às fornecidas pelas FASTs.

Posso afirmar, todavia, que estamos empenhados, pesquisando constantemente, para que no futuro, estas diferenças sejam eliminadas.

Com o protótipo fizemos várias experiências neste sentido. Uma delas foi a de alimentar com ele, um gravador cassete acoplado a um amplificador estéreo de 100w, com fonte a transformador. Não houve problemas neste acoplamento, a não ser a introdução de pequenos chiados, provenientes da rede elétrica, que puderam ser eliminados com algumas artimanhas. Mas é sempre desaconselhável um acoplamento deste tipo, pois o terra do gravador e amplificador deixam de ser neutros.

*A grande vantagem das FASTs está na alimentação de aparelhos que não tenham a finalidade específica de acoplamento, e principalmente naqueles onde o transformador ocupa muito espaço ou introduz zumbidos ou chiados por tensões induzidas indesejáveis.*

O autor neste artigo descreve o projeto completo de uma fonte de alimentação que pode ser considerada "para serviço pesado" na bancada, pois é capaz de fornecer tensões de 5 a 70 V numa faixa contínua sob correntes de até 600 mA. Todos os componentes utilizados nesta montagem, dentro do possível são de fácil obtenção no nosso mercado.

As características gerais da fonte são as seguintes:

entrada da rede: valor nominal — 100 a 115 VAC

saídas: saída I: 5 — 70 VDC (com corrente de até 0,6 A — vide gráfico da figura 24) regulação de 8% em 50 VDC de tensão na saída e corrente de carga de 0,4 A.
fator de ondulação de 0,4 VAC (RMS) para a mesma tensão de saída e mesma carga — vide gráfico da figura 25 proteção de curto na saída para correntes de até 1,5 A vide referências no texto a este respeito.

saída II: 0 — 24 VDC (com uma corrente de até 0,03 A) não foi observado "ripple" na saída e para correntes acima de 0,03 A a regulação cai verticalmente até a tensão de saída ser nula, podendo ficar em curto permanente.

Pelas características gerais da fonte, apresentadas acima, pelo custo final da montagem e seu reduzido tamanho em comparação com fontes que possuam transformador, somando tudo isto e comparando com as características de outros circuitos de fontes de alimentação, mesmo as comerciais existentes na praça, o leitor irá notar nítidas vantagens em montar o nosso circuito. Entretanto, fazemos uma ressalva importante:

**Por estarmos trabalhando com alta tensões (lembre-se que aqui não há isolação da tensão da rede) e por algumas dificuldades naturais inerentes ao circuito, aconselhamos que sua montagem seja feita por pessoas com prática, ou que pelo menos tenham conhecimentos básicos de eletrônica.**

Uma outra observação que não pode ser omitida é o fato da saída I (0 —70 VDC) não possuir proteção total contra "curtos" na saída (vide explicação teórica). Quem está acostumado trabalhar com fontes de alimentação em bancada, sabe o que isto realmente significa. Para aqueles que ainda não entenderam, cada vez que se coloca esta saída em curto, vai ser necessário reconstruir uma parte do circuito. No mínimo, dois transistores (os de proteção de saída) irão se estragar.

Entretanto, se o usuário for cuidadoso, isto representará apenas mero detalhe do circuito, e pesando esta vantagem contra todas as outras vantagens, verá que realmente vale a pena montar o circuito.

Era nossa idéia inicial, apresentar neste item, apenas explicações que se atessem mais à parte prática de montagem, mas infelizmente, mesmo contra nossa vontade, teremos que ingressar pelos corredores da explanação teórica. O circuito apresenta alguns conceitos inéditos, ainda não abordados por nós, que poderiam deixar o leitor com dúvidas ou perguntas sem resposta, na simples análise do circuito.

## DESCRIÇÃO DO CIRCUITO:

Subdividimos o circuito geral da FAST , mostrado na figura 7, em duas partes: circuito I, correspondente a saída I e circuito II, da saída II.

O circuito I foi projetado, baseado no conceito de DEFASADORES RC E ABAIXADORES A TRAN-

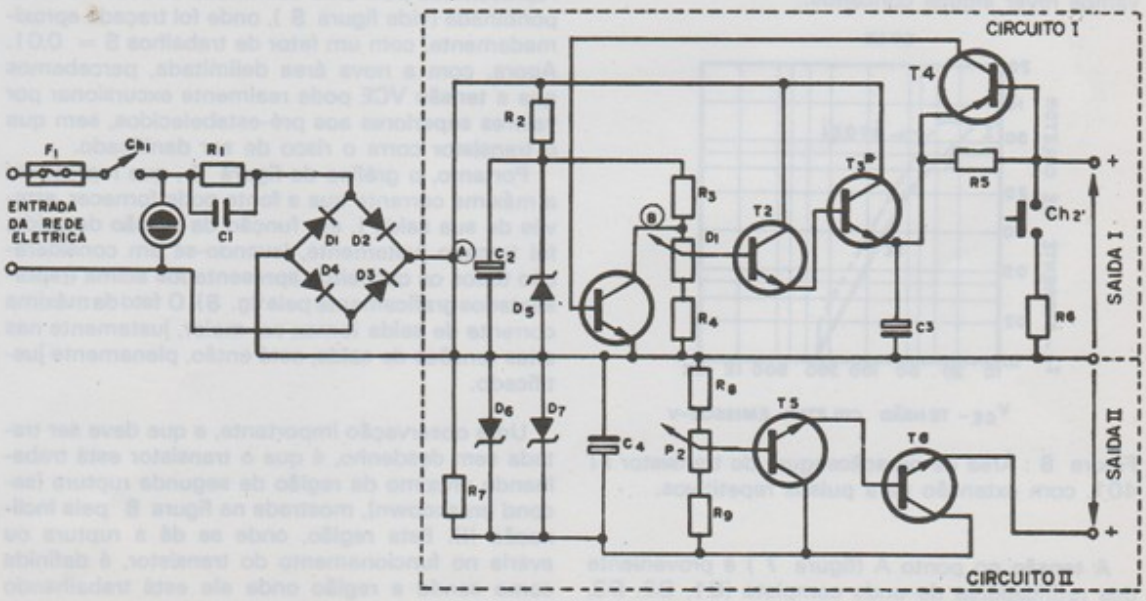



figura 7 : diagrama esquemático do circuito de FAST.
* Transistor montado com dissipador de calor fora da chapa de fiação impressa.

LISTA DE MATERIAL DA FIG. 7

$R_1$ — 10Ω/5w - resistor de fio
$R_2$ - 5,6 k 1w
$R_3$ - 2,2k 1/4w
$R_4$ - 1,8k 1/4w
$R_5$ 0,82Ω/5w - fio(ou dois resistores de 1,8 w em paralelo)
$R_6$ - 12k 1w
$R_7$ - 3,3k 10w - resistor de fio
$R_8$ - 2,2k 1 / 4w
$R_9$ - 1,2 k 1 / 4w
$P_1$ - potenciômetro linear de 22k
$P_2$ - potenciomêtro linear de 47 k
$C_1$ - 1 µF / 250V - poliester metalizado
$C_2$ - 10 µF / 100V(eletrolítico)
$C_3$ - 100µF /15V(eletrolítico) vide texto
$C_4$ - 1000 µF / 35V(eletrolítico)
$D_1$ - $D_2$, $D_3$, $D_4$ 1N4004, By 127
$D_5$ - Zener para 75 V - 1w
$D_6$ - $D_7$ - Zener para 25 V - 1w
$T_1$ - BF 459 $T_2$
$T_3$ - FT401, FT402, FT413, MJ413 (ou equivalentes).
$T_4$ - BD 140
$T_5$ - BC 107 ou BC 237
$T_6$ - BD 139
Ch1 - interruptor simples (tipo off-on)
$Ch_2$ - interruptor de pressão (push-botton)
$F_1$ - fusível para 1A
$N_1$ - neon de painel para 110V (olho de boi)
Dissipador de calor: de pelo menos 50cm² para TO3
○ conjunto de isolação para transistor TO-3
○ porta fusível
bornes de saída (tipo banana)
○ cordão de força
○ parafusos e porcas para fixação das chapas dos ci, painel, dissipador, etc.
○ caixa para montagem (abrigo) do conjunto vide referência no texto.
○ diversos: solda, fios, arruelas de isolação plástica, etc.

SISTORES (vide item IV — C). A cédula de defasagem é formada por R1C1, enquanto $T_2$ e $T_3$ (em configuração darlington) fazem o elo de ligação entre alta tensão e tensão de saída, fixada por Z1 e P1.

Todas as restrições das caracteírstica da saída I da fonte são impostas justamente pelas limitações de tensão e corrente do transistor $T_3$. Apesar de usarmos um moderno transistor de alta tensão e alta potência, já encontrado com alguma facilidade no comércio especializado, não conseguimos fazer "milagres" a ponto de alargar as já citadas limitações da saída I.

O gráfico da figura 8 representa a curva "soar" (Safe Operating Área) do transistor FT401, usado no protótipo. Para entender melhor o que será dito, vamos rever alguns conceitos.

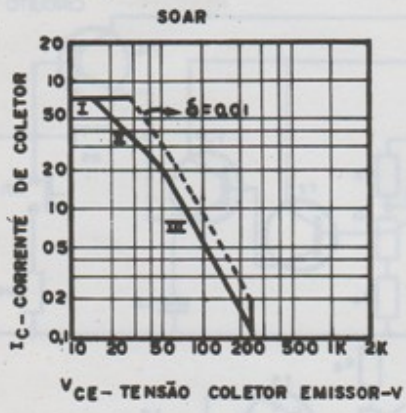



Figura 8 : Área de oeraçãosegura do transistor FT 401, com extensão para pulsos repetitivos.

A tensão no ponto A (figura 7 ) é proveniente dos retificadores de onda completa (D1, D2, D3, D4), portanto, uma tensão pulsante de período T = 1/120 hz = 8,.3 mseg. Esta tensão pulsante possui um valor médio que representa a sua taxa de tensão contínua que é aproximadamente de 100 V, para uma tensão de entrada da rede elétrica de 110 V. Voltando ao gráfico da figura 8 , podemos notar que para VCE = 100 V, a máxima corrente de coletor do transistor, operando dentro da área, é 0,5 A.

Se entretanto considerarmos que a tensão no ponto A, a mesma sobre o transistor, é pulsante e no período de 8,3 ms ela atinge seu valor máximo de aproximadamente 155 V (para 110 VAC de entrada), estaríamos então, de tempo em tempo, excursionando por valores acima dos máximos permitidos para o transistor.

Acontece que, felizmente, há uma certa tolerância para tensões pulsantes entre coletor e emissor dos transistores de potência. Esta tolerância é representada pela área delimitada através da curva pontilhada (vide figura 8 ), onde foi traçada aproximadamente, com um fator de trabalhos S = 0,01. Agora, com a nova área delimitada, percebemos que a tensão VCE pode realmente excursionar por valores superiores aos pré-estabelecidos, sem que o transistor corra o risco de ser danificado.

Portanto, o gráfico da figura 9 , que representa a máxima corrente que a fonte pode fornecer, através de sua saída I, em função da tensão de saída, foi traçado justamente, levando-se em consideração todos os conceitos apresentados acima (representados graficamente pela fig. 8). O fato da máxima corrente de saída Iomax ser maior, justamente nas altas tensões de saída, está então, plenamente justificado.

Uma observação importante, e que deve ser tratada sem desdenho, é que o transistor está trabalhando próximo da região de segunda ruptura (second breakdown), mostrada na figura 8 pela inclinação III. Esta região, onde se dá a ruptura ou avaria no funcionamento do transistor, é definida como sendo a região onde ele está trabalhando com um alto VCE e um grande incremento da temperatura de junção ΔTj. Daí a necessidade de se usar um bom dissipador de calor para o transistor e

a "atenção do usuário" no sentido de nunca ultrapassar a máxima corrente de saída Iomax delineada pelo gráfico da figura 9 .

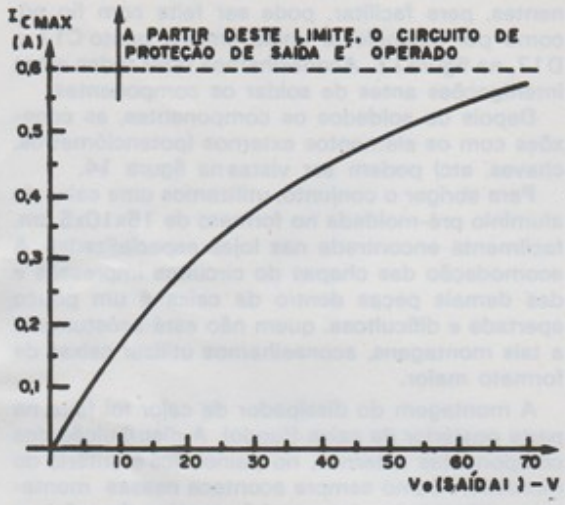



Figura 9 : Gráfico da máxima corrente de saída Icmax em função da tensão de saída Vo.

O circuito de proteção de saída é formado pelos transistores T1, T4 e R5. Quando a corrente de saída ultrapassa o valor de 0,6 A, o transistor T4 passa gradativamente do estado de corte para o de condução, juntamente com T1. A corrente que antes circulava pela base de T2, através do potenciômetro P1, agora flui, em sua maior parte pelo coletor de T1 percebam que mesmo havendo uma grande corrente na base de T1, este transistor não atinge a saturação, devido a alta tensão VCE a que está submetido. Isto implica que no ponto B (figura 7 ) a tensão nunca está a um potencial inferior ao emissor de T2, que por sua vez, não entra em corte, como acontece em outros circuitos de proteção de saída. Se T2 não entra em corte para correntes superiores a 0,6 A, pelo menos a sua corrente de base é tremendamente pequena, e consequentemente, o potencial da tensão de saída cai para níveis pequenos, apesar de não chegar a ser nulo. Daí o fato do curto na saída para correntes de até 1,5 A, não poder ser permanente, pois $T_3$ continua conduzindo.

Para correntes superiores a 1,5A, a tensão VBE ultrapassa valores permitidos para este estado de funcionamento do transistor T4, levando-o a uma ruptura de junção. Nestes tipos de FASTs, onde não existe limitação da corrente que circula através da fonte, é quase impossível se projetar um circuito contra curto "total" na saída, a menos que se utilize para isto, um número muito grande de componentes e peripécias, o que por certo tiraria toda a razão de ser de uma FAST.

A função de ch2, em série com R6, é a de descarregar C3 quando se deseja fazer a leitura do nível da tensão de saída. Para entender melhor, suponham que o potencial na saída esteja nos 70 V e se deseja trazer o mesmo para 15 V. Girando-se o cursor do potenciômetro P1, a tensão não irá cair momentaneamente para 15 V, pois o capacitor C3 possui carga acumulada e não se descarrega instantaneamente. Apertando o push-botton ch2, o capacitor C3 vai se descarregar através de R6 e então, a tensão de saída será aquela fixada por P1. No caso do exemplo, os 15 V.

Um último esclarecimento que desejamos fazer sobre o circuito I é quanto ao fator "ripple". A ondulação presente em uma fonte com transformador, com retificação de onda completa é mostrada na figura 10 a, enquanto a figura 10 b mostra a correspondente ondulação em valores RMS, para a FAST , submetidas as duas fontes, à mesma carga. Percebe-se claramente que, apesar da forma de onda na FAST possuir valores de pico mais acentuados, ela tende para uma forma mais contínua do que a correspondente, na fonte a transformador, diminuindo um pouco o zumbido característico do ripple.

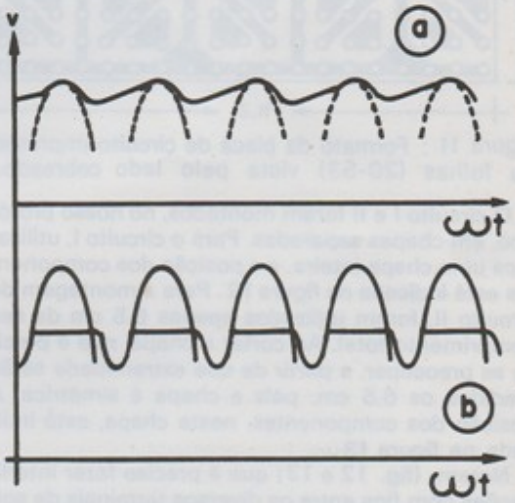



Figura 10: a) Fator "Rippple" para uma fonte à transformador sofrendo retificação de onda completa.
b) Fator "Ripple" correspondente para uma FAST.

Acontece que para a fonte o transformador manter aquela ondulação na tensão de saída, para determinada carga, precisa usar um capacitor de filtro, cujo valor seja superior ao correspondente capacitor de filtro de uma FAST, pelo menos 20 vezes. No nosso projeto, por exemplo, o capacitor C3 tem um valor de 100 microfarads! Por outro lado, se usássemos um de 2000 microfarads o "ripple" desapareceria completamente.

Fica aqui então, a sugestão para quem quiser melhorar a performance técnica da FAST usar uma capacitância de valor maior para C3. A adaptação do novo capacitor à chapa do circuito impresso, ou mesmo dentro da caixa da Fonte, fica a critério exclusivo do montador.

Sobre o circuito II, que a propósito, é bastante simples, pouca coisa vamos falar, inclusive pra não nos alongarmos muito nesta parte de descrição teórica.

Tem seu funcionamento baseado nos redutores de tensão regulados a zener (vide ítem II), enquanto o circuito formado pelos componentes R8, P2,

R9, T5 e T6, teve seu funcionamento descrito no circuito da figura 3.

**INSTRUÇÕES DE MONTAGEM:**

Para facilitar as coisas ao montador, principalmente àquele sujeito que não é muito dado ao artesanato que todo aparelho eletrônico a ser construido requer, tentamos simplificar a montagem ao máximo possível.

O circuito impresso utilizado para a montagem dos componentes é do tipo padronizado, fabricado pela Solhar com o código 20-53. Seu formato, visto pelo lado cobreado, é mostrado na figura 11.

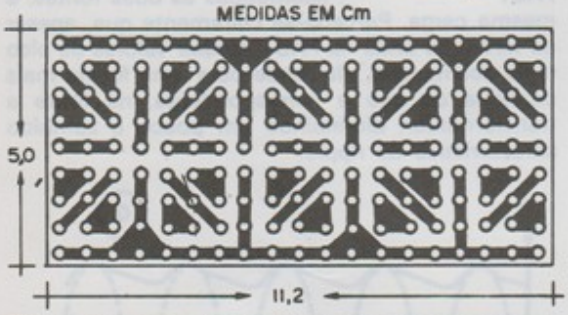



Figura 11 : Formato da placa de circuito impresso da folhas (20-53) vista pelo lado cobreado.

O circuito I e II foram montados, no nosso protótipo, em chapas separadas. Para o circuito I, utilizamos uma chapa inteira, e a posição dos componentes está indicada na figura 12. Para a montagem do circuito II, foram utilizados apenas 6,5 cm de seu comprimento total. Ao cortar a chapa, não é preciso se preocupar, a partir de que extremidade serão medidos os 6,5 cm, pois a chapa é simétrica. A posição dos componentes, nesta chapa, está indicada na figura 13.

Notem (fig. 12 e 13) que é preciso fazer interligações com fios entre os diversos terminais de soldagem. Estas interligações devem ser feitas com fio rígido encapado. Quando a interligação for curta e não houver perigo de tocar terminais de componentes, para facilitar, pode ser feita com fio nú, como por exemplo, a união entre o ponto C17 e D17, na figura 12. Aconselhamos fazer todas estas interligações antes de soldar os componentes.

Depois de soldados os componentes, as conexões com os elementos externos (potenciômetros, chaves, etc) podem ser vistas na figura 14.

Para abrigar o conjunto, utilizamos uma caixa de alumínio pré-moldada no formato de 15x10x5 cm, facilmente encontrada nas lojas especializadas. A acomodação das chapas do circuitos impressos e das demais peças dentro da caixa é um pouco apertada e dificultosa. quem não está acostumado a tais montagens, aconselhamos utilizar caixas de formato maior.

A montagem do dissipador de calor foi feita na parte posterior da caixa (fundo). A distribuição dos componentes externos, no painel, fica a critério do montador. Como sempre acontece nessas montagens, dificuldades de praxe irão surgir e deverão ser supridas pela experiência do montador, pois acredito, já foram dadas todas as informações possíveis.

De resto, antes desligar a fonte para verificar seu funcionamento, aconselho que sejam revistas todas as conexões, a possibilidade de haver "curto-circuito" entre partes indesejáveis e se os pontos de alta tensão estão bem isolados. Se tudo estiver certo, ligue a fonte e começe a desfrutar de suas inúmeras utilidades.

Para finalizar, informamos que a montegem das duas saídas independentes, não é absolutamente necessária. O leitor poderá optar pela montagem do circuito I ou do circuito II, de acordo com suas necessidades e possibilidades. Nós particularmente aconselhamos uma vez decidido a montagem do

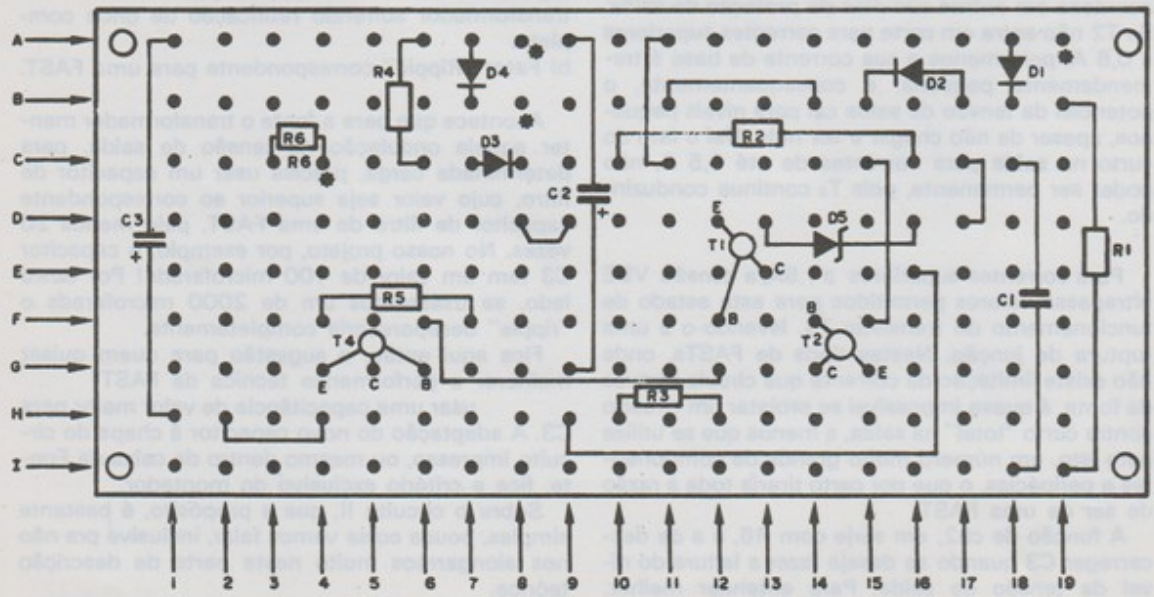



Figura 12: Posição dos componentes do circuito I na chapa de fiação impressa.
— Interligações feitas com fio rígido encapado.
* Componentes montados na posição vertical.

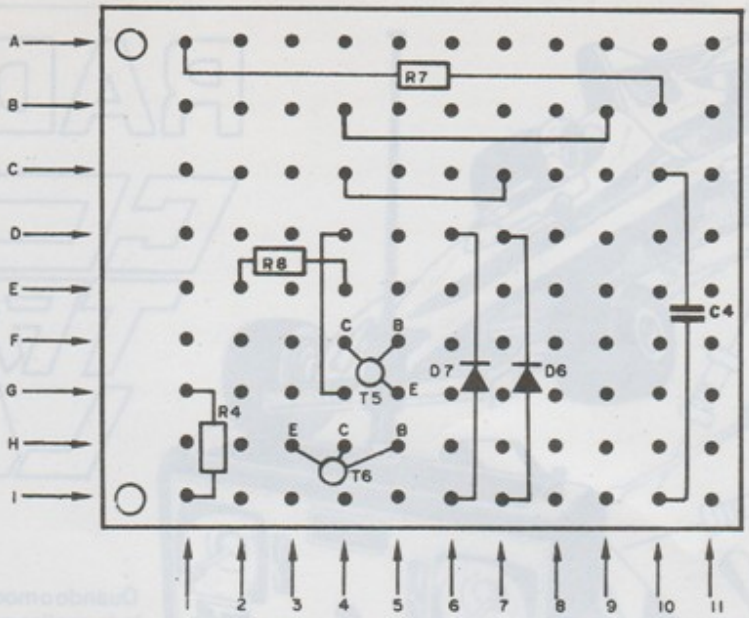



Figura 13: Posição dos componentes do circuito II na chapa de fiação impressa.

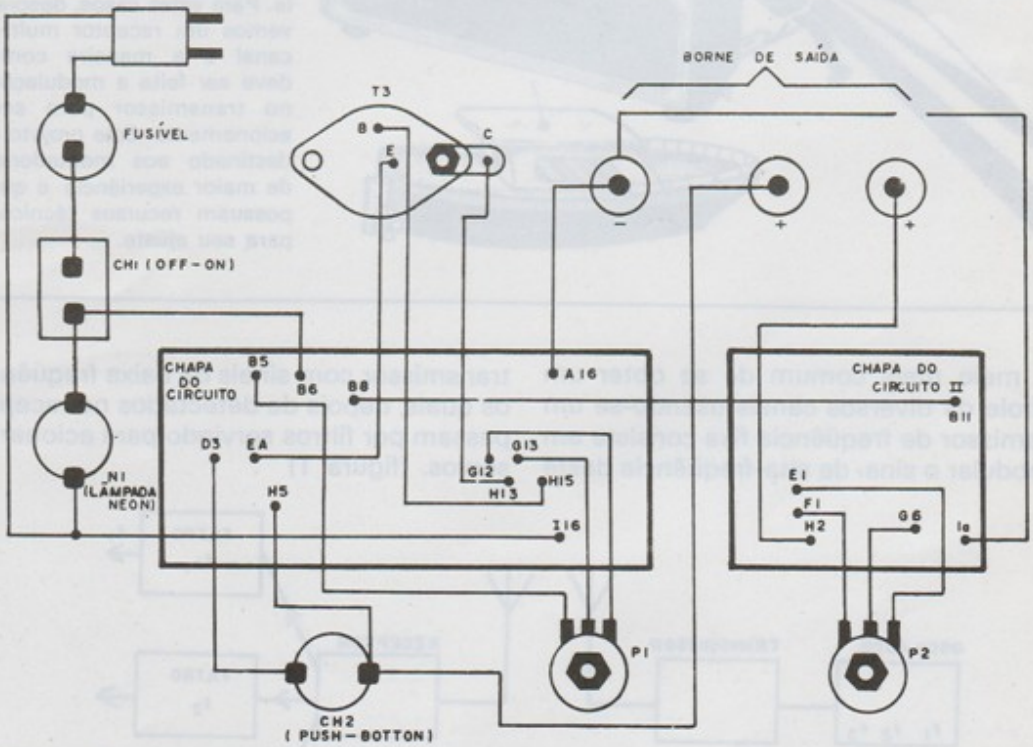
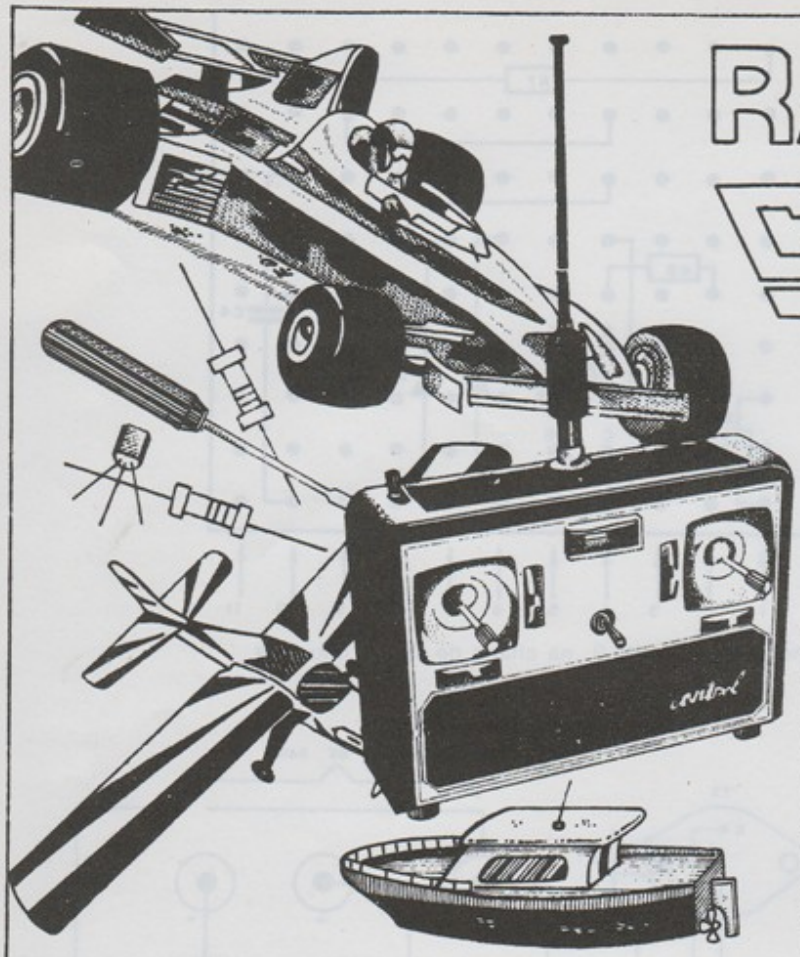



figura 14: Esquema das interligações dos elementos externos com as chapas dos circuitos impressos. Os pontos nos circuitos impressos identificados pelas letras (linha) e número (coluna) referem-se às figuras 12 e 13.

kit, que seja feita completa, isto é, com as duas saídas, pelas inúmeras vantagens que elas trazem. Com o circuito completo, pode-se alimentar independentemente ou acopladamente dois circuitos ou aparelhos eletrônicos. Por exemplo, enquanto a saída I, alimenta o circuito interno de um televisor sob reparos, a saída II poderá alimentar um radinho portátil. Ou uma outra combinação: a saída I ligada a um amplificador de potência e a saída II faz a redução de tensão para a alimentação de um sintonizador de rádio-frequências, acoplado ao amplificador, etc.



# RADIO CONTROLE

Quando o modelo a ser controlado realiza movimento mais complexos, um único canal é insuficiente para seu controle. Para estes casos, descrevemos um receptor multi-canal e a maneira como deve ser feita a modulação no transmissor para seu acionamento. Este projeto é destinado aos montadores de maior experiência e que possuam recursos técnicos para seu ajuste.

O meio mais comum de se obter um controle de diversos canais usando-se um transmissor de freqüência fixa consiste em se modular o sinal de alta-freqüência deste transmissor com sinais de baixa freqüência os quais, depois de detectados no receptor passam por filtros servindo para acionar os servos. (figura 1) .

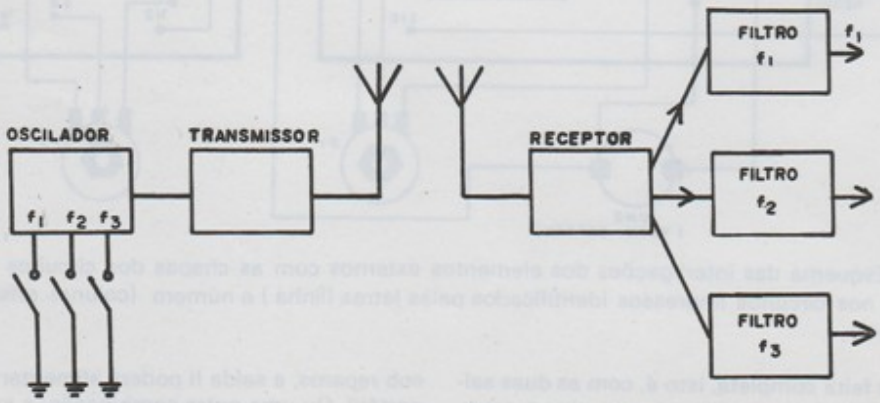


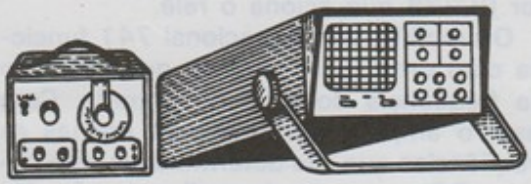

figura 1

Se bem que no princípio de funcionamento estes sistemas de rádio controle sejam simples de entender, na prática algumas dificuldades existem principal-

mente ligadas ao seu ajuste. Não só o receptor e o transmissor devem operar rigorosamente na mesma freqüência como deve haver um perfeito ajuste entre cada freqüência moduladora do transmissor e o filtro correspondente do receptor.

Nos casos mais comuns são utilizados filtros LC, ou seja, formados por uma bobina e um capacitor os quais fornecem uma boa seletividade de funcionamento, mas em muitas aplicações menos rigorosas podem ser usados filtros RC.

Neste artigo daremos pormenores de um circuito modulador que pode ser adaptado em qualquer transmissor de rádio controle, operando em tantos canais quanto o leitor deseje, e os respectivos circuitos de filtro que acionarão os servos correspondentes. Como o projeto é algo elaborado, utilizando circuitos integrados, o leitor que se propuser a sua montagem deve estar habituado ao projeto de placas de circuito impresso assim como as dificuldades normais que implicam na montagem do equipamento no modelo e seu ajuste. (figura 2)



GERADOR DE SINAIS E OSCILOSCÓPIO SÃO INSTRUMENTOS QUE PODEM AJUDAR NA CALIBRAÇÃO DE RÁDIO CONTRÔLE.

figura 2

É claro que os circuitos integrados recomendados são dos mais comuns em nosso mercado, podendo inclusive ser encontrados diversos de seus equivalentes que funcionarão perfeitamente.

## —O circuito modulador

A base do circuito modular é um circuito integrado do tipo 555 cuja freqüência de operação é determinada basicamente pelo valor de C e pelas resistências RA e RB. Fixando RA e variando RB podemos obter sinais de diversas freqüências para o transmissor. Por exemplo, no nosso caso, utilizamos 5 trim-pots fazendo a função de RB os quais associados a interruptores de pressão podem ser ajustados para se obter sinais de 5 freqüências diferentes. Temos portanto um circuito capaz de servir de base para um sistema de 5 canais. (figura 3)

Dois pontos importantes devem ser observados no circuito que apresentamos:

O primeiro refere-se a sua estabilidade, fator essencial para se obter um controle completo do modelo. De fato, o circuito integrado 555 permite a obtenção de osciladores cuja estabilidade é da ordem de 0,05% por grau centígrado, o que significa que uma vez ajustado o circuito não apresentará qualquer problema de fuga de sinal.

O segundo refere-se a utilização de uma alimentação estabilizada por meio do transistor BC238 e pelo diodo zener de modo que, mesmo com as variações da tensão da fonte de alimentação não existe possibilidade de fugas de freqüência no oscilador. O diodo zener é do tipo de 9,1 V x 400 mW.

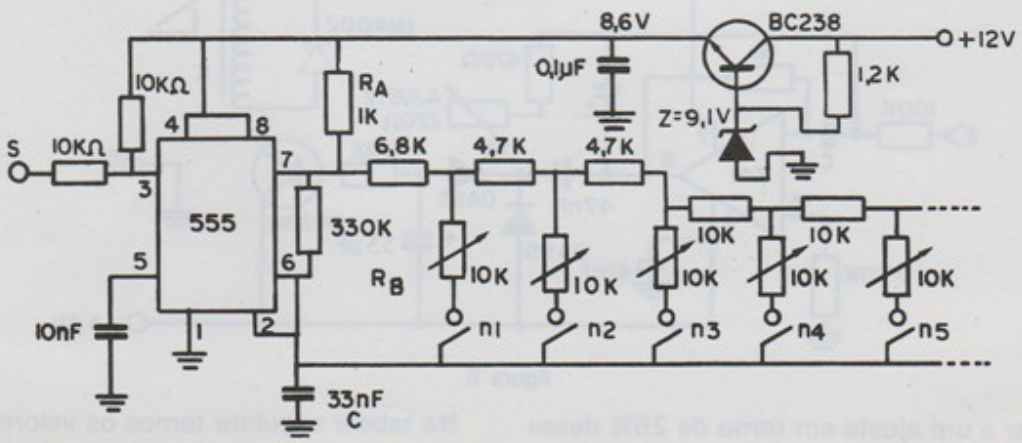



figura 3

A freqüência de operação do oscilador pode ser calculada facilmente em função do valor de $R_A$, $R_B$ e C, segundo a fórmula;

$$f = \frac{1,46}{(R_A + 2R_B).C}$$

No caso, observamos que fixamos a resistência $R_A$ em 1K de modo que também fixamos o valor de C, podemos para diversas freqüências determinar o ponto de ajuste de cada trim-pot.

Na tabela abaixo damos as correspondências entre as freqüências geradas e as resistências que entram no circuito para $R_B$, o que permite a realização do ajuste do modulador:

| | |
|---|---|
| n1 = 550 Hz | $R_B$ = 40 KΩ |
| n2 = 745 Hz | $R_B$ = 30 KΩ |
| n3 = 1 KHz | $R_B$ = 22 KΩ |
| n4 = 1,35 KHz | $R_B$ = 15 KΩ |
| n5 = 1,82 KHz | $R_B$ = 12 KΩ |

A forma de onda obtida na saída deste modulador é triangular, sendo retirada do ponto S do circuito. Veja na figura 4 como a ligação do modulador pode ser feita em um circuito simples de 1 transistor.

O resistor entre os pinos 6 e 7 mantém o oscilador operando numa freqüência baixa da ordem de 100 Hz quando os interruptores de acionamento dos canais se encontram abertos. Devemos observar que, como nestes circuitos temos apenas um oscilador, apenas um botão deve ser acionado de cada vez, ou seja, não podemos realizar duas operações simultâneas com este transmissor.

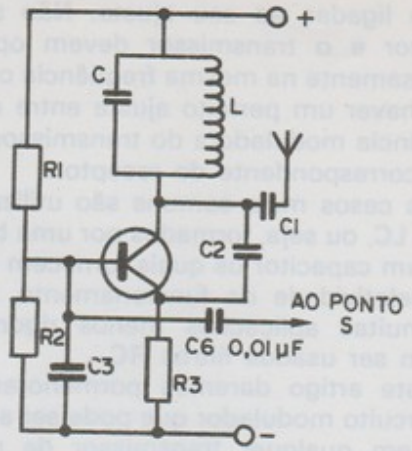



figura 4

## O filtro

O filtro que apresentamos na figura 5 pode ser ligado à saída de áudio de qualquer receptor comum de rádio controle, como por exemplo o que descrevemos no nosso projeto de 1 canal.

Seus componentes básicos são o circuito integrado 741 um amplificador operacional o qual é ajustado para amplificar sinais de uma única freqüência, e o transistor BC238 que aciona o relê.

O amplificador operacional 741 funciona com uma realimentação que é função da freqüência do sinal de entrada. Com isso, o amplificador responde apenas as freqüências que são determinadas pelo circuito RC neste elo de realimentação. No caso, para cada freqüência de operação do canal correspondente é fixado um valor de C e, por meio de um trim-pot pode-se pro-

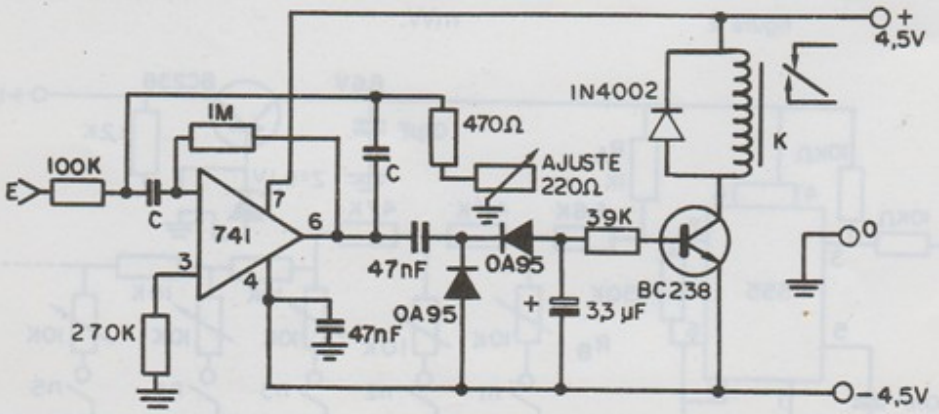



figura 5

ceder a um ajuste em torno de 25% desse valor, para compensar as tolerâncias dos componentes utilizados.

Na tabela seguinte temos os valores de C que devem ser usados para as freqüências sugeridas no circuito modulador:

| | |
|---|---|
| n1 = 550 Hz | C = 12 nF |
| n2 = 745 Hz | C = 8,2 nF |
| n3 = 1 KHz | C = 6,8 nF |
| n4 = 1,35 KHz | C = 4,7 nF |
| n5 = 1,82 KHz | C = 3,3 nF |

Este filtro pode também ser modificado para funcionar em outras frequências, extendendo assim o número de canais do sistema. Seu funcionamento pode ser extendido para frequências entre 200 Hz e 3.000 Hz, sem problemas.

Para uma perfeita operação do filtro e consequente separação dos sinais, a amplitude do sinal de entrada deve ser da ordem de 3 Volts.

O sinal amplificado que é obtido da saída do amplificador operacional é retificado pelos diodos sendo então filtrados pelo capacitor de 3,3 µF após o que é aplicado à base do transistor servindo então para acionamento do relê.

O relê utilizado deve ter sensibilidade suficiente para ser acionado pelo sinal obtido. Relês do tipo normalmente empregados em sistemas de rádio controle podem ser utilizados sem problemas.

A alimentação para o circuito do filtro é de 9,0 V podendo vir de 6 pilhas pequenas ligadas em série.

## —Os circuítos integrados—

De modo a facilitar os montadores damos as disposições dos terminais dos circuitos integrados 741 e 555 na figura 6.

Para o caso do 741 são os seguintes os equivalentes diretos que podem ser empregados: CA3056, 3741, LM741, MC1741, RM741, SN52741, TAA221, TAA811, etc.

Para o caso do 555 são os seguintes seus equivalentes mais próximos: NE555, LM555, SN72555, TDBO555, etc.

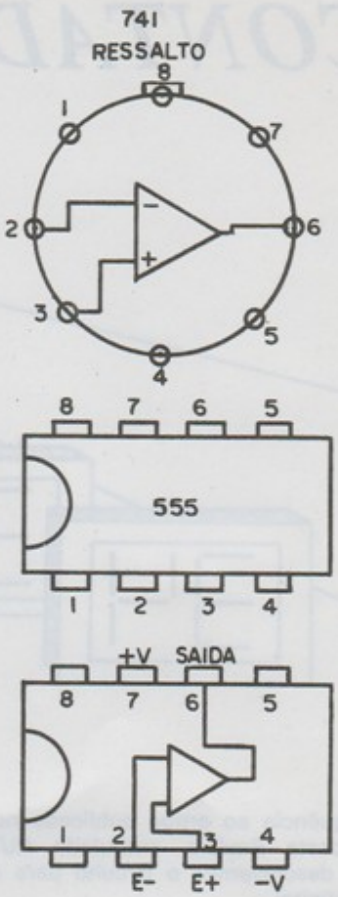


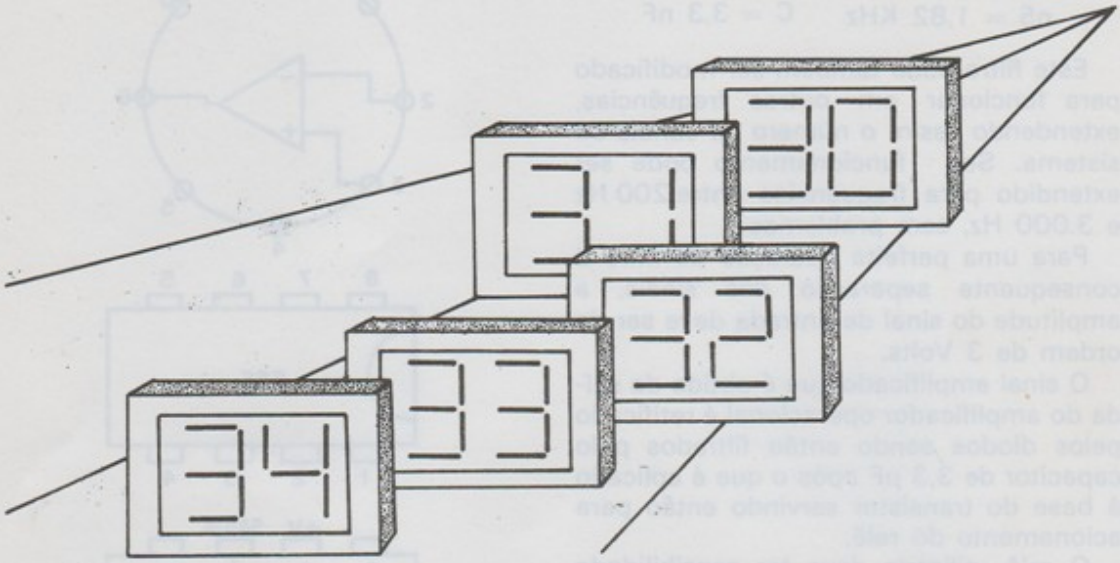

figura 6


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

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

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

# CONTADOR DIGITAL



PAULO CESAR MALDONADO

Em sequência ao artigo publicado no número anterior desta Revista, entitulado AUTO-STOP DIGITAL, descrevemos o circuito para opção do contador digital.

Este tem a finalidade de contar o número de pulsos convergentes do detetor de tons, pino (J5).

Para sua construção utilizamos componentes facilmente adquiridos em nosso mercado.

O contador poderá ter outras aplicações além da aqui descrita, por isso não se trata de uma montagem específica.

De início os circuitos integrados aqui utilizados poderão parecer um tanto complexos, por serem do tipo CMOS, porém toda esta complexidade os torna extremamente versáteis e compatíveis com diversos outros circuitos de outras famílias lógicas.

Para que torne mais simples a explanação geral do circuito, achamos conveniente, inicialmente, o estudo detalhado dos circuitos integrados aqui utilizados.

Antes de iniciarmos esses estudos iremos primeiramente dar a sequência dos tópicos que irão ser abordados neste artigo:

1- Descrição dos circuitos integrados CMOS.
   a- CD 4001
   b- CD 4029
   c- CD 4511
2- Diagrama de bloco geral do circuito.
3- Funcionamento dos thumbweel switches.
4- Circuito de potência.
5- Circuito manual/automático.
6- Fonte de alimentação.
7- Circuito contador / comparador/ latchc s/ display.
8- Circuito de entrada e saída auxiliar.
9- Montagem
10- Desempenho.

## DESCRIÇÃO DOS CIRCUITOS INTEGRADOS C MOS:

a- CD 4001

O circuito CD 4001 é constituido por 4 portas NOR. figura 1.

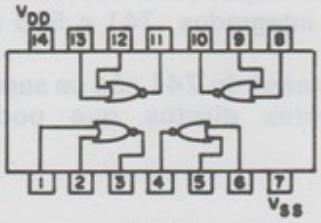



figura 1

Sua função lógica de acordo com a tabela verdade abaixo:

| entradas | | Saídas |
|---|---|---|
| A | B | C |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

b- CD 4029

O circuito CD 4029 compõe-se de um contador universal figura 2.

Este pode ser carregado em paralelo, incrementando, e documentando. Pode também ser chaveado para contagem em binário ou decimal. Possui

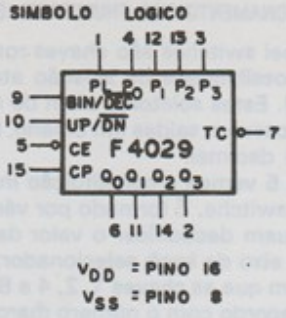



figura 2

saída e entrada de excesso, pode ser ligado em cascata com outros contadores do mesmo tipo e pode ser disparado com pulso de cloch em paralelo ou em série.

A seguir analizamos os pinos deste integrado:

Pino 1 — (Preset Enable):

Este tem a finalidade de habilitar as entradas em paralelo, ou seja carregar o contador com o sinal disponível nas entradas em paralelo. Este pino faz função quando o nível lógico nele aplicado varia de "0" para "1".

Pino 2 — (Q4)

Representa a saída $2^3$ com peso 8.

Pino 3 — Entrada 4

Representa a entrada em paralelo correspondente a saída Q4. É verdadeira quando o nível for a "1" e falsa quando o nível for a "0".

Pino 4 — Entrada 1

Representa a entrada em paralelo correspondente à saída Q1.

Pino 5 — (Carry in).

Esta tem a finalidade de avisar o contador que no circuito anterior houve um excesso, ou seja, houve um vai 1.

Seu nível é verdadeiro quando varia de "1" para "0".

Caso não seja utilizado em estágio anterior este pino deverá estar sempre aterrado.

Pino 6 — (Q1)

Representa a saída Q1, esta tem peso $2^0 = 1$.

Pino 7 — (Carry out).

Este representa a saída vai "1" do contador.

O nível varia de "1" para "0" quando este pino fizer função.

Este sinal é gerado toda vez que o contador atinge uma contagem máxima quando ligado como contador crescente, quando atinge uma contagem mínima, ou quando ligado como contador decrescente.

A vantagem desta saída é de não precisar utilizar circuitos adicionais comparadores para detetar quando o contador atinge sua contagem máxima ou mínima, pois estes são dotados de comparadores internos.

Pino 8 (terra)

Pino 9 (Binary/decade)

Este pino chaveia o contador para trabalhar em contagem binária ou contagem decimal.

Quando o nível neste pino vai a "1" faz o contador contar em numeração binária. Quando vai a nível "0" faz o contador contar em numeração decimal.

Pino 10 (UP/DOWN)

Através deste podemos chavear o contador para contar em modo crescente, ou decrescente.

A contagem será crescente quando o nível neste pino estiver a "1" e será decrescente quando estiver a nível "0".

Pino 11 (Q2)

Este representa a saída com peso $2^1 = 2$.

Pino 12 (Entrada 2)

Este representa a entrada com peso $2^1 = 2$

Pino 13 (Entrada 3)

Este representa a entrada com peso $2^2 = 4$

Pino 14 (Q3)

Este representa a saída com peso $2^2 = 4$

Pino 15 (cloch)

Esta é a entrada dos clochs que irão movimentar o contador. Esta só movimenta o contador quando o nível variar de "0" para "1".

Pino 16 (Vcc)

Alimentação positiva.

A figura 2 dá maiores informações sobre o CI 4029.

C — CD 4511

O circuito CD 4511 é mostrado na figura 3, e é composto de um decodificador binário / sete segmentos. Além do decodificador, possui circuitos de potência que alimentam os displays. Possui também um estágio intermediário que possibilita a armazenagem dos sinais da entrada.

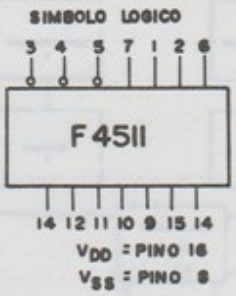



figura 3

A seguir classificamos seus pinos:

Pino 1(Entrada B)

É válida quando alta.

Pino 2 (Entrada C)

É válida quando alta.

Pino 3 (LT — Lamp Teste)

É válida quando baixa. Quando esta entrada vai a nível "0", faz todos segmentos do display acenderem. É usada normalmente para testar se existe algum segmento com defeito, ou mesmo o próprio circuito decodificador.

Pino 4(BI.— Blanch Input)

É valido quando baixa. Sua função é exatamente contrária ao pino 3. Quando o nível neste pino vai a "0", faz todos os segmentos do display apagarem.

Pino 5 (LE — Latch Enable)

É valida quando baixa. Sua função é de habilitar o sinal da entrada e gravá-lo dentro do "latch" que está ligado ao circuito decodificador. Quando este pino estiver a nível "0" constante, o latch ficará sempre habilitado, e todo sinal da entrada passará para saída.

Pino 6 (Entrada D)

É válida quando alta.

Pino 7 (Entrada A)

É válida quando alta.

Pino 8 (Terra)
Pino 9 – Saída para o segmento "e"
Pino 10 – Saída para o segmento "d"
Pino 11 – Saída para o segmento "c"
Pino 12 – Saída para o segmento "b"
Pino 13 – Saída para o segmento "a"
Pino 14 – Saída para o segmento "g"
Pino 15 – Saída para o segmento "f"
Pino 16 – Alimentação Positiva

## 2 – DIAGRAMA DE BLOCO GERAL DO CIRCUITO:

Na figura 4 está representado o diagrama geral do circuito, suas partes integrantes são: seletor de entrada, contador, display, circuito comutador de AC.

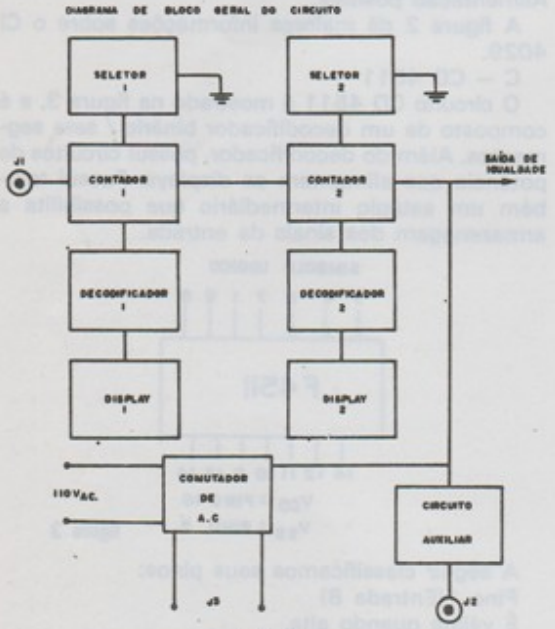



figura 4

Seletor de entrada:

Através deste podemos carregar valores pré-determinados aos contadores. Estes seletorés serão melhores descritos no capítulo thumbweel switches.

Contador:

Com os contadores é que decrementamos a contagem pré-determinada até a mesma chegar em zero. Quando isto ocorrer será enviado um sinal para o circuito comutador de AC que irá ligar ou desligar uma carga externa.

Display:

Os displays servem para atualizar o operador em quanto falta para o contador chegar a zero.

Circuito comutador de AC:

É necessário para chegar uma carga externa, ou seja, ligá-la ou desligá-la.

Este circuito é controlado pelo contador. Toda vez que este chegar em zero desligará o comutador.

Veremos isto mais detalhadamente no capítulo circuito de potência.

## 3 – FUNCIONAMENTO DOS THUMBWEEL SWITCHES:

Thumbweel switches são chaves rotativas especiais com possibilidade de seleção até 10 digitos cada (0 a 9). Estes seletores além de serem fáceis de operar, possuem saídas em binário, binário complementar e decimal.

Na figura 5 vemos a constituição interna de um thumbweel switche. É formado por vários circuitos que conseguem decodificar o valor da numeração que está no eixo de knob selecionador; esta numeração faz com que as chaves 1, 2, 4 e 8 sejam combinadas de acordo com o número marcado no knob do painel. Normalmente estes thumbweel switches são decimais, aqui usaremos o circuito BCD complementar, ou seja são o complemento de um número de BCD qualquer. Isto quer dizer, por exemplo: o número 9 equivale aos bits 1 a 8 ligados, no nosso caso será o contrário os bits 1 e 8 estarão desligados. Tudo isso quer dizer que o pino comum dos nossos thumbweel switches estão ligados a massa.

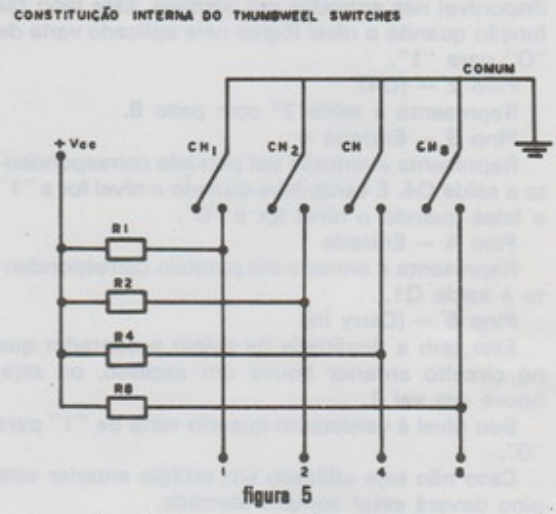



figura 5

Quando selecionamos o número 9 por exemplo, serão selecionados os bits com peso 2 e 4 e os pinos com peso 1 e 8 ficam em aberto. As saídas com peso 2 e 4 ficam aterradas devido as chaves 2 e 4 estarem fechadas neste momento, consequentemente o número que sairá nos pinos 1, 2, 4 e 8 serão: peso 1 chave aberta. Como o peso 1 está ligado ao Vcc o nível será alto. Chave 2 está fechada, ligada no comum, e o comum ligado a terra, logo peso 2 terá nível 0. Pino 4 = chave fechada e ligada ao comum, portanto o peso 4 será zero. Saída 8 = chave aberta e ligada ao Vcc, logo peso 8 ficará com nível alto. Um nível alto em 1 e 8 gera o número 9.

No nosso circuito utilizamos apenas dois thumbweel switches do tipo BCD complementar. Estes thumbweel switches selecionarão o número pré-estabelecido que será injetado dentro dos circuitos integrados contadores, fazendo com que estes partam de uma contagem pré-estabelecida.

A vantagem fundamental de usarmos thumbweel switches é de substituir no painel chave rotativas ou mesmo um possível teclado que exigiria um aglomerado muito intrinsico de componentes,

objetivando apenas carregar os contadores com um certo valor em decimal.

4 — CIRCUITO DE POTÊNCIA

O circuito de potência (fig. 6) é composto pelos seguintes componentes LP1, TB1, TB2, TB3, TB4, TB5, TB6, CR1, CR2, S5, S6, J3, F1, R1, R2, T1, C1, VR1, SCR-1, RL2, D2, C8, PI-3, PI-4, PI-1, PI-2, PI-2I.

CIRCUITO DE POTÊNCIA

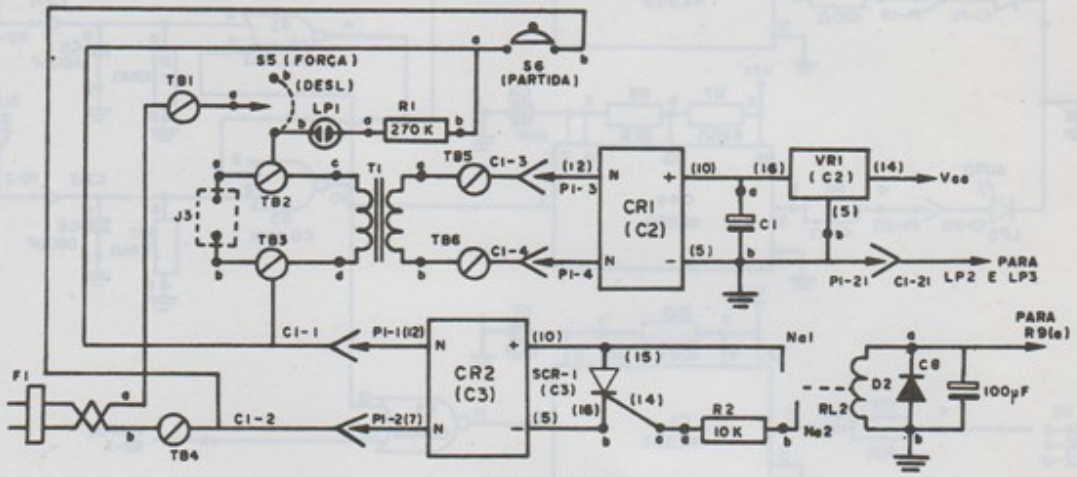



figura 6

Anexo ao circuito de potência está a fonte de alimentação composta pelos circuitos CRI, VRI, C1.

O circuito de potência tem a finalidade de conduzir uma corrente alternada em J3, ao circuito auxiliar ou seja ao equipamento que deverá ser desligado quando a contagem no display for igual a zero.

FUNCIONAMENTO:

Inicialmente ligamos a chave S5, e a chave de força, consequentemente os pinos "a" e "c" de S5 entram em curto circuito, o que provoca o pino F1-a entrar em TB1 e em seguida rumar para S5-a que por sua vez vai para S5-c. S5-c vai imediatamente para TB2. TB2 vai para 2 lugares J3-a e TI-c, continuando o circuito o sinal passa por J3 e vai para J3-b, ao mesmo tempo que passa em T1-c e vai para T1-d. T1-d com J3-b são religados em curto e vão para TB3 que por sua vez vai para o conector 1 pino 1. Conector 1 pino 1 vai para dois lugares PI-1 e S6-a, caso a chave S6 seja pressionada serão curtocuitados os pinos S6-a e S6-b fechando o circuito e retornando o sinal para TB-4. S6-a vai para TB4 e CI-1 e finalmente para FI-a; nesse momento é fechado o circuito de 110V que irá cair encima de J3 e T1. J3 alimentado faz com que toda carga que estiver ligada a ele será acionada ou seja alimentada.

Anexo ao J3 será alimentado o primário do transformador T1, o secundário do transformador T1, fios a e b vão para TB5 e TB6. TB5 e TB6 vão para CR1. Em CR1 pinos PI-3 e PI-4, entrará cerca de 9 Volts C.A. Esta corrente será retificada por CR1, filtrada por CI e regulada por VR1. No pino (14) de VR1 aparecerá uma tensão de 5 Volts estabilizada. Esta tensão é responsável pela alimentação de toda a lógica. Nesse momento a lógica nos dará um sinal (veremos mais adiante) que conduzirá o SCR1 através do pino 14. Uma vez conduzindo o SCR-1, o seu anodo e catodo ligados a CR2, polos positivo e negativo, provocarão um curto circuito na ponte CR2. Este curto será transferido para as saídas CR2 (12) e CR2 (7). CR2 (7) está ligado a TB4 que por sua vez está ligado a F1-b. Recebendo energia da rêde este será curtocircuitado na ponte CR2 que desvia o sinal do pino 7 para o 12, ou seja curto circuito o pino 7 com o 12 de CR2. TB-3 vai para PI-1 que por sua vez vai para CI-1. CI-1 vai TB-3, este alimenta um dos pinos de J3 e o outro polo de J3 está ligado diretamente a chave S5-c. S5-c está ligado e passa a transferir para S5-a. S5-a vai para TB1 que por sua vez retorna para F1-a, esta fecha o circuito e alimenta T1 e J3; desta forma o loop se mantém, mesmo após de ser retirado a pressão ou seja depois de ter descurtocircuitado S6. Como podem notar LP1 em série com seu resistor indicador, está ligado em paralelo com J3 ou seja TB2 e TB3. LP1 acende sempre que pressionarmos S6 e durante todo tempo que SCR-1 estiver disparado.

Disparo do SCR-1: SCR-1 é excitado por um sinal convergente do contado do relê Nal, Na2 é limitado na corrente por R2.

A bobina RL2 é excitada pelo resistor R9-a, vinda do circuito C1-7 (circuito de controle) que será visto mais adiante.

O diodo D2 elimina os picos de tensão inversa gerada na bobina de RL2.

O capacitor C8 garante que a bobina se mantenha energizada algum tempo, mesmo depois que seja retirada a tensão que controla o relê. Isto previne que os contatos do relê fiquem vibrando.

5 — CIRCUITO MANUAL AUTOMÁTICO

É composto pelos circuitos integrados C4b, C4a, C1 e B3. (fig. 7).

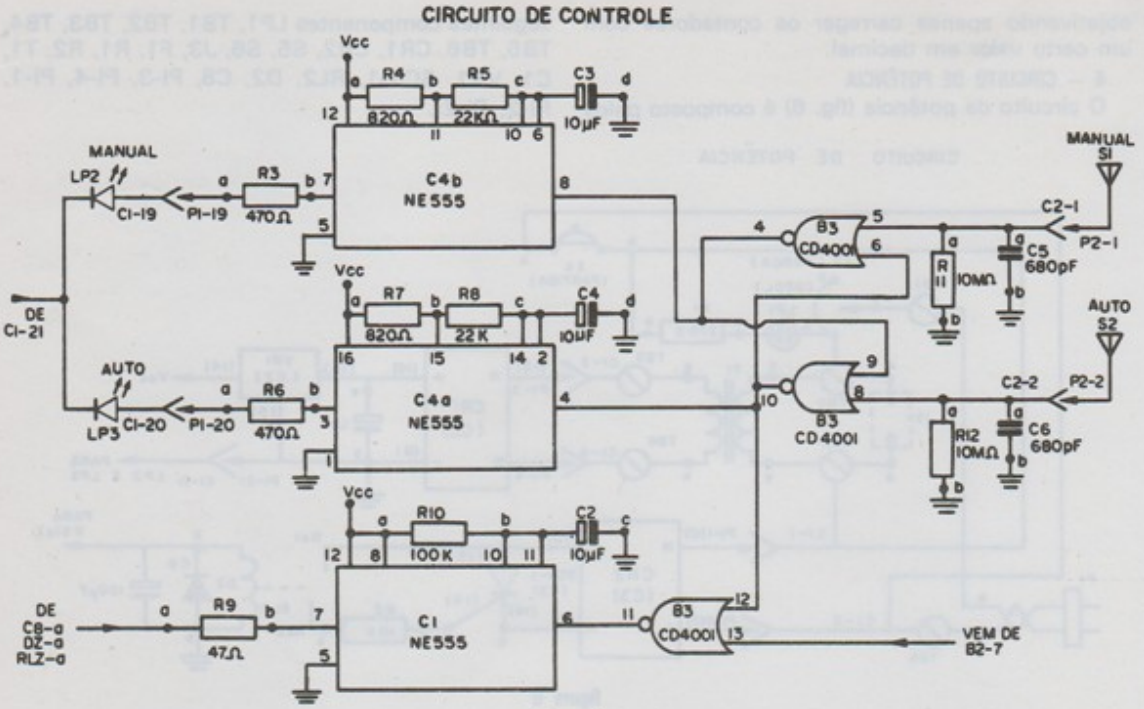



figura 7

Este tem a finalidade de ativar manualmente ou automaticamente o SCR no circuito de potência.

É usado o circuito manual quando desejamos que o circuito de potência fique sempre ativado, independente de qualquer contagem no display, mesmo que este atinja "0". Quando for selecionado o circuito automático, o circuito de potência será ligado ou desligado de acordo com a numeração pré-determinada no display.

A seleção do circuito é feita através das antenas S1 e S2. Estas estão ligadas diretamente a um flip-flop de alta impendância de entrada.

Quando tocarmos o dedo na antena S1 e flip-flop B3 é setado fazendo com que o pino 4 vá a baixo e o pino 10 vá a alto.

O pino 4 com nível baixo vai para C4b-8. C4-b está armado como um oscilador astável, oscilando em baixa frequência (cerca de 4 a 5 Hertz) e fazendo pulsar a lâmpada LP2. avisando que o circuito está em manual.

Simultaneamente o pino 10 da porta B3 está com nível alto e conectado diretamente a B3-12. Um nível alto em B3-12 faz aparecer um nível baixo em B3-11 e vai diretamente a C1-6.

C1 é um monoestável que possui um tempo pré-determinado pelos valores R10 e C2. Estes fazem com que monoestável constantemente fique ligado. Somente após ser removido o nível baixo em C1-6 é que a saída 7 irá a baixo, após ter passado a constante de tempo R10, C2.

O nível baixo em C1-6 provoca nível alto em C1-7 alimentando o relê RL2 do circuito de potência.

Agora vejamos como funciona o circuito automático.

O circuito automático é inicialmente selecionado através da antena S2. Quando encostamos o dedo em S2 é gerado um nível alto em B3-8. Este provoca um nível baixo em B3-10 e um nível alto em B3-4.

Um nível baixo em B3-10 faz disparar o oscilador astável C4-a e ao mesmo tempo desliga o oscilador astável C4-b. Uma vez ligado o oscilador astável C4-a este oscilará na frequência de 4 a 5 Hertz e fará com que o pino 3 de C4-a alimente o led LP3 através de R6. Este led ficará pulsando e sinalizando o painel "automático". Simultaneamente o nível baixo em B3-10 será rumado para B3-12. Este nível baixo em B3-12 habilitará a porta B3 pino 13.

Quando aparecer um nível alto em B3-13 a saída B3-11 irá a "0" fazendo com que C1 dispare e ao mesmo tempo fará com que ligue o circuito de potência. Quando porém B3-13 for a "0" será gerado um nível alto em B3-11 fazendo com que C1 cesse sua condução que por sua vez desligará o circuito de potência.

O sinal ligado em B3-13 vem de B2-7. Adiantaremos porém que B3-13 será alto quando o display for diferente de zero e será baixo quando o display for igual a zero. Quando o display for igual a zero B3-13 será baixo juntamente com B3-12 que já está baixo e veio da seleção automática e nível alto em B3-11 e desligou o trigger de C1-b.

Com o trigger de C1-6 desligado o monoestável C-1 cessa o fornecimento de corrente a RL2 no circuito de potência.

O capacitor C5 e C6 no flip-flop B3 é necessário para ceifar picos de ruídos muito intensos introduzidos através de S1 e S2.

Os resistores R11 e R12 forçam um nível baixo em B3-5 e B3-8 fazendo com que o flip-flop tenha sua entrada normalmente polarizada.

Os resistores R3. R6 e R9 nas saídas dos circuitos NE 555, C4b, C4a e C1 fazem o papel de limitador de corrente para os diodos leds.

## 6 — FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação faz parte do circuito de potência (Fig. 6)

É composta por: transformador T1, pela ponte CR1 pelo capacitor C1 e finalmente pelo regulador VR1.

O transformador transforma 110V para 9V corrente alternada, a ponte retificadora retifica este nível, o capacitor C1 filtra e finalmente VR1 regula a tensão em torno de 5 Volts D.C.

O Pino PI-21 representa o terra deste circuito.

A saída 14 de VR1 é o Vcc que irá para todo lógica.

Esta fonte de alimentação tem reduzidas dimensões devido usarmos os circuitos integrados do tipo C-MOS na maioria dos componentes.

## 7 — CIRCUITO CONTADOR/COMPARADOR/LATCHES/DISPLAY

Este conjunto de circuitos está na figura 8.

São compostos pelos dois Thumbweel Switches

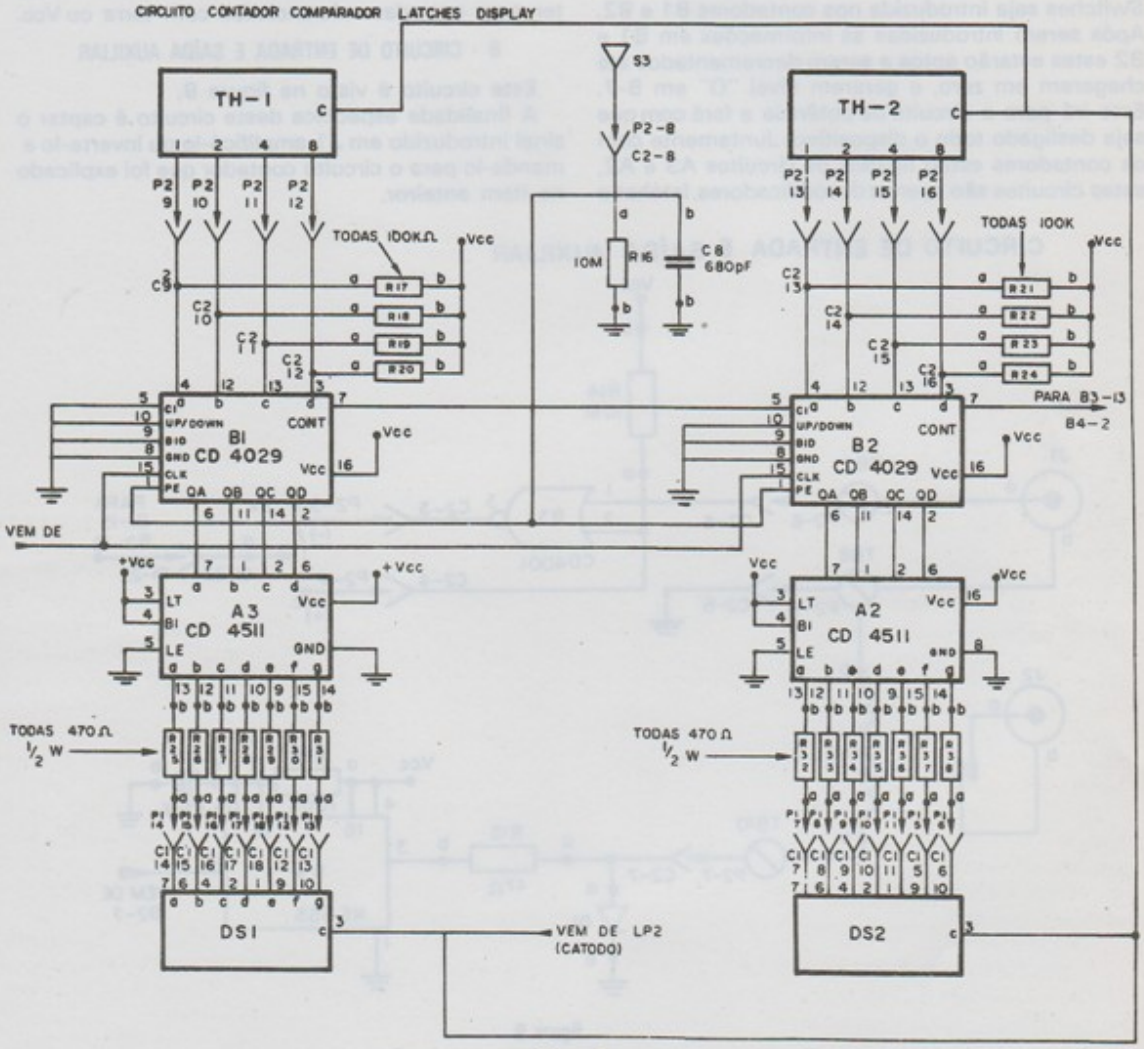



figura 8

TH-1 e TH-2 os integrados B1, B2, A2, A3 e pelos displays DS1 e DS2.

A finalidade básica deste circuito é de contar os pulsos vindos de uma lógica externa. Estes são introduzidos ao circuito de entrada (visto mais adiante) e finalmente são transferidos para B1 pino 15. B1-15 é o pino clock do contador e está ligado a B2-15 ou seja ao segundo contador.

Todos os pulsos vindo em B1-15 irão excitar simultaneamente os dois pinos clocks dos dois respectivos contadores.

B1-7 é a saída carry do primeiro contador, esta saída irá a zero toda a vez que o contador B1 atingir a contagem zero. A saída 7 está conectada a B2-5 que é a entrada carrier do contador B2. Este cada vez que receber um nível "O" no pino 5, juntamente com um pulso clock no pino 15, será decramentado numa unidade. Com isso podemos concluir que o contador B1 nada mais é do que o contador de unidades. E o circuito integrado B2 é o contador de dezenas.

Para carregar os contadores de B1 e B2 com

determinado valor será necessário incialmente selecionar o referido valor em TH1 e TH2 que são os Thumbweel Switches.

Uma vez selecionado o valor necessário para carregar B1 e B2 deverá ser carregado o pulso load ou seja o pulso que irá introduzir as informações dentro de B1 e B2. Este deverá ser aplicado na antena S3. A antena S3 está ligada ao conector C2-8 que vai para o pino 1 dos circuitos integrados B1 e B2. Toda vez que B2-1 e BI-1 for a nível alto fará com que a informação existente nos Thumbweel Switches seja introduzida nos contadores B1 e B2. Após serem introduzidas as informações em B1 e B2 estes estarão aptos a serem decrementados até chegarem em zero, e gerarem nível "0" em B-7. Este irá para o circuito de potência e fará com que seja desligado todo o dispositivo. Juntamente com os contadores estão ligados os circuitos A3 e A2, estes circuitos são apenas decodificadores, latches e display que irão pegar o sinal na saída de B1 e B2, decodifica-los e ao mesmo tempo alimentar os displays DS1 e DS2. Maiores detalhes sobre os circuitos integrados B1, B2, A3 e A2 poderão ser observados no ítem 1. As resistencias R25 a R38 são para limitar as correntes nos segmentos dos displays DS1 e DS2. Os resistores de R17 a R24 ligados ao Vcc estão conectados as entradas dos circuitos, integrados B1 e B2 fazendo com que nunca fique em aberto os circuitos de entradas.

Todos já sabem que os circuitos C-MOS deverão ter suas entradas referenciadas com terra ou Vcc.

### 8 - CIRCUITO DE ENTRADA E SAÍDA AUXILIAR

Este circuito é visto na figura 9.

A finalidade específica deste circuito é captar o sinal introduzido em J1 amplificá-lo ou inverte-lo e manda-lo para o circuito contador que foi explicado no item anteiror.

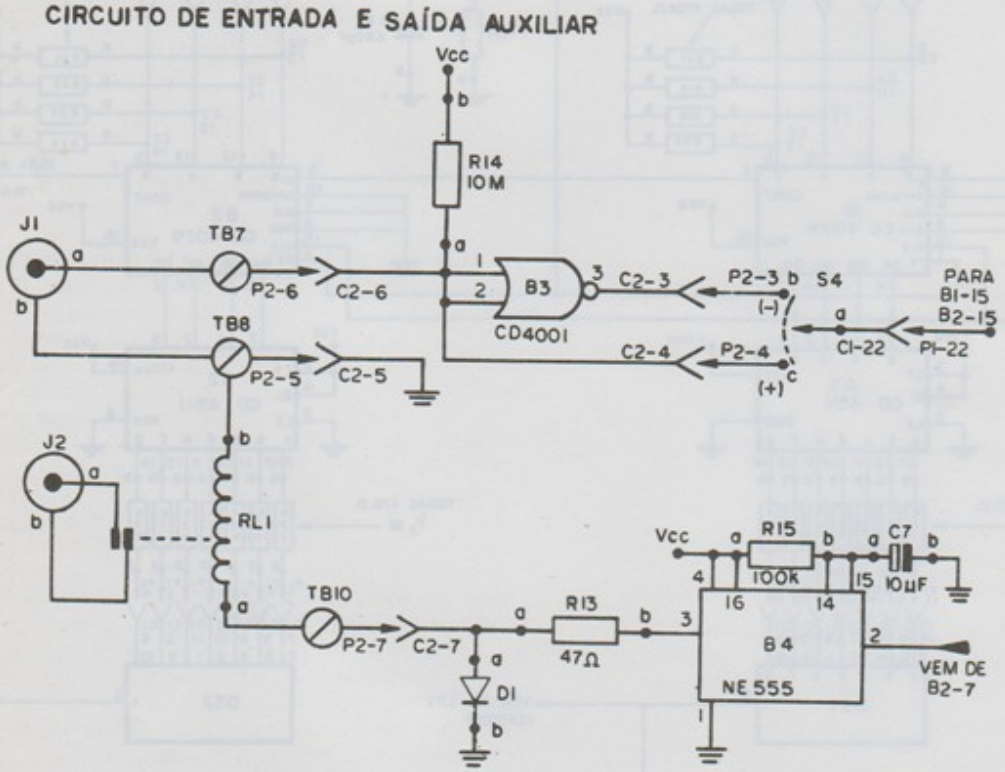



figura 9

Sua finalidade também é de curto circuitar o terminal J2, toda vez que a contagem no circuito contador atingir o valor zero.

Este curto poderá ser conectado a um circuito externo capaz de desligar um equipamento, acionar um relê, tocar um alarmou qualquer coisa similar antes que a força lhe seja removida através do circuito de potência J3.

Inicialmente iremos verificar o funcionamento do circuito de entrada. O sinal introduzido em J1 está conectado em TB7, que vai para P2-6 e finalmente vai para C2-6 e B3 pinos 1 e 2. B3-1 e 2 invertem o sinal em B3-3, que vai para o conector C2-3 plug P2-3 e finalmente para a chave S4-b.

No pino S4-b está marcado o sinal de menos, e significa que o sinal é invertido em relação a entrada. Este sinal passa pela chave S4-a vai para a C1-22 e finalmente para P1-22. Em P1-22 o sinal é distribuido aos circuitos contadores.

Voltando para B3 pinos 1 e 2 este vem para C2-4, C2-4 vai para P2-4 e vai para S4c. S4-c possui a rotação de positivo, isto significa que quando a chave S4 estiver selecionada, com os pinos S4-a e S4-c, mandará um sinal para os circuitos lógicos

contadores sem inversão, ou seja o mesmo sinal que entrar em J1 será transferido para os contadores. A necessidade do resistor de 10MΩ ligado ao Vcc na porta B3 é para que não haja nenhum sinal em J1 e o mesmo esteja em aberto. O chp B3 possue sua devida polarização; Sem esta o mesmo daria um nível indefinido na saida e dissiparia maior corrente.

Agora iremos analisar o circuito de saída.

É composto pelo monoestável B4. Este quando excitado através do pino 2 gera um nível alto no pino 3, este nível alto é limitado pelo resistor R13 de 47Ω que vai para a bobina do relê (reed switche) que está ligado entre TB-10 e TB-8, TB-8 é o retorno para terra. Logo que um nível alto é ligado em TB-10 o relê opera seus contatos Na-1 e Na-2, ligados diretamente no conector J2. Estes contatos enviam um curto circuito no circuito interno. O diodo D1 tem a finalidade de ceifar os picos de alta tensão reversa da força contra eletromotriz da bobina do relê, evitando assim que essa alta tensão seja introduzida na saída de B4.

9 — MONTAGEM

A montagem foi realizada sobre uma caixa de acrilico cujas dimensões aparecem nas figuras 10, 11 e 12. Possuem dois paineis — o painel frontal e o painel posterior. No painel frontal são alojados os displays as chaves os thumbweel switches e os diodos leds.

DESENHO DAS LATERAIS

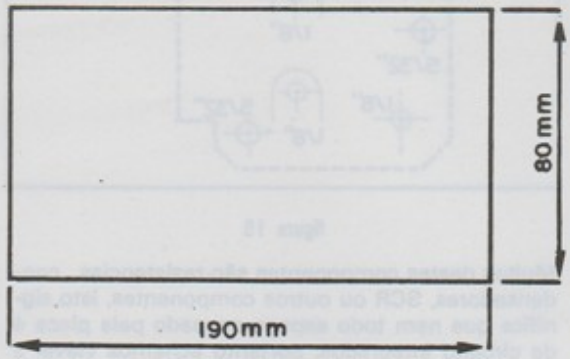



figura 10

DESENHO DO FUNDO

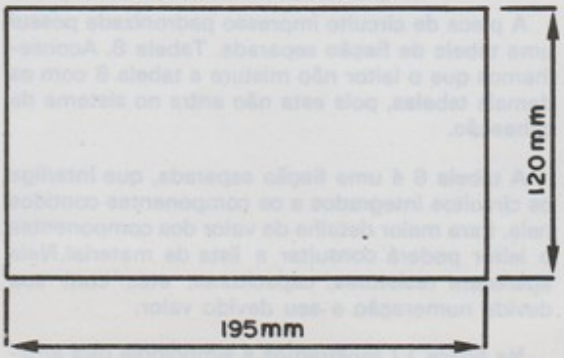



figura 11

DESENHO DO PAINEL TRASEIRO

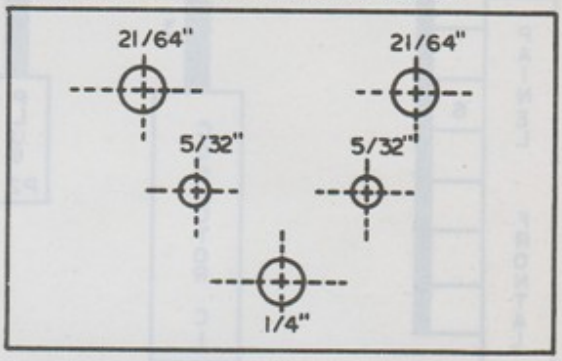



figura 12

No painel posterior são alojados o relê (reed switch) com sua respectiva bobina, o cabo de força F1, o conector J1, o conector J2 e conector J3.

Na base do aparelho foi fixado o transformador T1 e o conector TB. Para maior facilidade de montagem e manutenção utilizou-se um sistema de cabeação e conectores. Para esta realização foi necessário levantar várias tabelas. Estas tabelas de fiação indicam como estão ligados os conectores nas suas respectivas ordens de sequência. Antes que seja realizada a cabeação recomendamos a figura 13 como modelo básico.

Este modelo básico foi devidamente estudado para evitar o mínimo de fiação cruzada possível e foi dividida em 7 tabelas. Cada uma delas possui uma finalidade específica. A tabela 1 dá todas conecções do painel dianteiro, a tabela 2 dá todas conecções do painel dianteiro em relação a conector C1, a tabela 3 dá todas conecções do painel dianteiro em relação ao plug P2, a tabela 4 dá toda fiação do painel dianteiro em relação a barra de conecção TB próximo ao painel traseiro, a tabela 5 dá as ligações do painel traseiro para a barra de ligações TB, a tabela 6 dá as ligações do plug P2 para a barra de ligações TB, a tabela 7 dá as conecções do conector C1 para a barra de fiação TB.

Cada uma destas tabelas foi devidamente estudadas a fim de evitar qualquer erro. Além do estudo minuncioso das tabelas o circuito foi devidamente testado com a mesma fiação existente nas tabelas, portanto recomendamos que as mesmas sejam seguidas com absoluta rigorosidade.

Antes que o leitor comece a fiação sugerimos que o mesmo se concientize dos tipos de sinais usados nesta tabela, caso contrário será difícil a interligação dos fios dentro do aparelho. Na figura 17 damos toda simbologia aqui usada como conector, diodos, lâmpadas, chaves, etc.

Alertamos portanto o montador que utilizamos dois conectores. Um conector é uma barra de 22 pinos encaixada diretamente ao circuito impresso, esse conector é chamado C1 que varia de C1-1 a C1-22. O macho que encaixa neste conecto é o plug P1, este nada mais é que o próprio circuito impresso que possui os componentes dos circuitos digitais.

## SISTEMA DE CABEAÇÃO RECOMENDADA

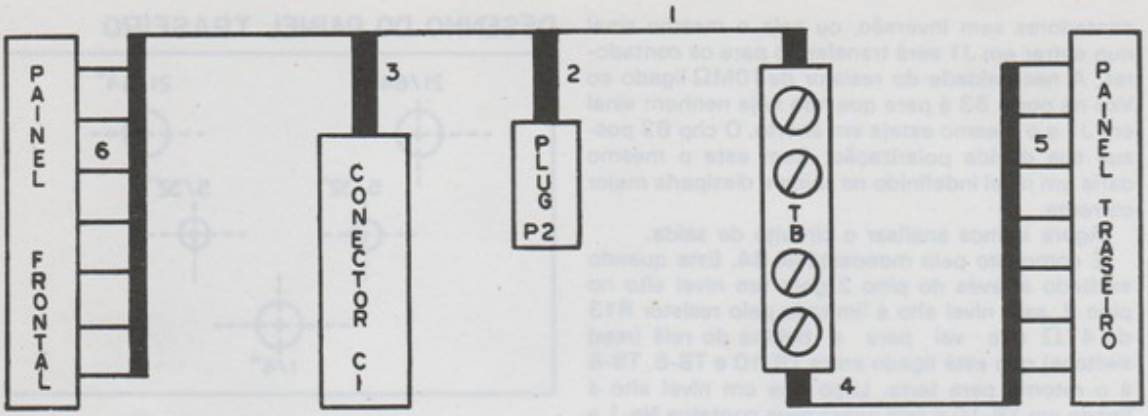



figura 13

1 - Cabo com Interligações entre Painel Dianteiro para TB, Plug P2 para TB e Conector C1 para TB.
2 - Cabo com Interligações entre Plug P2 para TB, Plug P2 para Painel Dianteiro.
3 - Cabo com Interligações entre Conector C1 para Painel Dianteiro, Conector C1 para TB.
4 - Cabo com Interligações entre Painel Traseiro para TB.
5 - Fiação local do Painel Traseiro.
6 - Fiação local do Painel Dianteiro.

Dentro deste circuito impresso existe um conector na localização A-4. Esta localização recebe um plug P2, este vai para diversos locais conforme mostra a tabela. A necessidade de 22 pinos mais conector C1, mais 16 pinos como conector C2 é porque temos muitas ligações, sem os conectores a placa P1 ficaria altamente sobrecarregada de fios e a mesma não poderia ser removida totalmente.

A figura 14 ilustra a disposição dos componentes no painel frontal. Este lay out poderá ser alterado conforme as necessidades do leitor, portanto não daremos neste diagrama as medidas da furação.

## DESENHO DO PAINEL DIANTEIRO

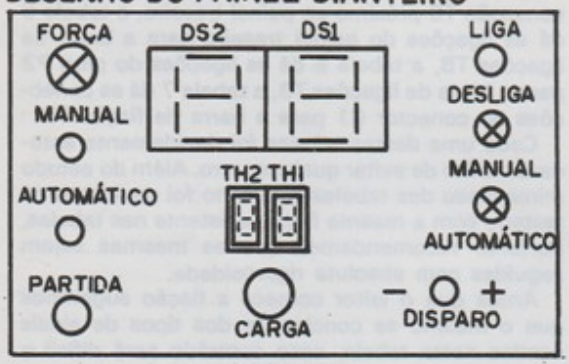



figura 14

Na figura 15 podemos observar a placa do circuito impresso cujo plug é o P1 encaixado dentro da caixa que abriga todo o conjunto.

Simultaneamente podemos observar também o transformador fixado logo abaixo da placa. Observem ao lado esquerdo, dois furos de 1/8 o qual fixarão a barra de conecção TB.

Na figura 16 observamos a disposição dos componentes na placa de fiação.

Observação:

## DESENHO DO FUNDO C/PLACA E TRANSFORMADOR

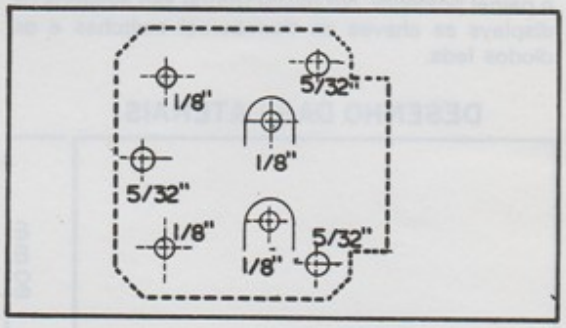



figura 15

Muitos destes componentes são resistencias, condensadores, SCR ou outros componentes, isto significa que nem todo espaço ocupado pela placa é de circuito integrados, portanto achamos viável a representação destes componentes para maior facilidade na hora da fiação.

A placa de circuito impresso padronizada possui uma tabela de fiação separada. Tabela 8. Aconselhamos que o leitor não misture a tabela 8 com as demais tabelas, pois esta não entra no sistema de cabeação.

A tabela 8 é uma fiação separada, que interliga os circuitos integrados e os componentes contidos nela. Para maior detalhe do valor dos componentes o leitor poderá consultar a lista de material. Nela aparecem resistores, capacitores, etc., com sua devida numeração e seu devido valor.

Na figura 17 mostramos a simbólogia dita anteriormente.

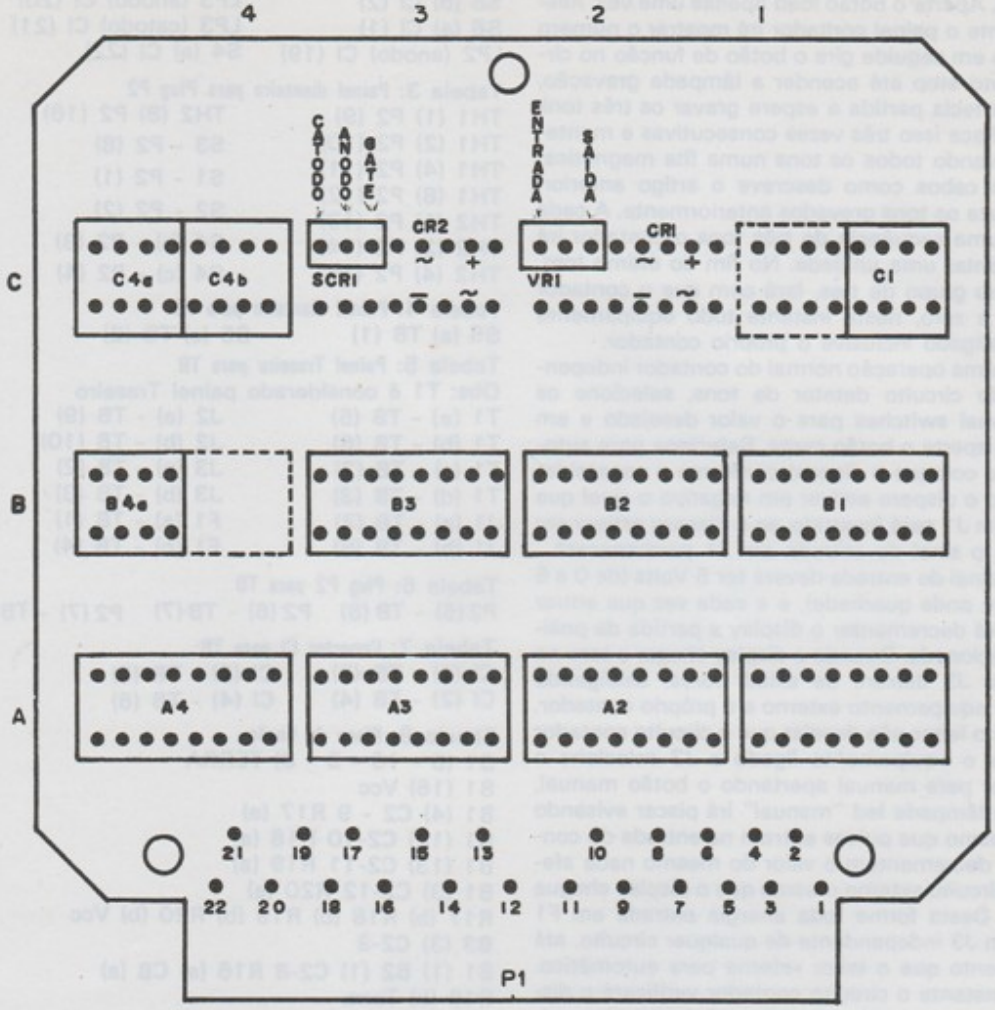



figura 16

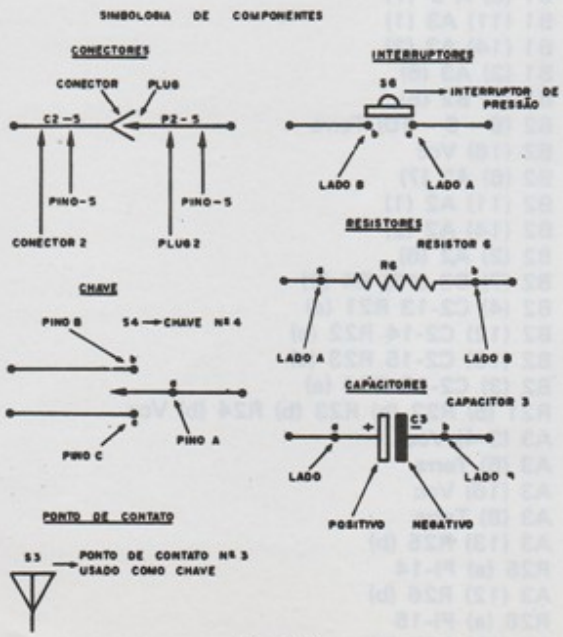



figura 17

## 10 — DESEMPENHO

Esta unidade pode ser usada em conjunto com o artigo publicado na revista nº 64. páginas 12, 13 e 14, intitulado como circuito de auto stop-digital ou poderá ser usada independentemente como um contador universal. Caso seja interligado com o circuito automático de auto stop, deverá ser ligado o conector J1, deste contador com o conector J5 do circuito de auto stop.

Logo a seguir deverá ser conectado o cabo de força do circuito de auto stop em J3.

O cabo de força F1 do circuito contador deverá ser ligado diretamente na tomada e a tomada do gravador ou do amplificador deverá ser ligado em J7 do circuito de auto stop. Logo a seguir liga-se a chave S5 do circuito contador e também a chave de força do circuito de auto stop.

Aperta-se o botão de partida no circuito contador e também o botão de partida do circuito de auto stop.

Selecione o disparo para positivo do circuito contador e aperte a antena S5 automática. Neste instante a lâmpada automática começará a piscar, logo em sequência selecione como teste os thumbweel switches dos circuitos contador para a conta-

gem 03. Aperte o botão load apenas uma vez, neste instante o painel contador irá mostrar o número 03, logo em seguida gire o botão de função no circuito auto stop até acender a lâmpada gravação, aperte a tecla partida e espere gravar os três tons na fita. Faça isso três vezes consecutivas e mantenha gravando todos os tons numa fita magnética; ligue os cabos como descreve o artigo anterior. Reproduza os tons gravados anteriormente. A cada fim de uma sequência de três tons o contador irá decrementar uma unidade. No fim do último tom, do último grupo de três, fará com que o contador chegue a zero, neste instante todo equipamento será desligado inclusive o próprio contador.

Para uma operação normal do contador independente do circuito detetor de tons, selecione os thumbweel switches para o valor desejado e em seguida aperte o botão carga. Selecione para automático e coloque o Jisparo conforme a necessidade. Caso o disparo estiver em negativo o sinal que entrar em J1 será invertido, se o disparo estiver em positivo o sinal de entrada em J1 permanecerá.

Este sinal de entrada deverá ter 5 Volts (de 0 a 5 Volts em onda quadrada), e a cada vez que entrar em J1 irá decrementar o display a partida da posição selecionada. Quando o display chegar a zero no conector J3 deixará de existir força, desligando assim o equipamento externo e o próprio contador. Quando o leitor não desejar que o circuito contador desligue o equipamento ligado a J3 selecione o contador para manual apertando o botão manual, assim a lâmpada led "manual" irá piscar avisando que, mesmo que pulsos entrem na entrada do contador e decrementem o valor do mesmo nada afetará o circuito externo mesmo que o display chegue a zero. Desta forma toda energia entrada em F1 sairá em J3 independente de qualquer circuito, até o momento que o leitor retorne para automático. Neste instante o circuito contador verificará o display, caso este esteja em zero será desligada a unidade inteira inclusive a carga externa, caso não esteja, esperará até que o valor no display chegue a zero.

Acreditamos que o leitor poderá ter inúmeras aplicações para este contador em separado. Deixamos a critério do leitor a melhor forma de uso deste aparelho. A montagem está bem simplificada e orientada, por isso não acreditamos que poderá haver falhas. O circuito foi devidamente testado e encontra-se à disposição em nossos laboratórios.

## TABELAS DE FIAÇÃO

**Tabela 1: Painel Dianteiro**

DS1 (c) - DS2 (c) LP2 (catodo) LPe (catodo) TH1 (c) - TH2 (c)
LP1 (a) R1 (a)
R1(b) S6 (a)
LP1 (b) S5 (c)

**Tabela 2: Painel dianteiro para conector C1**

| | |
|---|---|
| DS1 (7) CI (14) | DS2 (7) CI (7) |
| DS1 (6) CI (15) | DS2 (6) CI (8) |
| DS1 (4) CI (16) | DS2 (4) CI (9) |
| DS1 (2) CI (17) | DS2 (2) CI (10) |
| DS1 (1) CI (18) | DS2 (1) CI (11) |
| DS1 (9) CI (12) | DS2 (9) CI (5) |
| DS1 (10) CI (13) | DS2 (10) CI (6) |
| S6 (b) CI (2) | LP3 (anodo) CI (20) |
| S6 (a) CI (1) | LP3 (catodo) CI (21) |
| LP2 (anodo) CI (19) | S4 (a) CI (22) |

**Tabela 3: Painel dianteiro para Plug P2**

| | |
|---|---|
| TH1 (1) P2 (9) | TH2 (8) P2 (16) |
| TH1 (2) P2 (10) | S3 - P2 (8) |
| TH1 (4) P2 (11) | S1 - P2 (1) |
| TH1 (8) P2 (12) | S2 - P2 (2) |
| TH2 (1) P2 (13) | S4 (b) - P2 (3) |
| TH2 (2) P2 (14) | S4 (c) - P2 (4) |
| TH2 (4) P2 (15) | |

**Tabela 4: Painel dianteiro para TB**

S5 (a) TB (1) S5 (c) TB (2)

**Tabela 5: Painel Traseiro para TB**

Obs: T1 é considerado painel Traseiro

| | |
|---|---|
| T1 (a) - TB (5) | J2 (a) - TB (9) |
| T1 (b) - TB (6) | J2 (b) - TB (10) |
| T1 (c) - TB (2) | J3 (a) - TB (2) |
| T1 (d) - TB (3) | J3 (b) - TB (3) |
| J1 (a) - TB (7) | F1 (a) - TB (1) |
| J1 (b) - TB (8) | F1 (b) - TB (4) |

**Tabela 6: Plug P2 para TB**

P2 (5) - TB (8) P2 (6) - TB (7) P2 (7) - TB (10)

**Tabela 7: Conector CI para TB:**

| | |
|---|---|
| CI (1) - TB (3) | CI (3) - TB (5) |
| CI (2) - TB (4) | CI (4) - TB (6) |

**Tabela 8: Placa de fiação**

B1 (5 - 10 - 9 - 8) TERRA
B1 (16) Vcc
B1 (4) C2 - 9 R17 (a)
B1 (12) C2-10 R18 (a)
B1 (13) C2-11 R19 (a)
B1 (3) C2-12 R20 (a)
R17 (b) R18 (b) R19 (b) R20 (b) Vcc
B3 (3) C2-3
B1 (1) B2 (1) C2-8 R16 (a) CB (a)
R16 (b) Terra
C8 (b) Terra
B1 (6) A 3 (7)
B1 (11) A3 (1)
B1 (14) A3 (2)
B1 (2) A3 (6)
B1 (7) B2 (5)
B2 (8 - 9 - 10) Terra
B2 (16) Vcc
B2 (6) A2 (7)
B2 (11) A2 (1)
B2 (14) A2 (2)
B2 (2) A2 (6)
B2 (7) B3 (13) B4 (2)
B2 (4) C2-13 R21 (a)
B2 (12) C2-14 R22 (a)
B2 (13) C2-15 R23 (a)
B2 (3) C2-16 R24 (a)
R21 (b) R22 (b) R23 (b) R24 (b) Vcc
A3 (3-4) Vcc
A3 (5) Terra
A3 (16) Vcc
A3 (8) Terra
A3 (13) R25 (b)
R25 (a) PI-14
A3 (12) R26 (b)
R26 (a) PI-15
A3 (11) R27 (b)

R27 (a) PI-16
A3 (10) R28 (b)
R28 (b) PI-17
A3 (9) R29 (b)
R29 (a) PI-18
A3 (15) R30 (b)
A30 (a) PI-12
A3 (14) R31 (b)
R31 (a) PI-13
A2 (3 - 4 - 16) Vcc
A2 (5-8) Terra
A2 (13) R32 (b)
R32(a) PI-7
A2 (12) R33 (b)
R33 (a) PI-8
A2 (11) R34 (b)
R34 (a) PI-9
A2 (10) R35 (b)
R35 (a) PI-10
A2 (9) R36 (b)
R36 (a) PI-11
A2 (15) R37 (b)
R37 (a) PI-5
A2 (14) R38 (b)
R 38 (a) PI-6
C2 - 5 Terra
C2 - 4 B3 (2-1)R14 (a)
R14 (b) Vcc
PI-22 B1 (15) B2 (15)
R13 (b) B4 (3)
B4 (1) Terra
B4 (4-16) R15 (a) Vcc
R15 (b) B4 (14-15) C7 (a)
C7 (b) Terra
R13 (a) D1 (a) C2-7
PI-1 CR2 (n)
PI-2 (CR2 (n)
CR2 (+) SCR-1 (a) Na (1)
CR2 (- ) SCR-1 (b)
SCR1 (c) R2 (a)
R9 (b) C1-7
C1 (5) Terra
C1 (8-12) R10 (a) Vcc
C1 (10-11) R10 (b) C2 (b)
C2 (c) Terra
C1 (6) B3 (11)
PI (19) R3 (a)
R3 (b) C4b(7)
C4b (5) Terra
C4b (12) R4 (a) Vcc
C4b (11) R4 (b) R5 (b)
C4b (10) R5 (c) C3 (c) C4b (6-10)
C3 (d) Terra
C4b (8) B3 (10) B3 (12-6)
PI-20 R6 (a)
R6 (b) C4a (3)
C4a (1) Terra
C4a (16) R7 (a) Vcc
C4a (15) R7 (b) R8 (b)
D1 (b) Terra.
C4a (14) R8 (c) C4 (c) C4a (2)
C4 (d) Terra
C4a (4) B3 (4-9)
B3 (5) R11 (a) C5 (a) C2-1
R11 (b) Terra
C5 (b) Terra
B3 (8) R12 (a) C6 (a) C2-2
R12 (b) Terra
C6 (b) Terra
PI-3 CR1 (n)
PI-4 CR1 (n)
CR1 (+) C1 (a) VR1 (a)
CR1 (-) C1 (b) VR1 (b) PI-21 Terra
VR1 (c) Vcc
B3 (14) Vcc
B3 (7) Terra
R9 (a) RL2-a D2 (a) C8 (a)
RL2-b D2 (b) C8 (b) Terra
Na (1) SCR1(a) CR2 (+ )
Na (2) R2 (b)

## LISTA DE MATERIAL

| | | |
|---|---|---|
| R1 - 270K | R14 - 100K | R27 - 470 |
| R2 - 22K | R15 - 100K | R28 - 470 |
| R3 - 470 | R16 - 10M | R29 - 470 |
| R4 - 470 | R17 - 100K | R30 - 470 |
| R5 - 820 | R18 - 100K | R31 - 470 |
| R6 - 470 | R19 - 100K | R32 - 470 |
| R7 - 470 | R20 - 100K | R33 - 470 |
| R8 - 820 | R21 - 100K | R34 - 470 |
| R9 - 220 | R22 - 100K | R35 - 470 |
| R10 - 10M | R23 - 100K | R36 - 470 |
| R11 - 10M | R24 - 100K | R37 - 470 |
| R12 - 10M | R25 - 470 | R38 - 470 |
| R13 - 47 | R26 - 470 | |

R em Ω

| | |
|---|---|
| C1 - 1000uF/15V | C5 - 680pF |
| C2 - 10uF | C6 - 680pF |
| C3 - 10uF | C7 - 10uF |
| C4 - 10uF | C8 - 680pF |
| Fi - cabo de força | S6 - Chave Pressão |
| TB - Régua 10 pinos | CR2 - Ponte BY164 |
| J3 - Tomada | CR1 - Ponte PF10 |
| SS - Chave HH - | SCR1 - 52008L |
| ON - OFF - A4 | VR1 - 7808 |
| | LP2 - Led Vermelho |
| LPI - Lâmpada neon | LP3 - Led Vermelho |

RL1 - REED SWITCH COM BOBINA DE 5V
RL2 - REED SWITCH COM BOBINA DE 5V
C4b - 555
C4a - 555
C1 - 555
B3 - 4001
S1 - Prego
S2 - Prego
J1 - Rca Femea
J2 - Rca Femea
D1 - 1N 4008
S4 - Chave HH-ON-OFF
T1 - Transformador 110/7,5V
B4 - 555
TH1 - THUMB WELL SWITCHES
TH2 - THUMB WELL SWITCHES
B1 - 4029
B2 - 4511
DS1 - FND 560
DS2 - FND 560
S3 - Prego
C1 - CONECTOR C1
C2 - CONECTOR C2

# entendendo o decibel

Aquilino R. Leal

A unidade decibel, ainda que importante no campo da eletricidade, é pouco conhecida, teoricamente, por todos àqueles que, de uma ou outra forma lidam com eletrônica e/ou telecomunicações.

Não se pretende com este trabalho por um término às dificuldades nem tampouco expor toda a complexa teoria do decibel e sim, fornecer elementos básicos para um justo e perfeito entendimento desta unidade.

A maioria dos dispositivos em eletricidade podem ser considerados como quadripolos que nada mais são do que redes com dois acessos de entrada e outros dois de saída; normalmente, um acesso é comum tanto à entrada como à saída — figura 1 (B) — é o caso do transistor por exemplo — figura 2.

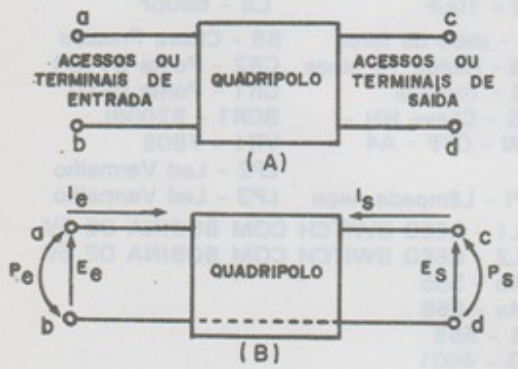



FIGURA 1 - Ie - CORRENTE DE ENTRADA;
Is - CORRENTE DE SAÍDA;
Ee - TENSÃO DE ENTRADA;
Es - TENSÃO DE SAÍDA;
Es - TENSÃO DE SAÍDA;
Pe - POTÊNCIA DE ENTRADA;
Ps - POTÊNCIA DE SAÍDA.

Os quadripolos são constituídos por circuitos elétricos tanto ativos como passivos. Os quadripolos ativos fazem com que a potência de saída $P_S$ seja maior que a de entrada $P_e$ enquanto nos passivos ocorre o contrário, isto é: $P_S$ $P_e$.

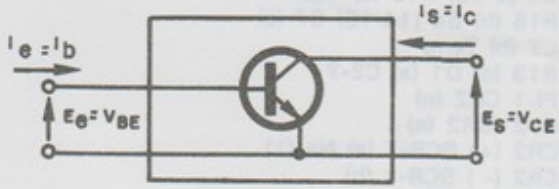



Figura 2 - O Transistor como Quadripolo.

Os quadripolos que aumentam a intensidade de potência produzem o que se denomina de ganho enquanto a perda de potência, característica dos quadripolos passivos, é chamada atenuação.

Consideremos o quadripolo mostrado na figura 1(A). Suponhamos diferentes quantidades de potência de sinal aplicadas aos terminais de entrada a e b desse quadripolo e que as pontência correspondentes que surgem nos terminais de saída c e d sejam medidas, fornecendo os resultados mostrados na tabela I seguinte.

TABELA I

| Potência de entrada - Pe (miliwatts - mW) | Potência de saída - Ps (miliwatts - mW) |
|---|---|
| 3 | 1 |
| 6 | 2 |
| 9 | 3 |

Dessas quantidades, as **perdas absolutas de potência** no quadripolo podem ser determinadas como a diferença entre as potências de entrada e as potências de saída, como mostrado na tabela II.

TABELA II

| Pe (mW) | Ps (mW) | Perda de potência - Pp (mW) |
|---|---|---|
| 3 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 4 |
| 9 | 3 | 6 |

É evidente que a característica de atenuação do quadripolo não pode ser definida unívocamente em termos de perda absoluta de potência porque a quantidade de potência perdida depende da quantidade de potência introduzida nos terminais de entrada; para um dado valor de potência de entrada, digamos, de 15 mW será trabalhoso determinar a perda de potência bem como calcular a potência de saída do quadripolo. Observamos, no entanto, que a relação entre a potência de saída e a potência de entrada permanece constante, como se pode verificar na tabela II.

A relação entre a potência de saída e a potência de entrada ($P_s/P_e$) proporciona, portanto, uma caracterização da atenuação do quadripolo; podemos dizer então que o **fator de atenuação** (fA) no nosso caso é 1/3, representando que o valor da potência de saída é sempre a terça parte do valor da potência de entrada. Para o caso anterior dos 15 mW de entrada, poderemos garantir que a potência de saída será de 15 mW ÷ 3 = 5 mW enquanto a perda de potência será de 15 mW - 5 mW = 10 mW.

O fator de atenuação de qualquer quadripolo pode ser definido como:

$$\text{fator de atenuação} = \frac{\text{potência de saída}}{\text{potência de entrada}} \quad (I)$$

ou $f_A = \frac{P_s}{P_e}$

Caso tivéssemos quatro desses quadripolos ligados conforme mostra a figura 3 e, se forem aplicados aos terminais de entrada $a_1$ e $b_1$ uma potência de 162 mW, os níveis de potência nos vários pontos do sistema assim constituído, seriam os mostrados na tabela IV.

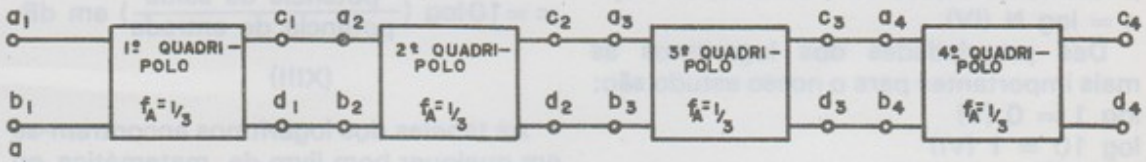



Figura 3 - Associação de Quadripolos em Série.

Observa-se que o fator de atenuação do sistema como um todo pode ser determinado multiplicando-se os fatores de atenuação dos quadripolos individuais que constituem o sistema, isto é:

$$(\frac{1}{3}) \times (\frac{1}{3}) \times (\frac{1}{3}) \times (\frac{1}{3}) = \frac{1}{81}$$

Portanto, o favor de atenuação de qualquer sistema, ainda que complexo, poderá ser determinado multiplicando-se os fatores de atenuação dos componentes individuais que compreendem o sistema, ou seja:

$f_A \text{ total} = f_{A1} \times f_{A2} \times f_{A3} \times \ldots \times f_{An}$ (II)

TABELA IV

| QUADRIPOLO | Pe (mW) | Ps (mW) | $f_A$ |
|---|---|---|---|
| primeiro | 162 | 54 | 1/3 |
| segundo | 54 | 18 | 1/3 |
| terceiro | 18 | 6 | 1/3 |
| quarto | 6 | 2 | 1/3 |
| sistema global | 162 | 2 | 1/81 |

É óbvio que o fator de atenuação é uma grandeza adimensional sempre menor que

a unidade, como vimos nos exemplos anteriores; tratando-se de ganhos, o fator, que no caso é de ganho, é sempre maior que a unidade. Quando não houver nem ganho nem atenuação propriamente ditos, isto é, quando o valor da potência de saída for igual ao da entrada, o fator de atenuação é unitário.

O procedimento acima para determinar o fator de atenuação do sistema global pode tornar-se enfadonho se um grande número de componentes (quadripolos) estiver envolvido. Por esta razão, a definição dada acima é modificada usando uma ferramenta matemática denominada logarítmo. Algumas propriedades mais importantes dessa ferramenta matemática serão recordadas antes de passarmos ao estudo da unidade decibel propriamente dita.

O logarítmo nada mais é do que uma função matemática por meio da qual um dado conjunto de números positivos é transformado num outro conjunto numérico relacionado com o primeiro, ou seja: para todo número positivo N existe um outro número n, positivo, negativo ou nulo, tal que n é o logarítmo de N na base 10, que se escreve:

$n = \log_{10} N$ (III)

Usualmente a base 10 é omitida, ou seja:

$n = \log N$ (IV)

Das propriedades dos logarítmos as mais importantes para o nosso estudo são:

$\log 1 = 0$ (V)

$\log 10 = 1$ (VI)

$\log 10^m = m$ (VII)

$\log N^b = b.\log N$ (VIII)

$\log \left(\frac{A}{B}\right) = \log A - \log B$ (IX)

$\log (A \times B) = \log A + \log B$ (X)

Pois bem, o fator de atenuação definido I é agora redefinido como: fator de atenuação $= \log \left(\frac{\text{potência de saída}}{\text{potência de entrada}}\right)$ ou

$$f_a = \log \left(\frac{P1}{Pe}\right) \quad \text{(XI)}$$

O fator de atenuação para cada um dos quadripolos do exemplo anterior torna-se, então:

$fa = \log \left(\frac{1}{3}\right)$

e o do sistema global torna-se:

$f_a = \log \left(\frac{1}{81}\right)$ ou, o que é a mesma coisa:

$f_a = \log \left(\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3}\right)$

de acordo com a expressão X vê-se que

$fa = \log \frac{1}{3} + \log \frac{1}{3} + \log \frac{1}{3} + \log \frac{1}{3}$

Então, temos agora um método pelo qual o fator de atenuação global de um sistema complexo pode ser determinado somando-se os fatores de atenuação ($f_a$) individuais em vez de multiplicá-los como sucedia para os fatores de atenuação designados por $f_a$. Isto acarreta uma simplificação nos procedimentos de cálculo.

Tendo em mente que a relação de potências é um número positivo, o fator de atenuação é, portanto, um número fixo n definido por

$$n = \log \left(\frac{\text{potência de saída}}{\text{potência de entrada}}\right) \quad \text{(XII)}$$

A unidade associada a n é o "Bel". Na maioria das aplicações o Bel é uma unidade muito grande para representar atenuações ou ganhos e, por isto, é dividida em dez partes iguais; cada uma dessas partes denomina-se "decibel" sendo abreviada por dB, então, empregando a letra grega alfa, simbolizada por $\alpha$, para designar o fator de atenuação, temos:

$$\alpha = 10 \log \left(\frac{\text{potência de saída}}{\text{potência de entrada}}\right) \text{ em dB} \quad \text{(XIII)}$$

As tabelas dos logarítmos encontram-se em qualquer bom livro de matemática ou podem ser obtidos através de uma das mini-calculadoras eletrônicas modernas. A título de ilustração foram tabelados os logarítmos de alguns números inteiros — tabela V.

| Nº | Log | Nº | Log |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 11 | 1,04 |
| 2 | 0,30 | 12 | 1,08 |
| 3 | 0,48 | 13 | 1,11 |
| 4 | 0,60 | 14 | 1,15 |
| 5 | 0,70 | 15 | 1,18 |
| 6 | 0,78 | 16 | 1,20 |
| 7 | 0,85 | 17 | 1,23 |
| 8 | 0,90 | 18 | 1,26 |
| 9 | 0,95 | 19 | 1,28 |
| 10 | 1,00 | 20 | 1,30 |

| Nº | Log | Nº | Log |
|---|---|---|---|
| 25 | 1,40 | 75 | 1,88 |
| 30 | 1,48 | 80 | 1,90 |
| 35 | 1,54 | 85 | 1,93 |
| 40 | 1,60 | 90 | 1,95 |
| 45 | 1,65 | 95 | 1,98 |
| 50 | 1,70 | 100 | 2,00 |
| 55 | 1,74 | 200 | 2,30 |
| 60 | 1,78 | 300 | 2,48 |
| 65 | 1,81 | 400 | 2,60 |
| 70 | 1,85 | 500 | 2,70 |

TABELA V

Para o exemplo dado, a atenuação dos quadrípolos componentes da figura 3 e, de acordo com a tabela V é:

$$x = 10 \log (\frac{1}{3}) = 10 [\log 1 - \log 3] = 10$$

$$[0 - 0{,}48] = -5 \text{ dB}$$

Do mesmo modo, a atenuação global do sistema é:

$$x = 10 \log (\frac{1}{81}) = 10 [\log 1 - \log 81] =$$

$$10 (0 - 1{,}91] = -20 \text{ dB}$$

Observamos que somando-se as atenuações dos componentes individuais encontramos a atenuação global do sistema. Outra particularidade é a que, quando, a potência de saída for menor que a de entrada o resultado, em dB, é negativo; isto indica uma perda de potência. Quando a potência de saída for maior que a de entrada o resultado calculado é positivo, indicando um ganho de potência, no entanto é evidente que duas quantidades fixas de potência formam sempre o mesmo valor absoluto em dB em virtude da propriedade IX dos logarítimos, apenas o sinal negativo é omitido, sendo substituído pela expressão "atenuação". Nos dois casos anteriores, por exemplo, costuma-se dizer, respectivamente, atenuação de 5dB e atenuação de 20dB.

Outra vantagem de se usar a unidade decibel é a de reduzir a incômoda faixa de números associados a relações de potência a números muito mais convenientes, portanto mais fáceis de serem manuseados. Por exemplo, os níveis de potência típicos dos sinais transmitidos através de uma rede telefônica são da ordem de 0,001W enquanto as potências de ruído que tendem a interferir com os sinais telefônicos são da ordem de 0,000 000 000 001 W; a relação entre essas duas quantidades (relação sinal-ruído) de potências é:

$$\frac{0{,}000\ 000\ 000\ 001}{0{,}001} = 0{,}000\ 000\ 001$$

usando no entanto a unidade decibel vem:

$$10 \log (\frac{0{,}000\ 000\ 000\ 001}{0{,}001}) = 10 \log$$

$$(\frac{10^{-12}}{10^{-3}}) = 10 \log 10^{-9} = 10x(-9) = -90 \text{dB}.$$

Convenhamos que é muito mais cômodo a manipulação do número -90 (dB) do que 0,000 000 001.

O decibel foi definido como uma relação entre potências e por esta razão o mesmo não mede potências e sim fornece a relação entre duas potências quaisquer, isto é, a relação decibel é simplesmente uma declaração de quanto a potência de um ponto de circuito excede a potência de um outro ponto.

As aplicações de transmissão telefônica, entre outras, geralmente não se preocupam com a diferença entre dois níveis arbitrários de potência mas sim com a diferença entre um dado nível de potência e alguma potência de referência fixa.

A diferença a que nos referimos pode ser determinada pela generalização da equação XIII: a diferença entre dois níveis de potência $P_1$ e $P_2$, em dB, é:

$$nº \text{ de dB} = 10 \log (\frac{P_1}{P_2}) \quad \text{(XIV)}$$

em que $P_1$ e $P_2$ são potências expressas numa mesma unidade.

Fixando convenientemente o valor de $P_2$ poderemos expressar a potência $P_1$, em termos de decíbeis, por intermédio da relação anterior. Este valor nos dirá quantas vêzes, logarítmicamente, $P_1$ será maior que $P_2$ pré-fixada.

O valor de $P_2$ como dissemos, irá depender da aplicação. Para aplicações que empregam níveis altos de potência faremos a potência de referência — $P_2$ — ser igual a 1W; neste caso a potência $P_1$ é dita estar "tantos dB acima de um watt", abreviado dbW, isto é:

$$\left.\begin{array}{l} nº \text{ de dBW} = 10 \log P_1 \\ P_1 - \text{em watts.} \end{array}\right\} \text{(XV)}$$

Assim, se num dado ponto de um dispo-

sitivo tivermos uma potência de, digamos, 4W, vem:

nº de dBW = 10 log 4 = 10 x 0,60 = 6dbW

ou seja: a potência no ponto em pauta está 6dB acima de um watt ou, o que é a mesma coisa: a potência do ponto em questão é de 6dBW.

Se no mesmo ponto tivéssemos uma potência de 0,3W, teríamos:

$$\text{nº de dBW} = 10 \log 0{,}3 = 10 \log \left(\frac{3}{10}\right) =$$

$$= 10 [\log 3 - \log 10] = 10 (0{,}48 - 1) =$$

$$= - 5{,}2 \text{ dBW.}$$

O sinal negativo indica que a potência no ponto é menor que um watt e que a mesma se encontra a 5,2 dB abaixo de um watt ou, ainda, a potencia no ponto em questão é de - 5,2 dBW.

Outra unidade comum relacionada com o decibel é obtida ao se fazer com que a potência de referência — $P_2$ — assuma o valor de $10^{-3}$ watts (um miliwatt). Neste caso, a potência $P_1$ é dita ser "tantos dB acima de um miliwatt", abreviado dBm; isto é:

$$\left.\begin{array}{l}\text{nº de dBm} = 10 \log P_1 \\ P_1 \text{ — em miliwatts.}\end{array}\right\} \quad \text{(XVI)}$$

Exemplificando: se $P_1 = 4W$, esta potência pode ser expressa como:

nº de dBm = 10 log 4000 = 10 x 3,60 = = 36 dBm

lembrar que 4W = 4000 mW.

Outra unidade que é aplicada em transmissão é obtida assumindo-se uma potência de referência de $10^{-6}$ watts (um microwatt). Uma potência $P_1$ é dita, então, "tantos dB acima de um microwatt", abreviando-se por dBmw e dada por: nº de

$$\left.\begin{array}{l}\text{dBmw} = 10 \text{ logo } P_1 \\ P_1 \text{ - em microwatts}\end{array}\right\} \quad \text{(XVII)}$$

Para o exemplo acima teremos:

P1 = 4w = 4000 miliwatts = 4 000 000 microwatts, então:

nº de dBmw = 10 log 4 000 000 = 10 log $4.10^6$ = 10 [log 4 + log $10^6$] = 10 (0,60 + 6) = 66 dBmw.

Como geralmente as potências de ruído ("noise" em inglês) são da ordem de $10^{-12}$ watts (um picowatt) se toma isto como referência para potências de ruídos então, $P_1$ pode ser expressa em "dB acima do ruído de referência", abreviado por $dB_{nr}$ e definido por:

$$\left.\begin{array}{l}\text{nº de } dB_{nr} = 10 \log P_1 \\ P_1 \text{ - em microwatts.}\end{array}\right\} \quad \text{(XVIII)}$$

Neste caso o nível de potência de 4W dos exemplos precedentes pode ser expresso como nº de $dB_{rn}$ = 10 logo 4 000 000 000 000 = 10 log $4.10^{12}$ = 10 [ log 4 + log $10^{12}$] = 10 (0,60 + 12) = 126 $dB_{rn}$

Em tempo: o "rn" minúsculo da expressão dBrn nada mais é do que a abreviatura da expressão inglesa "reference noise" - ruído de referência.

De acordo com as expressões XV e XVIII têm-se as seguintes correspondências:

1 W → 0 dBW = 30 dBm = 60 dBmw = 120 dBrn

1mW → -30dBW = 0 dBm = 30 dBmw = 60 dBrn

1μW → -60dBW = -30dBm = 0 dBmw = 30 dBrn

1pW → -120dBW = -60dBm = -30dBmw = 0dBrn

Isto nos permite escrever as seguintes igualdades que relacionam os quatro decibéis de referência definidos anteriormente.

$$\alpha \text{ dBW} = (\alpha + 30 \text{ dBm}) = (\alpha + 60) \text{ dBmw} = (\alpha + 120) \text{ dB}_{nr} \quad \text{(XIX)}$$

A corrente e a tensão também podem ser relacionadas logaritmicamente da mesma forma que as potências. Considerando um quadripolo cujas inepedâncias de entrada e saída sejam iguáis tanto em módulo como em ângulo de fase, poderemos escrever, a partir da expressão XIII, levando em consideração que:

$P = I^2Z$ ou $P = \frac{E^2}{Z}$ - da primeira:

$$\text{nº de dB} = 10 \log \frac{I^2_s Z}{I^2_e Z} = 10 \log \frac{I^2_s}{I^2_e} =$$

$$= 10 \log \left(\frac{I_s}{I_e}\right)^2 \text{ finalmente:}$$

$$\text{nº de dB (em corrente)} = 20 \log \left(\frac{I_s}{I_e}\right) \quad \text{(XX)}$$

- da segunda

$$\text{nº de dB} = 10 \log \frac{E1/Z}{Ee^2/Z} = 10 \log \frac{E^2_s}{E^2_e} =$$

$$= 10 \log \left(\frac{Es}{Ee}\right)^2 \text{ finalmente:}$$

$$\text{nº de dB (em tensão)} = 20 \log \left(\frac{Es}{Ee}\right) \quad \text{(XXI)}$$

As duas expressões acima mostram claramente que o ganho em tensão ou em corrente é numericamente igual ao dobro do ganho de potência do quadrípolo em questão...

# RUIDO NAS TELECOMUNICAÇÕES

*J.C. Costa*

**ÚLTIMA PARTE**

## RESUMO

Até agora foram analisados com algum detalhe as diversas fontes que perturbam as comunicações que utilizam dispositivos eletromagnéticos: os transistores introduzem ruído, as válvulas também, as antenas captam ruído, etc.

O nosso objetivo agora é mostrar como é que, na prática, nós tratamos essas fontes. Para isso iremos analisar:

- a noção de fator de ruído
- o caso de recepção em onda curta AM
- o caso de recepção emVHF/UHF FM

## FATOR DE RUÍDO

### Noção básica

Quando se analisou um amplificador com um triodo, constatou-se que a tensão de ruído (em 20 kHz) na saída seria de 0,52 μV se a válvula e os resistores não fossem ruidosos mas que como o são, se tinha na saída 2,6 μV de ruído.

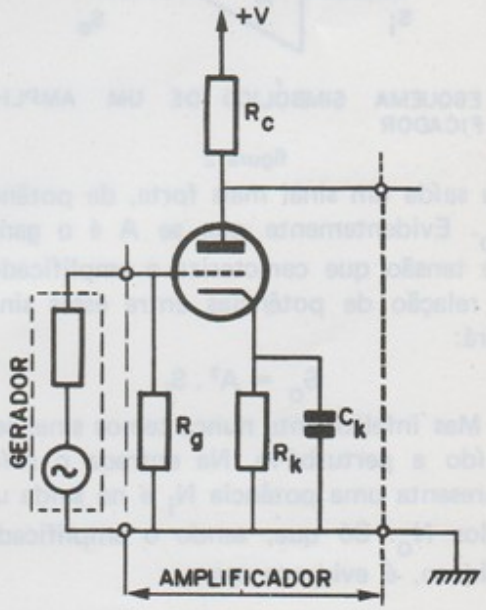



figura 1

Não há dúvida que a presença de fontes perturbadoras no interior do amplifi-

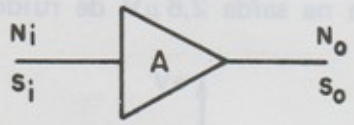
cador impuseram um ruído cerca de 5 vezes maior na saída.

Embora esta piora seja inevitável, qualquer que seja o dispositivo ativo usado no amplificador, é evidente que não nos interessa usar dispositivos que piorem muito o ruído. Procuraremos sempre minimizar essa piora para que, ao injetarmos um sinal na entrada do amplificador, ele nos apareça na saída o menos perturbado possível.

Surge assim a necessidade de caracterizar cada amplificador quanto à piora que introduz: é de 5 vezes? é de 2 vezes? quanto é? A este fator chama-se Fator de Ruído ("Noise Figure" em inglês). Portanto este fator informa-nos do número de vezes que o ruído na saída é pior do que ele seria se o amplificador fosse ideal (não ruidoso).

**Definição. Esquema equivalente**

Um amplificador não se destina a trabalhar apenas com ruído. Ele recebe na entrada um sinal a amplificar com uma certa potencia $S_i$ (Fig. 2) que produzirá




ESQUEMA SIMBÓLICO DE UM AMPLIFICADOR

figura 2

na saída um sinal mais forte, de potência $S_o$. Evidentemente que se A é o ganho de tensão que caracteriza o amplificador, a relação de potências entre esses sinais será:

$$S_o = A^2 . S_i$$

Mas infelizmente nunca temos sinal sem ruído a perturbá-lo. Na entrada o ruído apresenta uma potência $N_i$ e na saída um valor $N_o$. Só que, sendo o amplificador ruidoso, é evidente que

$$N_o > A^2 N_i$$

o que quer dizer que a relação de $S_o$ para $N_o$ é pior que a de $S_i$ para $N_i$. O fator de ruído F, que procura traduzir este fato, é definido por

$$F = \frac{N_o}{A^2 N_i}$$

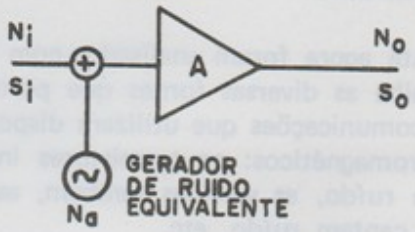
e é normalmente expresso em dB

$$F_{dB} = 10 \log \frac{N_o}{A^2 N_i}$$

$N_o$ = potência total de ruído na saída

$N_i$ = potência de ruído na entrada.

Dizer então que um amplificador de ruído tem um F = 3dB significa que o ruído $N_o$ é o dobro de $A^2 N_i$, ou seja, que o amplificador somou ao ruído $A^2 N_i$ um ruído interno de igual valor. Ou, de outra forma, que ao ruído $N_i$ que foi aplicado na entrada, e será amplificado, ele somou uma potência de ruído interno equivalente igual. Tudo se passa como se existisse uma fonte de ruído $N_a$ que traduzisse todas as fontes internas e colocada à entrada do amplificador.




CIRCUITO SIMBOLICO DO AMPLIFICADOR COM RUIDO.

figura 3

Chegamos assim a um esquema geral descritivo da ação do ruído interno em qualquer amplificador.

Para se determinar a potência de ruído $N_a$ que esse gerador equivalente produz, basta conhecer o fator F.

$$N_o = A^2 (N_i + N_a) = FA^2 N_i$$

$$N_a = N_i (F - 1)$$

Uma coisa no entanto salta à vista: a potência $N_a$ que é introduzida pelo gerador $N_a$ depende exclusivamente do amplificador, sua organização interna e ponto de funcionamento dispositivo ativo escolhido.

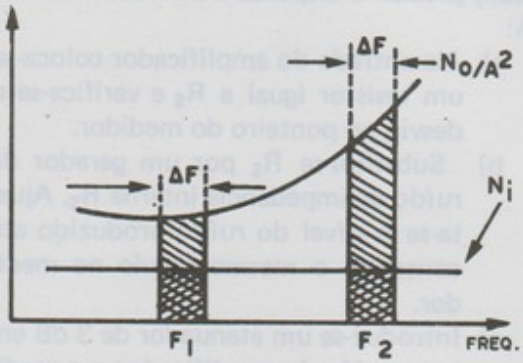
Mas $N_i$ pode ser qualquer, dependendo da fonte que produziu o sinal $S_i + N_i$. Pode ser outro amplificador, pode ser uma antena, um microfone, etc, etc. Resulta daqui que quanto maior $N_i$, menor será o efeito do ruído interno do amplificador e, portanto, menor F; e vice-versa. Parece assim, que caracterizar um aplificador por F sem explicitar qual o $N_i$ que foi usado, não é suficiente. Para eliminar essa dúvida, convencionou-se que $N_i$ é a potência de ruído térmico de um resistor à temperatura ambiente (290° K):

$$N_i = KT\Delta f$$

Um amplificador que tenha um F = 2dB (2dB corresponde a 1,58) significa que ele adiciona uma potência de ruído de 58% do valor do ruído térmico à temperatura ambiente.

Um aspecto até agora não mencionado refere-se à largura da banda $\Delta f$. Sabendo que uma potência de ruído depende de $\Delta f$, qual a banda a usar?

Se traçarmos curvas das densidades de potência de ruído $N_i$ e $N_o$ de um dado amplificador podemos encontrar uma situação do tipo da figura 4 : ruído branco na entrada(de acordo com o convencionado) e ruído variável na saída (o ganho A do amplificador e o ruído $N_a$ interno não são necessariamente constantes na frequência). Daqui resulta que:




CURVAS DE RUIDO NA ENTRADA E SAIDA DE UM AMPLIFICADOR.

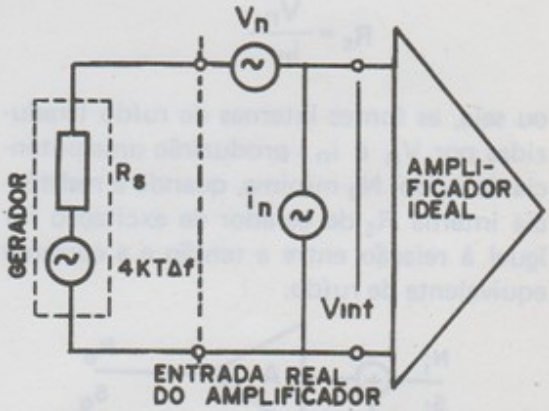
figura 4

- a piora introduzida pelo amplificador (fator F) pode depender da frequência; em $f_2$ o amplificador é mais ruidoso que em $f_1$.
- as potências $N_o$ e $N_i$ são medidas para uma mesma faixa $\Delta f$ em torno da mesma frequência f.
- a faixa $\Delta f$ deve ser suficientemente estreita para que o ruído seja uniforme dentro delas.
- o fator F não depende do valor (comum à entrada e à saída) de $\Delta f$ desde que dentro de $\Delta f$ o ruído seja uniforme.

## Minimização de F. Impedância de entrada

Quando se pretende construir um amplificador de elevada qualidade a elevada relação S/N que se pretende na saída exige que procure minimizar o fator F do aparelho.

Para além de um conjunto de medidas já enunciadas em artigos anteriores (escolha do dispositivo ativo, escolha do seu ponto de funcionamento, etc.) interessa-nos aqui ver a influência que o valor da impedância do gerador de excitação pode ter sobre F.



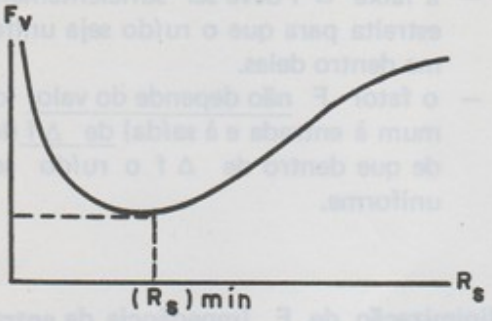

CIRCUITO EQUIVALENTE FONTES PARA O RUIDO DE UM AMPLIFICADOR.

figura 5

Recorrendo ao modêlo já visto com duas fontes equivalentes de ruído , a tensão total de ruído aplicada na entrada (impedância infinita) do amplificador ideal não ruidoso, é dada por

$$V_{ent} = \sqrt{4KT\,\Delta f R_s + V_n + i_n R_s}$$

manifestamente maior que a tensão que seria aplicada se não houvesse fontes $V_n$ e $i_n$ perturbadoras: $\sqrt{4KTR_S}\,\Delta f$.




CURVA DO FATOR DE RUIDO EM FUNÇÃO DE RS.

figura 6

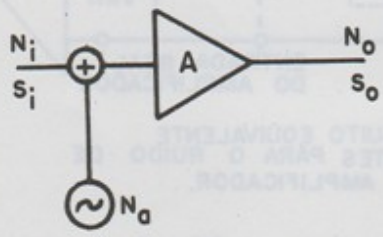
A piora de ruído

$$F_V = \frac{\sqrt{4KTR_S\,\Delta f} + V_n + i_n R_S}{\sqrt{4KTR_S\,\Delta f}}$$

depende do valor de $R_S$. Traçando a curva de $F_V$ em função de $R_S$, é possível concluir que o mínimo de $F_V$ se verifica para

$$R_S = \frac{V_n}{i_n}$$

ou seja, as fontes internas de ruído (traduzidas por $V_n$ e $i_n$) produzirão uma potência de ruído $N_a$ mínima, quando a resistência interna $R_S$ do gerador de excitação for igual à relação entre a tensão e a corrente equivalente de ruído.




CIRCUITO SIMBÓLICO DE UM AMPLIFICADOR COM RUÍDO

figura 7

Isto pode-nos levantar um problema: pelo lado da potência de sinal $S_i$ convêm-nos que haja adaptação de impedância entre $R_S$ e a impedância de entrada $R_i$ do amplificador para haver máxima transferência de potência; por outro lado, $R_S$ deve valer $\frac{V_n}{i_n}$ por uma questão de ruído.

Como, em geral, não há coincidência entre a impedância $R_i$ e o valor $\frac{V_n}{i_n}$ não podemos satisfazer às duas exigências ao mesmo tempo: ou se escolhe $R_S$ pelo critério do ruído ou pelo critério da máxima transferência de energia. Podemos, entretanto, escolher uma situação de compromisso ao mesmo tempo que se pode procurar escolher um ponto de funcionamento para o dispositivo ativo do amplificador que conduza a valores de $V_n$ e $i_n$ de quociente próximo de $R_i$.

Note-se que um transformador adaptador de impedâncias não resolverá este problema.

**Medição do fator F**

O processo teórico de medição, baseado na definição de F, é pouco rigoroso e implica no conhecimento do ganho A do amplificador:

- medir $N_i$ numa banda $\Delta f$
- determinar o ganho A
- medir $N_O$ na mesma banda $\Delta f$
- calcular $10 \log \left( \frac{N_O}{A^2 N_i} \right)$

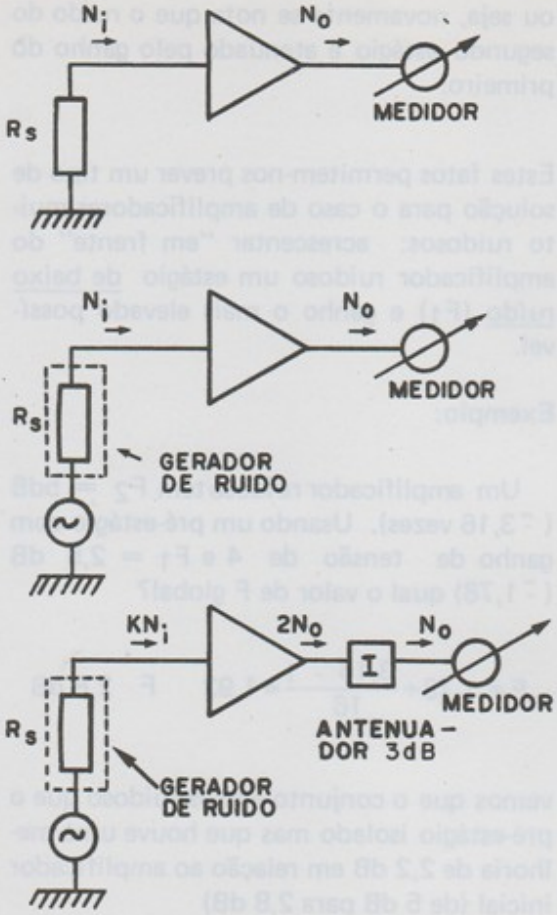
O método que normalmente se usa é mais fácil, preciso e dispensa o conhecimento de A:

a) Na entrada do amplificador coloca-se um resistor igual a $R_S$ e verifica-se o desvio no ponteiro do medidor.

b) Substitui-se $R_S$ por um gerador de ruído de impedância interna $R_S$. Ajusta-se o nível do ruído produzido até conseguir o mesmo desvio no medidor.

c) Introduz-se um atenuador de 3 dB entre a saída do amplificador e o medidor e incrementa-se o nível de ruído injetado pelo gerador de ruído até conseguir ainda o mesmo desvio do ponteiro do medidor.

Normalmente os geradores de ruído já dispõe de um medidor da potência $N_i$ que está sendo produzida. Se for K a relação




**ESQUEMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE MEDIÇAO DE F.**

figura 8

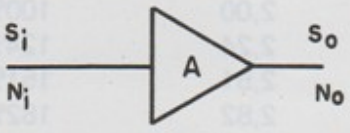
entre os níveis de ruído $N_i$ injetados em c) e b).

$$K = \frac{KN_i}{N_i}$$

o fator de ruído do amplificador é dado por

$$F_{dB} = 10 \log (K - 1)$$

Convém desde já mencionar um processo frequentemente utilizado em receptores para medir o seu fator de ruído.




**ESQUEMA SIMBÓLICO DE UM AMPLIFICADOR**

figura 9

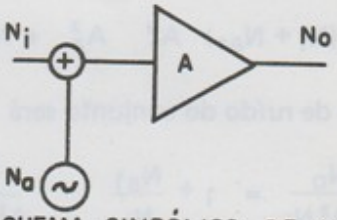
É conhecida a relação $(\frac{S}{N})_i$ porque se mede $S_i$ e se sabe que $N_i$ é ruído térmico. Mede-se a relação $(\frac{S}{N})_o$ na saída do receptor. O fator F é dado por

$$F_{dB} = 10 \log \left[ \frac{(\frac{S}{N})_i}{(\frac{S}{N})_o} \right]$$

**Influência do ganho sobre F**

De acôrdo com o nosso modelo de um amplificador ruidoso. o excesso de potência de ruído na saída

$$N_o - A^2 N_i = A^2 N_a$$




**ESQUEMA SIMBÓLICO DE UM AMPLIFICADOR COM RUIDO**

figura 10

é traduzido pelo gerador de ruído $N_a$. Se acontecer que o valor absoluto $A^2 Na$ desse excesso de ruído não depende do ganho A, então, aumentando A, a potencia equivalente de ruído $N_a$ baixa, pelo que o fator F

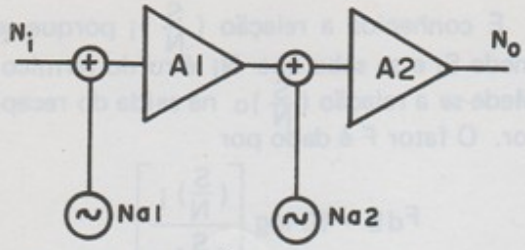
$$F = 1 + \frac{Na}{Ni}$$

também baixa.

Nem sempre se verifica isto, mas a realidade está a meio caminho deste caso.

Por esta razão somos levados a procurar trabalhar com amplificadores de alto ganho mas sem que isso implique em igualmente elevados valores para Na. Na prática temos que recorrer a vários amplificadores colocados em cascata para conseguir esses ganhos.

Vejamos o que acontece com dois amplificadores.




**ESQUEMA SIMBÓLICO DE DOIS AMPLIFICADORES RUIDOSOS EM CASCATA**

figura 11

O ganho total de tensão é

$$A = A_1 . A_2$$

e a potência total de ruído na saída é

$$N_o = (N_i + N_{a1})\ A_1^2\ \ A_2^2\ + Na_2\ A_2^2$$

O fator de ruído do conjunto será

$$F = \frac{N_o}{A^2 N_i} = 1 + \frac{N_{a1}}{N_i} + \frac{N_{a2}}{A_1^2\ N_i}$$

que nos fornece um conjunto de informações úteis:

— se recordarmos que

$$Fi = 1 + \frac{N_{a1}}{N_i} \qquad N_{a2} = Ni\ (F_2 - 1)$$

concluímos que

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1^2}$$

ou seja no fator de ruído do conjunto, o fator $F_2$ do segundo amplificador surge atenuado pelo ganho $A_1$ do primeiro.

— a fonte de ruído equivalente do conjunto vale

$$Na = Na1 + \frac{N_{a2}}{A_1^2}$$

ou seja, novamente se nota que o ruído do segundo estágio é atenuado pelo ganho do primeiro.

Estes fatos permitem-nos prever um tipo de solução para o caso de amplificadores muito ruidosos: acrescentar "em frente" do amplificador ruidoso um estágio de baixo ruído ($F_1$) e ganho o mais elevado possível.

Exemplo:

Um amplificador ruidoso tem $F_2 = 5dB$ ( ~3,16 vezes). Usando um pré-estágio com ganho de tensão de 4 e $F_1 = 2,5$ dB ( ~1,78) qual o valor de F global?

$$F = 1,78 + \frac{3,16 - 1}{16} = 1,92 \qquad F\ \ 2,8\ dB$$

vemos que o conjunto é mais ruidoso que o pré-estágio isolado mas que houve uma melhoria de 2,2 dB em relação ao amplificador inicial (de 5 dB para 2,8 dB)

Apresentamos em seguida uma tabela de conversão de F em dB para número de vezes de piora e porcentagem de excesso de ruído.

| dB | nº vezes | excesso de ruído em % |
|---|---|---|
| 0,0 | 1,00 | 0% |
| 0,5 | 1,12 | 12% |
| 1,0 | 1,26 | 26 % |
| 1,2 | 1,32 | 32% |
| 1,4 | 1,38 | 38% |
| 1,7 | 1,48 | 48% |
| 2,0 | 1,58 | 58% |
| 2,5 | 1,78 | 78% |
| 2,8 | 1,91 | 91% |
| 3,00 | 2,00 | 100% |
| 3,5 | 2,24 | 124% |
| 4,0 | 2,51 | 151% |
| 4,5 | 2,82 | 182% |
| 5,0 | 3,16 | 216% |
| 6,0 | 3,98 | 298% |
| 7,0 | 5,01 | 401% |

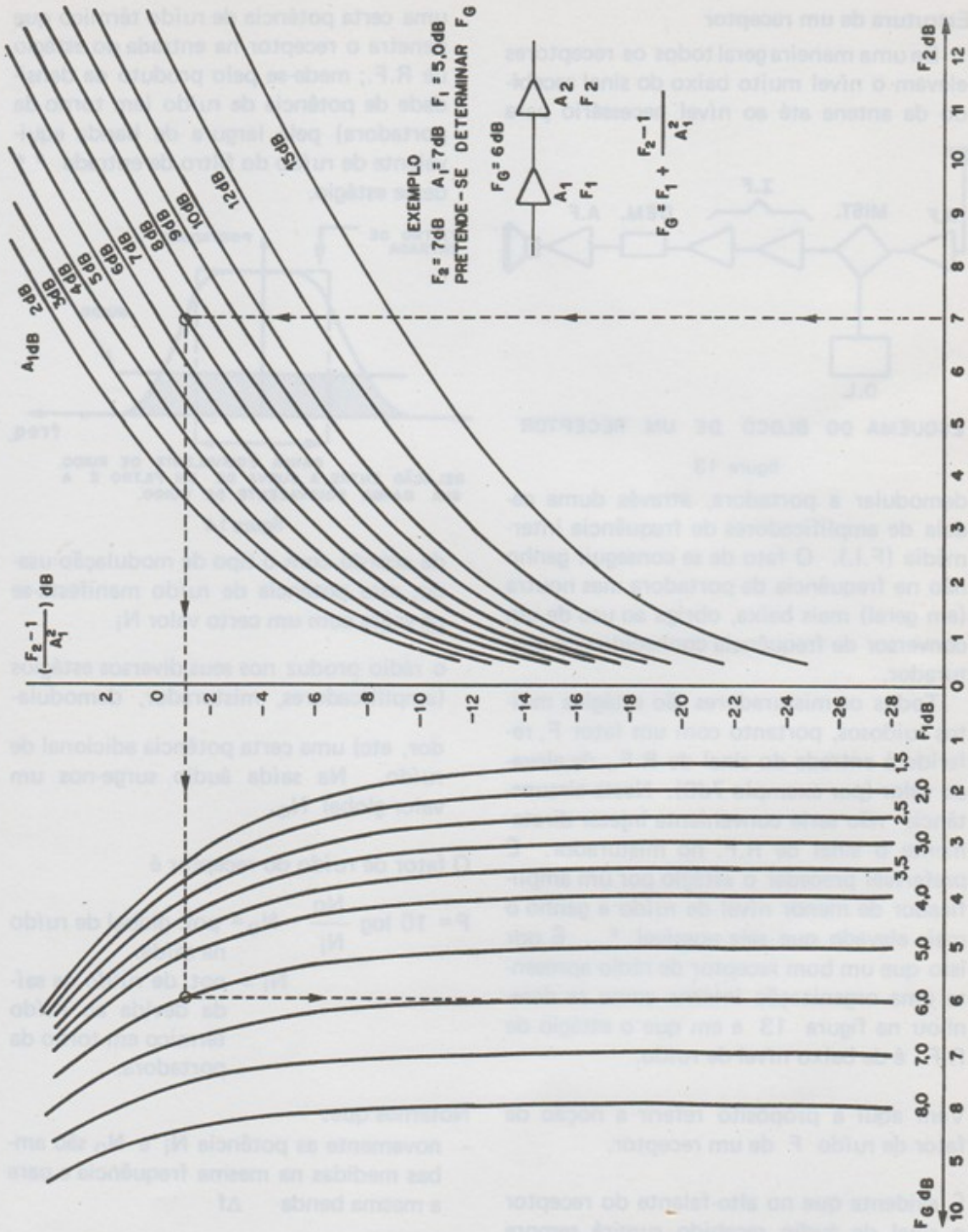
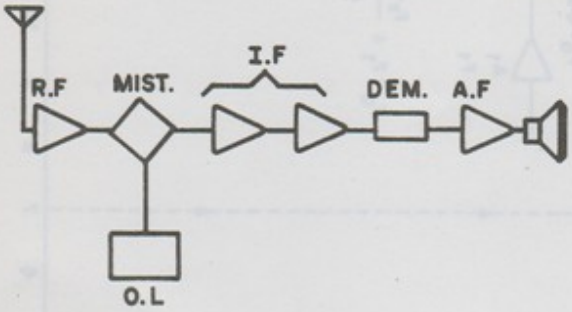

EXEMPLO
$F_2$= 7dB $A_1$=7dB $F_1$ =5,0dB
PRETENDE-SE DETERMINAR $F_G$
$F_G$= 6 dB
$A_2$ $F_2$
$A_1$ $F_1$
$F_G = F_1 + \frac{F_2-1}{A_1^2}$
$A_{1dB}$ 2dB 3dB 4dB 5dB 6dB 7dB 8dB 9dB 10dB 12dB 15dB
$(\frac{F_2-1}{A_1^2})$ dB
2 0 -2 -4 -6 -8 -10 -12 -14 -16 -18 -20 -22 -24 -26 -28
$F_{1dB}$
1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0
$F_G$ dB
$F_{2dB}$
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

figura 12

**Estrutura de um receptor**

De uma maneira geral todos os receptores elevam o nível muito baixo do sinal recebido da antena até ao nível necessário para




ESQUEMA DO BLOCO DE UM RECEPTOR

figura 13

demodular a portadora, através duma cadeia de amplificadores de frequência intermédia (F.I.). O fato de se conseguir ganho não na frequência da portadora mas noutra (em geral) mais baixa, obriga ao uso de um conversor de frequência conhecido por misturador.

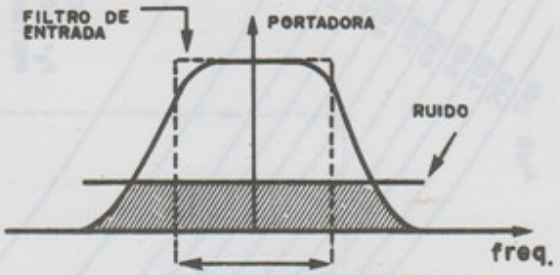
Todos os misturadores são estágios muitos ruidosos, portanto com um fator F, referido à entrada do sinal de R.F., de elevado valor (por exemplo 7dB). Nesta circunstância não seria conveniente injetar diretamente o sinal de R.F. no misturador. É preferível preceder o estágio por um amplificador de menor nível de ruído e ganho o mais elevado que seja possível * . É por isso que um bom receptor de rádio apresenta uma organização interna como se desenhou na figura 13 e em que o estágio de R.F. é de baixo nível de ruído.

Vem aqui a propósito referir a noção de fator de ruído F de um receptor.

É evidente que no alto-falante do receptor o sinal de áudio recebido surgirá sempre perturbado por um ruído tanto menor quanto melhor o rádio. Este ruído na saída resulta de:

* Convém salientar que existem em geral outras razões que não aconselham a usar um ganho demasiado alto para o estágio de R.F.

uma certa potência de ruído térmico que penetra o receptor na entrada do estágio de R.F.; mede-se pelo produto da densidade de potência de ruído (em torno da portadora) pela largura de banda equivalente de ruído do filtro de entrada ** desse estágio.




BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO.
RELAÇÃO ENTRE A CURVA DE UM FILTRO E A SUA BANDA EQUIVALENTE DE RUIDO.

figura 14

- de acordo com o tipo de modulação usado, esta potência de ruído manifesta-se na saída com um certo valor $N_i$
- o rádio produz nos seus diversos estágios (amplificadores, misturador, demodulador, etc) uma certa potência adicional de ruído. Na saída áudio surge-nos um valor global $N_o$.

O fator de ruído do receptor é

$$F = 10 \log \frac{No}{Ni}$$

$N_o$ = pot. global de ruído na saída.

$N_i$ = pot. de ruído na saída devida ao ruído térmico em torno da portadora.

Notemos que:

- novamente as potência $N_i$ e $N_o$ são ambas medidas na mesma frequência e para a mesma banda $\Delta f$
- o valor de $N_i$ depende do tipo de modulação. Para um mesmo filtro de R.F. **, será menor em FM que em AM.

** Em rigor é o filtro de F. I. que se deve considerar mas não aprofundamos o assunto.

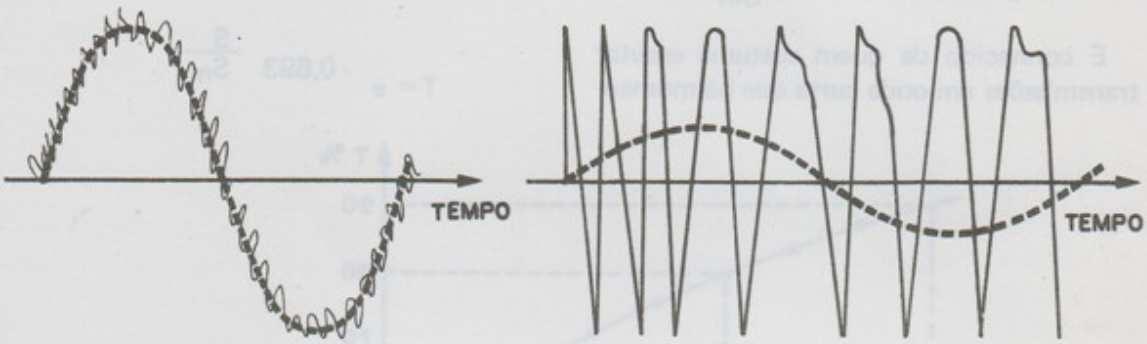
- o valor de $N_i$ é teórico já que não temos forma de o medir.

## Ruído em Ondas Curtas

### Introdução

Pode parecer à primeira vista que, havendo amplificadores, podemos captar uma emissão vinda de qualquer lado por mais fraca que nos chegue visto que não temos mais que aumentar tanto mais o ganho dos amplificadores quanto mais fraco for o sinal recebido na antena.

Na realidade isto não é verdade visto que é inevitável a presença de ruído: o sinal de R.F. recebido na antena já vem com ruído (atmosférico, humano, etc) e o receptor também acrescenta a sua parcela perturbadora. Quer dizer que se o sinal for muito fraco ele fica mascarado pelo ruído e não podemos demodular dele a informação útil.




CASO DE RUÍDO < SINAL

CASO DE RUÍDO > SINAL

EFEITO DO RUÍDO SOBRE UMA PORTADORA EM CASOS EXTREMOS

figura 15

E mesmo que o ruído seja menor que o sinal de R.F. recebido, é preciso que seja bastante menor para que o resultado da demodulação seja inteligível. É frequente em Ondas Curtas a recepção em tão más condições que o que ouvimos apenas dá para perceber que alguém está a falar mas não se entende o discurso.

Isto quer dizer que não basta amplificar. É preciso que o sinal de R.F. esteja um mínimo aceitável acima do ruído global. Conforme o tipo de modulação esse mínimo pode ser maior ou menor mas haverá sempre um limite inferior para a relação S/N na entrada do receptor.

O objetivo deste capítulo é mostrar através de um exemplo como se trata o problema do ruído.

### Fenomenos a considerar

Sabendo da presença de ruído, o que pretendemos é determinar qual deve ser o nível nominal do sinal de R.F. na entrada do receptor para garantir um mínimo para a relação $\frac{S}{N}$ na saída do mesmo. Para isso temos que considerar:

a) Fontes de ruídos externas: Fa
Na banda de ondas curtas normalmente consideradas unicamente o ruído atmosférico já que as outras fontes externas produzem níveis de ruído bastante mais baixos. Excetua-se aqui o ruído humano que poderá até exceder o atmosférico. No entanto, não o vamos considerar partindo do princípio que a antena receptora está localizada num local rural de baixo nível de ruído "man-made".

b) Fontes de ruído interna; FR
O somatório de todas as fontes internas (transistores, resistores, válvulas, etc) é traduzido pelo fator de ruído FR do receptor.

c) Flutuações do ruído em torno da média: $D_u$

É evidente que o ruído atmosférico não mantém um nível constante no tempo mas flutua aleatoriamente em torno de uma média. Para que, quando o ruído sobe, a nossa relação sinal ruído não se torne demasiado baixa, é melhor tomar como nível de ruído, não o seu valor médio, mas sim um valor um pouco acima e exigir que o mínimo de sinal de R.F. aceitável seja referido a esse valor.

d) "Fading" do sinal de R.F.: $\frac{S}{Sm}$

É conhecido de quem costuma escutar transmissões em onda curta que há momentos em que a transmissão enfraquece, momentos esses de duração e ocorrência imprevisíveis. Na realidade o sinal de R.F. que a antena recebe tem desvanecimentos tanto menos frequentes quanto mais profundos eles são.

Estes desvanecimentos seguem uma distribuição estatística de acordo com a lei de Rayleigh: se $S_m$ é a potência média do sinal de R.F., a percentagem de tempo T em que o sinal é mais forte que em um valor $S < S_m$ é dado por

$$T = e^{-0,693 \frac{S}{S_m}}$$

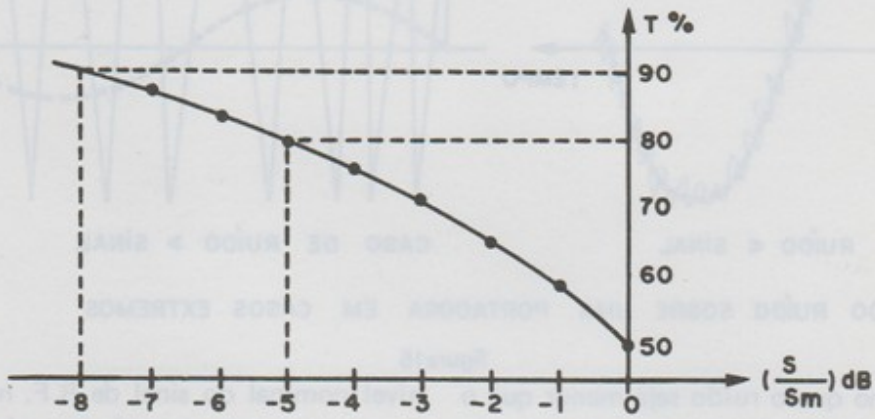



GRÁFICO DA DISTRIBUIÇÃO DE RAYLEIGH

figura 16

De acordo com esta lei, por exemplo durante 80% do tempo o sinal de R.F. recebido é mais forte que um sinal de 5 dB abaixo do nível médio.

Também ela nos informa que, se a relação $\frac{S}{N}$ mínima se verificar para um nível de recepção igual a $S_m$, então durante 50% do tempo a recepção é pior que o que se deseja porque $S < S_m$ e durante os restantes 50% ela é melhor porque $S > S_m$.

Em geral pretende-se que a recepção seja melhor que o mínimo pelo menos 90% o que nos obriga a conseguir esse mínimo $\frac{S}{N}$ para um potência S recebida menor que $S_m$.

Quanto menor? De acordo com a lei de Rayleigh deve ser 8 dB menor ou seja a potência média recebida deve estar 8 dB acima do nível de recepção que garante $\frac{S}{N}$ mínima aceitável.

**Exemplo de cálculo do nível de R.F.**

a) Nível médio de ruído na entrada do receptor

Suponhamos uma recepção em São Paulo no mês Julho e às 15.00 locais na banda dos 25 metros (12 MHz)

De acordo com o planisfério correspondente * o ruído externo atmosférico é caracterizado pelo fator

---

* vide artigo anterior sobre fontes externas de ruído.

Fam = 60 dB ( 1 MHz)

para a frequência de 1 MHz

para a frequência de 12 MHz o ruído vale

Fam = 35 dB (12 MHz)

Isto quer dizer que para uma faixa estreita qualquer $\Delta$ f em torno de 12 MHz o ruído atmosférico é 35 dB maior que o ruído térmico para a temperatura ambiente.

Se a transmissão for de rádio-difusão, a portadora vem modulada em amplitude ocupando uma faixa de 6 kHz.

Esta banda deixa passar uma potência de ruído térmico de

$N_T = -174 + 10 \log B = -174 + 38 = -136\ dB_m$

Portanto a potência média de ruído atmosférico é de

$N_a = -136 + 35 = -101\ dBm$

b) Correções do nível de ruído atmosférico.

O valor de 35 dB para $F_{am}$ está sujeito a um erro de leitura.

Na realidade em São Paulo ele poderá ser maior ou menor.

Por precaução vamos aceitar que 35 dB é pouco pelo que vamos acrescentar alguns dB. Sem entrar em pormenor tomamos para novo valor

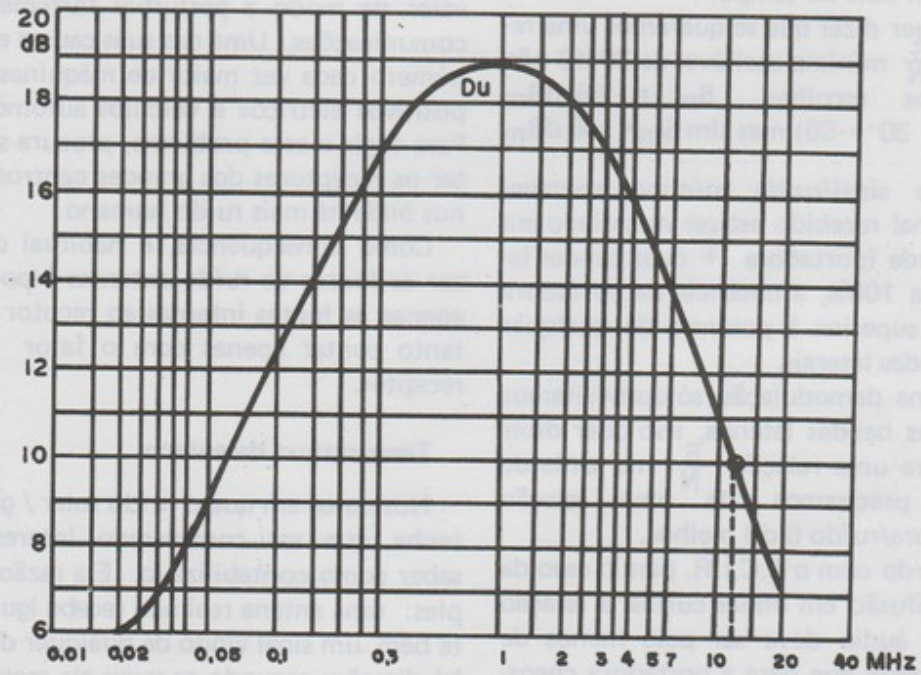
$F_{am} = 40\ dB$

Por outro lado estes 40 dB sofrem flutuações no tempo. Usando o decílio * superior $D_u$ para 12 MHz para garantir um máximo para o ruído tomamos

$(Du)_{12\ MHz} = 10 dB \Rightarrow (Fa)_{90\%} = 40 + 10 = 50\ dB$

Portanto o novo valor de ruído atmosférico será

$N_a = -136 + 50 = -86\ dB_m$




CURVA DO DECILIO SUPERIOR Du EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DA PORTADORA.

figura 17

Este valor de -86 dBm para São Paulo será excedido apenas 10%. Durante os restantes 90% do tempo ele será mais fraco. E também já tem 5 dB de folga para prever erros de medição.

c) Fator de ruído do receptor

Suponhamos que o receptor a utilizar tem um nível de ruído interno de

$$F_R = 5\ dB$$

Isto significa que ao ruído térmico que entra pela faixa de 6 kHz— - 136 $dB_m$ — o receptor junta mais uma parcela 2,16 vezes maior. De qualquer forma os 5 dB implicam um ruído equivalente na entrada de - 131 $dB_m$ o que é manifestamente menor que os - 86 $dB_m$ de ruído atmosférico. É compreensível, portanto, que se despreze esta fonte de ruído, ou seja, que não nos preocupemos com o fator de ruído do receptor.

d) "Fading" do sinal de R.F.

Contabilizando agora as flutuações do nível S do sinal de R.F. recebido na antena, já vimos que devemos trabalhar com um nível médio $S_m$ 8 dB acima do valor mínimo S que conduz a uma $\frac{S}{N}$ aceitável se queremos que esse S seja excedido em 90% do tempo.

Isto quer dizer que se queremos uma relação $\frac{S}{N}$ mínima aceitável de 30 dB não podemos escolher $S_m = -56\ dB_m$ ( -86 + 30 =-56) mas sim $S_m = -48\ dB_m$

e) Relação sinal/ruído mínima aceitável

Se o sinal recebido estiver modulado em amplitude (portadora + duas bandas laterais) a 100%, a potência da portadora é 6dB superior à potência de qualquer das bandas laterais.

Como na demodulação só aproveitamos uma das bandas laterais, isso quer dizer que para uma relação $\frac{S}{N}$ na saída de áudio precisamos de uma relação portadora/ruído 6 dB melhor.

De acordo com o C.C.I.R. para o caso da rádio-difusão em ondas curtas, a relação $\frac{S}{N}$ em áudio deve ser pelo menos de 26 dB pelo que para a portadora chegamos a 32 dB.

f) Conclusão

O nível médio da potência da portadora de R.F. deve valer

$$S_m = -86\ dB_m + 32\ dB + 8\ dB = -46\ dB_m$$

para que se consiga uma relação $\frac{S}{N}$ na saída áudio de pelo menos 26 dB durante uma porcentagem elevada de tempo.

## Ruído em VHF / UHF/ FM

### Introdução

Seguindo o procedimento análogo ao das Ondas Curtas, começamos por considerar as fontes externas de ruído.

Ora, na banda da ordem da centena de Megahertz as fontes que maior ruído produzem são:

- ruído humano
- ruído galático e solar

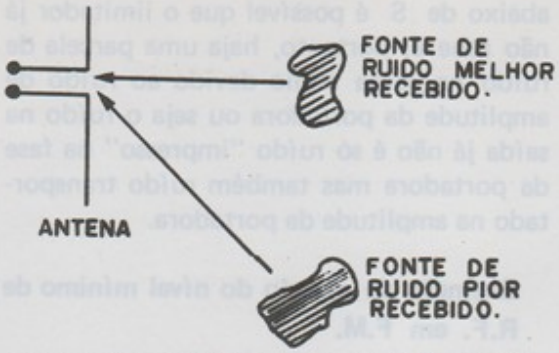
Destes dois grupos o segundo depende muito da orientação da antena e dada a elevada diretividade das mesmas, em geral, essas fontes não são de considerar nas comunicações entre dois pontos à superfície da terra.

Já o ruído humano pode ser de elevado valor de modo a perturbar fortemente as comunicações. Uma das suas causas está no número cada vez maior de máquinas e dispositivos elétricos e veículos automotores. Para fugir a este problema, procura-se afastar os receptores dos grandes centros urbanos onde há mais ruído humano.

Como consequência, é habitual desprezar as fontes de ruído externas e ponderar apenas as fontes internas ao recptor e portanto contar apenas com o fator F do receptor.

### Temperatura da antena

Nos casos em que o ruído solar / galático tenha que ser considerado interessa-nos saber como contabilizá-lo. E a razão é simples: uma antena real não recebe igualmente bem um sinal vindo de qualquer direção: há direções segundo as quais ela recebe melhor que segundo outras direções. Ora se essa antena recebe uma série de sinais de ruído vindos do sol e outras estrelas, é evidente que o ruído total que ela capta é predominantemente devido àquelas fontes que sejam vistas pela antena segundo as direções de maior sensibilidade da antena.




EFEITO DA DIRECTIVIDADE DE UMA ANTENA SOBRE O RUÍDO QUE RECEBE

figura 18

De qualquer forma a potência total de ruído que a antena entrega ao receptor não será só ruído térmico * . Há que somar a contribuição de cada fonte exterior ponderada pela diretividade da antena para a direção dessa fonte. Daqui resultam duas coisas:

- que a antena produz um ruído em excesso do térmico
- que esse excesso depende da orientação e diretividade da antena.

A forma de tratar este problema é pensar que a antena só produz ruído térmico mas que ela está a uma temperatura superior à real. Daí a noção de temperatura da antena.

Se for P a potência de ruído total recebida na banda $\Delta f$, a temperatura (absoluta) da antena é

$$T_a = \frac{P}{K\Delta f}$$

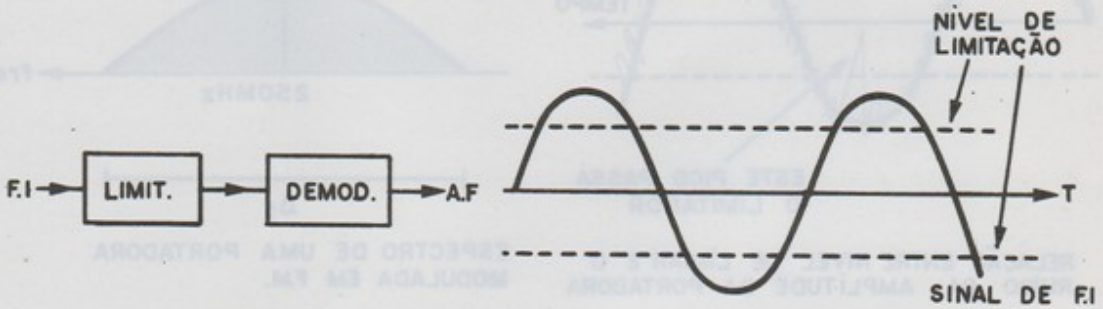
P potência recebida
K constante de Boltzman
$\Delta f$ largura de banda

**Nível de R.F. mínimo**

Nas transmissões em F.M. a informação útil é transmitida na fase (ou frequência) e não na amplitude da portadora de R.F. e, portanto, em teoria só será ruído aquilo que perturbar essa mesma fase.

$$s(t) = A \sin (\omega_o t + \text{informação})$$

Mas todos os sistemas que recuperam essa informação (demoduladores) da fase são mais ou menos sensíveis à amplitude da portadora. Por esta razão nos receptores de F.M. existe um estágio que garante por limitação um nível constante aplicado ao discriminador.




LOCALIZAÇÃO E AÇÃO DO LIMITADOR EM UM RECEPTOR DE FM.

figura 19

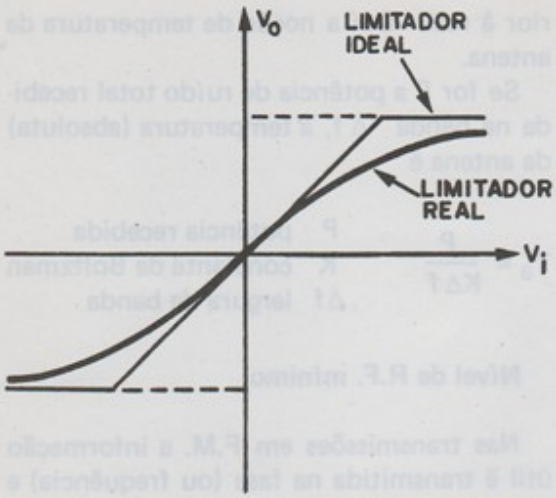
Desta forma, qualquer flutuação na amplitude da portadora não é sentida no demodulador, pelo que o sinal de A.F. na saída é apenas uma "imagem" do conteúdo da fase / frequência e de modo algum do que se passa com a amplitude.

Mas na prática um circuito limitador não é ideal: ele não deixa passar sem alteração um sinal até um certo nível, nem corta bruscamente a partir desse mesmo nível. Isto obriga a trabalhar com níveis de sinal garantida e folgadamente acima desse limiar.

Quanto acima?

---

* Uma antena não é mais que um circuito elétrico com R.L. e C ao qual se aplica também o teorema de Nyquist sobre ruído produzido.




CURVA DE RESPOSTA DO CIRCUITO LIMITADOR

figura 20

Pensando no caráter não ideal do limitador e ainda no ruído "impresso" na amplitude, convém que as oscilações do ruído não levem o valor instantâneo da portadora para níveis próximos do limiar e que mesmo naqueles instantes em que o valor do ruído se subtraí ao valor da portadora, o valor final esteja ainda largamente acima do limiar.




RELAÇÃO ENTRE NIVEL DE LIMIAR E O RUIDO DA AMPLITUDE DA PORTADORA

figura 21

Para garantir isto é costume impor que a menor amplitude de portadora seja pelo menos 3 vezes o valor médio do ruído, ou seja uma relação $\frac{S}{N}$ (referida à amplitude) de cerca de 10 dB.

Isto quer dizer que se o sinal que é recebido na entrada do receptor tem um nível S tão baixo que o ruído está menos de 10 dB abaixo de S é possível que o limitador já não atue e, portanto, haja uma parcela de ruído na saída áudio devido ao ruído de amplitude da portadora ou seja o ruído na saída já não é só ruído "impresso" na fase da portadora mas também ruído transportado na amplitude da portadora.

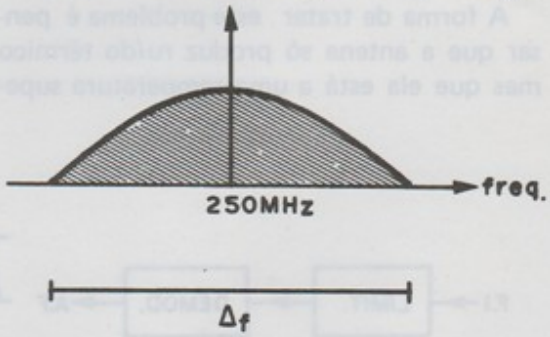
**Exemplo de cálculo do nível mínimo de R.F. em F.M.**

— Suponhamos uma portadora de UHF em 250 MHz modulada por um espectro contínuo até 350kHz e com um desvio 780kHz. A banda de frequências ocupada pelo espectro útil deste sinal vale

$$\Delta f = 2 \times (350 + 780) = 2260 \text{ kHz}$$

— A esta banda está associada uma potência de ruído térmico (290º K)

$$N = KT\Delta f = -174 + 63{,}5 = -110{,}5 \text{ dB}_m$$




ESPECTRO DE UMA PORTADORA MODULADA EM F.M.

figura 22

— Se o receptor tiver um fator F = 5 dB e a antena estiver a uma temperatura equivalente de 500ºK, devemos acrescentar aquele valor de ruído mais qualquer coisa.

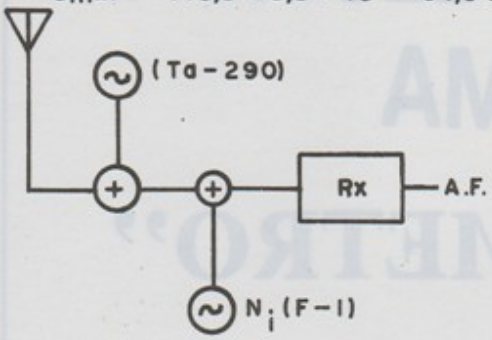
A potência de ruído adicional introduzida pelo receptor é 216% do ruído térmico e a introduzida pela antena é $\left(\frac{500}{290} - 1\right) = 72\%$ do mesmo valor.

Portanto o excesso global de ruído é 288% ou seja tudo se passa como tendo um

F maior que 5 dB. No caso chegamos a 5,9 dB.

— Finalmente o valor mínimo de sinal de R.F. vale

$S_{min} = -110,5 + 5,9 + 10 = -94,6$ dB




CIRCUITO EQUIVALENTE DO RUÍDO PARA UM RECEPTOR COM UMA ANTENA, À TEMPERATURA Ta E FATOR DE RUIDO F.

figura 22

Convém notar que este valor mínimo tem um significado diferente do caso visto em Ondas Curtas. Este é o valor que ainda garante no limitador uma relação de 10 dB entre sinal e ruído. Não significa que na saída de áudio teremos uma relação $\frac{S}{N}$ de 10dB

O fenomeno da comunicação é tão antigo quanto o homem e este sempre procurou comunicar com os outros à maiores distâncias e de forma cada vez mais rápida. tes e quais as características do ruído produzido por cada uma delas e com base nesses dados minimizar o seu efeito. E aqui começa toda uma nova ciência ultimamente muito aperfeiçoada e que busca conseguir recuperar a informação recebida no meio de muito ruído. Nas comunicações espaciais e, principalmente na recepção em terra de sinais enviados por sondas interplanetárias, é inevitável que o sinal de R.F. recebido seja extremamente fraco: grandes distâncias de transmissão e pequenas potências emitidas da nave. E é frequente que o sinal seja mais fraco que o ruído que o perturba. Mas mesmo assim é já hoje possível demodular a informação. Ora, isto só é possível graças a um perfeito domínio das técnicas e de comunicação e em particular do ruído.

Desde os "Tam - Tam" da selva africana até as modernas utilizações dos infra-vermelhos e raios-laser o objetivo foi sempre enviar e receber informações. Mas em todos eles existe sempre ruído a prejudicar a informação útil, mas recebemos essa mesma informação adicionada de ruído. É inevitável essa perturbação e não se conhece qualquer processo que nos livre desse inconveniente.

Há processos mais imunes ao ruído que outros (digitais por exemplo) mas nenhum sem ele.


TESTES
DynaTech

CINESCÓPIOS



— Testa, restaura e indica a vida útil aproximada do tubo de televisores à côres e preto e branco, uso universal. Alimentação 110/220 volts.

TRANSISTORES



— Testa Transistores, FETs, SCRs, TRIACs, Unijunções, etc. Mede beta, fugas, transcondutância, condução e bloqueio de Diodos e parâmetros de Transistores e Unijunção.

Fabricado por:
BLUCIL Indústria e Comércio Ltda.
Alamenda Barão de Piracicaba, 793/799.
Fone: 222-6122 - São Paulo - SP

# ALERTA DE VELOCIDADE MÁXIMA

# "OITENTÍMETRO"

Ernesto Horn Filho

**Introdução:**

Tendo em vista a constante preocupação de não ultrapassar a velocidade máxima permitida nas estradas brasileiras, que é de 80Km/hora, e no intuito de evitar o aborrecimento de multas (alto custo das multas e o risco de ficar sem a C.N.H.), além de economizar gazolina, nos propuzemos a imaginar algum dispositivo que nos alertasse no instante em que o automóvel chegasse à essa barreira dos 80.

Por coincidência, na mesma época foi lançado na "Revista Eletrônica", de abril de 1977, o artigo de Álvaro Ribeiro "Alerta de velocidade máxima", que se propunha a fazer o que imaginávamos anteriormente.

Como sou daqueles que troco de carro frequentemente e também não sou relojoeiro para desmontar ponteiros de velocímetro, parti para outra solução, qual seja, construir um dispositivo de fácil montagem, de encontrar as peças e de se instalar no velocímetro, sem precisar alterá-lo em

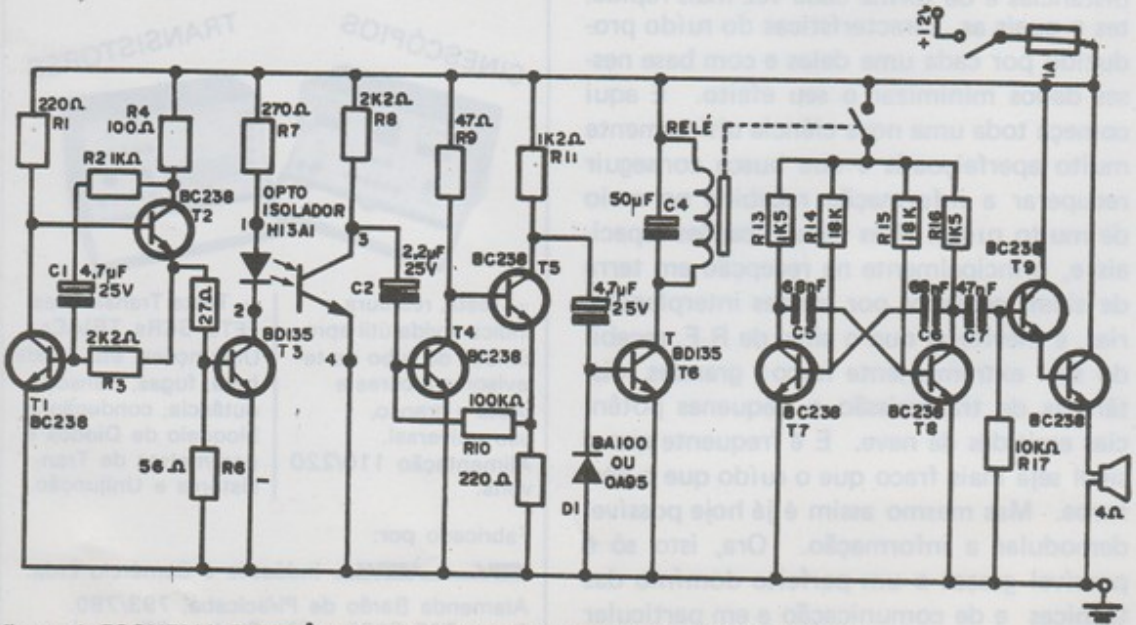



figura 1 ESQUEMA ELETRÔNICO DO DETECTOR DE VELOCIDADE MÁXIMA

sua calibração ou aferição, a fim de poder ser retirado sem deixar marcas.

Que me desculpe o colega Álvaro, mas o seu alarme sonoro, foi por mim copiado na íntegra, na sua parte final, conforme veremos adiante.

O circuito completo do alarme de velocidade máxima é mostrado na figura 1.

Princípio de funcionamento do aparelho.

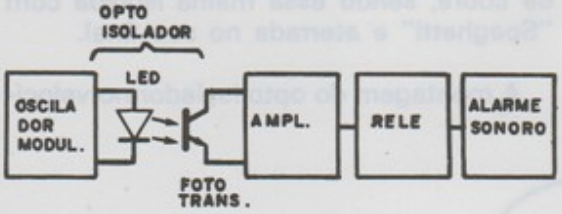



figura 2

Um oscilador modulador gera um sinal de freqüência de aproximadamente 5 HZ, que é conduzido à um diodo foto-emissor (LED) . Esse LED emite radiação infra-vermelha em forma pulsada, que é recebida pelo foto-transistor fornecendo assim excitação, através do amplificador para manter a bobina do relé acionada permanentemente.

Com o relé operado, os contatos não se fecham e a buzina eletrônica fica desligada.

Quando um objeto opaco (no caso o ponteiro do velocímetro), passa entre o LED e o foto-transistor, o feixe luminoso é interrompido e o amplificador entra no corte, provocando a desenergização da bobina do relé. Nesse instante, os contatos se fecham acionando a buzina eletrônica (pode ser usada uma lâmpada de alerta ao invés da buzina eletrônica).

## FUNCIONAMENTO DETALHADO

### OSCILADOR

O oscilador é do tipo multivibrador astável, composto dos transistores T1 e T2, sendo a freqüência determinada por Cl. Foi usada uma freqüência muito baixa, de 5 HZ.

### CIRCUITO DE ACIONAMENTO DO LED

O transistor T3 comanda o acendimento do LED, sendo desbloqueado pelos pulsos positivos aplicados à sua base. Quando T3 recebe os pulsos positivos a resistência entre o emissor e o coletor desse transistor diminui bastante, permitindo o acendimento do LED.

### RECEPTOR

É constituído de um foto-transistor, que aciona um amplificador de modulação de luz.

A razão de utilizarmos a forma pulsada e que esse foto-transistor sendo sensível à radiação infra-vermelha iria ter seu funcionamento afetado pelos raios solares e pelas lâmpadas de iluminação do painel do carro, que emitem esse tipo de radiação.

O amplificador de modulação de luz é constituído de 2 transistores T4 e T5, estabilizado por realimentação negativa de corrente, feita por R10.

A saída do amplificador é acoplada à base do transistor T6 de comando do relé, por meio de C3.

O diodo D1, elimina os pulsos negativos de modulação e contribui para a polarização de T6.

A base de T6, é desbloqueada pelos pulsos positivos. A corrente de coletor percorre o relé que é energizado.

Para evitar trepidação dos contatos do relé colocamos C4, um condensador de 50 µF, que opera como acumulador de energia, em paralelo com a bobina do relé.

Do exposto, desde que a radiação infra-vermelha seja emitida pelo LED e recebida pelo foto-transistor, o relé fica energizado, mantendo seus contatos abertos.

Quando o ponteiro do velocímetro passa na ranhura do opto isolador (entre o LED e o foto-transistor), o feixe luminoso é interrompido e o relé desopera fechando assim seus contatos e acionando a buzina eletrônica.

O funcionamento da buzina é bastante simples e já foi convenientemente explicado na página 25 da revista nº 57 de abril.

## MONTAGEM E INSTALAÇÃO

A obtenção dos componentes é bastante simples, sendo todos facilmente encontráveis no mercado especializado.

O único componente que pode dar algum trabalho na obtenção e o opto-isolador. O circuito foi montado numa placa de circuito impresso conforme se vê na figura 3. Os cuidados com a soldagem dos componentes, são os usuais para transistores e diodos. A confecção da placa é feita facilmente com a caneta própria existente na praça. O opto isolador, para ser

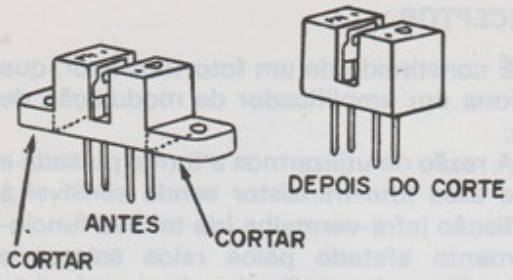



figura 3

instalado no painel deve ter as 2 abas cortadas, de modo a ficar conforme o desenho da figura 4.

Devem ser soldados ao opto isolador 4 fios flexíveis de cores conhecidas de aproximadamente 15 cm, sendo as pontas ligadas a uma tomada fêmea de 5 pinos-DIN, do tipo usado em gravadores. Do lado macho da tomada até o aparelho, devem ser puxados os 4 fios de mesma cor e de comprimento adequado, sendo que esses 4 fios devem ficar embutidos numa malha de cobre, sendo essa malha isolada com "Spaghetti" e aterrada no seu final.

A montagem do opto isolador no velocí-

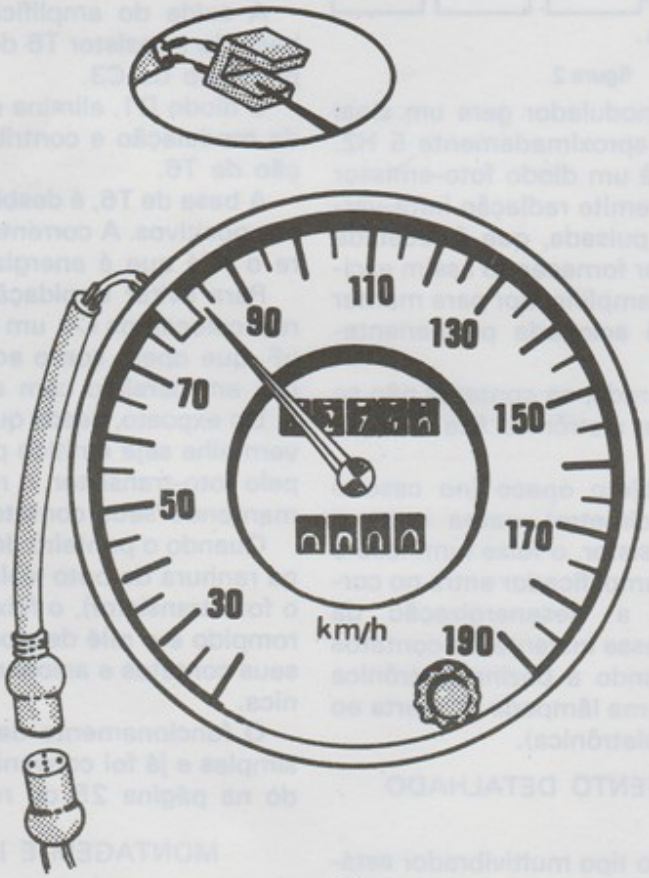



figura 4

metro pode ser feita com cola tipo araldite ou mesmo simplesmente encaixado sob pressão, entre o vidro do painel e o mostrador do velocímetro. Essa segunda solução foi, a por nós utilizada no VW Passat.

A alimentação do aparelho deve vir diretamente da bateria sendo usado fio blindado, com a blindagem aterrada. No nosso protótipo usamos cabo coaxial de 75Ω de fabricação Pirelli, sendo o fio central usado para o positivo e a malha para o negativo aterrado.

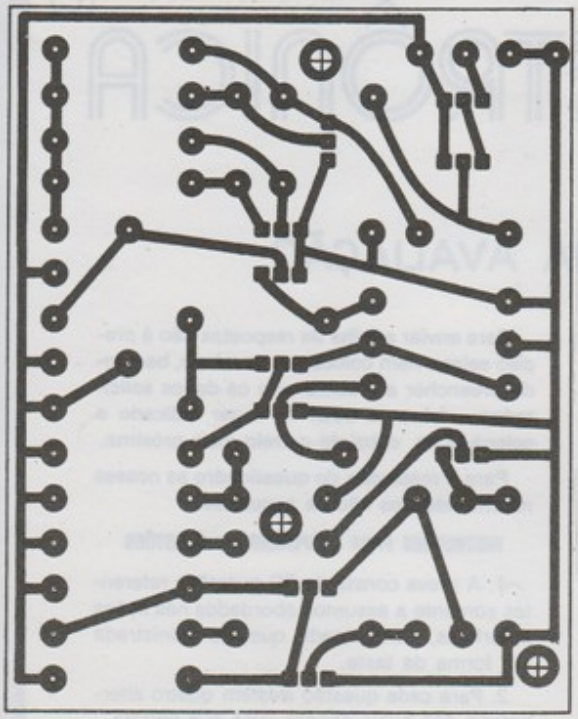
Todos esses cuidados, são essenciais para se evitar interferências desagradáveis no rádio.

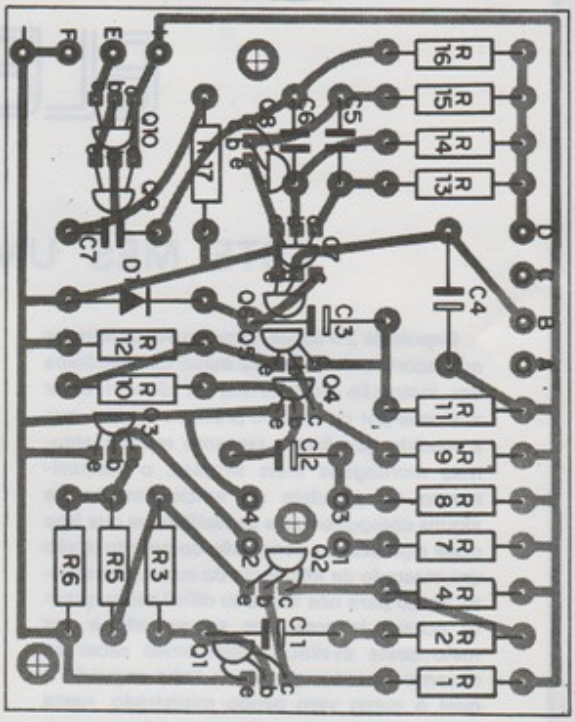
Uma vez completada a montagem, o aparelho, deve ser colocado sob o painel, ou em algum lugar não sujeito aos aquecimentos do motor. Não há qualquer ajuste especial à ser feito para o perfeito funcionamento do dispositivo. O único cuidado

maior é no posicionamento do opto-isolador no velocímetro, pois o ponteiro deve passar na ranhura, sem nenhum atrito. Se necessário, dê uma pequena flexão no ponteiro para que o mesmo passe com folga.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do que acabamos de ver, se você ainda tomar alguma multa, ou continuar gastando muita gazolina por excesso de velocidade, a única coisa a ser feita é limitar você mesmo deixando o carro na garagem.






**MATERIAL**

8 TRANSISTORES BC 238 OU BC 548 OU BC 108
1 OPTO ISOLADOR H13A-1 GE
2 TRANSISTORES BD 135 OU TT3643 OU BSF92 A 95
1 DIODO BAIOO OU OA 95
1 RELÉ SBMRC TR 400 METALTEX COM BOBINA DE 400Ω COM CONTATOS 2 POLOS 2 POSIÇÕES
CH1 INTERRUPTOR SIMPLES
FI FUSÍVEL 1A COM PORTA - FUSÍVEL
1 ALTO-FALANTE 4Ω 0.2 W

### RESISTORES

| | |
|---|---|
| 1 DE 27Ω | 1 DE 1,2KΩ |
| 1 DE 47Ω | 2 DE 1,5KΩ |
| 1 DE 56Ω | 2 DE 2,2KΩ |
| 1 DE 100Ω | 1 DE 10kΩ |
| 2 DE 220Ω | 2 DE 18kΩ |
| 1 DE 270Ω | 1 DE 100kΩ |
| 1 DE IKΩ | |

### CAPACITORES

1 2.2µf x 25V
2 4.7µf x 25V
1 50 µfx 25V
2 68 nf x 25V
1 47 nf x25V

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (10 x 20 cm)
1 CAIXA PLÁSTICA
PARAFUSOS
FIOS DE LIGAÇÃO
PORCAS DE MONTAGEM
CABO COAXIAL 75 (USADO P/ ALIMENTAÇÃO)
1 M DE CABO DE 4 FIOS BLINDADO NF - 3101

NOTAS: 1. O CABO DE ALIMENTAÇÃO DEVE VIR DIRETAMENTE DA BATERIA E SER DO TIPO SHIELD COM BLINDAGEM ATERRADA. (CABO COAXIAL)
2. O CABO DE 4 FIOS QUE LIGA O OPTO ISOLADOR DEVE SER BLINDADO COM A BLINDAGEM ATERRADA.
3. AS RESISTÊNCIAS DEVERÃO SER DE 1/2 W, 5%

# CURSO DE ELETRÔNICA©

## ESTE MÊS UMA AVALIAÇÃO

Depois de 20 lições, sem pausa, os leitores que acompanham nosso curso de eletrônica em instrução programada já devem estar ansiosos por resultados práticos. É claro que a medida que forem tentanto realizar algumas montagens mais simples, o conhecimento do princípio de funcionamento de alguns componentes e as facilidades que isso pode significar na conclusão do projeto já são um atestado da eficiência do curso. Entretanto, como para nós torna-se difícil saber quanto nossos leitores tem aproveitado e por meio desta avaliação poderemos saber se devemos manter ou não a linha segundo a qual o curso vem sendo ministrado, nesta lição procuraremos dar aos leitores que acompanham o curso e a nós, uma possibilidade de avaliação do aproveitamento mais objetiva.

Assim, em lugar da nossa 21ª lição, estamos levando aos nossos alunos UMA PROVA COMPLETA DE APROVEITAMENTO. Esta prova consta de 50 testes referentes aos assuntos abordados nas lições anteriores.

É claro que, para que o aluno realmente possa medir seu aproveitamento com esta prova, deverá procurar responder aos testes sem qualquer consulta às revistas anteriores ou às lições.

Uma vez respondidas as questões, os alunos poderão enviar para nós as respostas, marcadas na folhas especialmente destinada a isso, e teremos o máximo prazer em realizar a correções e por meio de seu número de acertos e erros poderemos avaliar até que ponto modificações na nossa maneira de apresentar a matéria devem ser feitas.

Para enviar a folha de respostas não é preciso selar e nem colocar no envelope, bastando preencher a mesma com os dados solicitados, dobrar e colar no lugar indicado e colocá-lo na caixa do correio mais próxima.

Para a resolução do questionáro as nossas recomendações são as seguintes:

### INSTRUÇÕES PARA RESPONDER AS QUESTÕES

1. A prova consta de 50 questões referentes somente a assuntos abordados nas lições anteriores, sendo cada questão ministrada em forma de teste.

2. Para cada questão existem quatro alternativas das quais apenas uma é a correta

3. Antes de assinalar qualquer alternativa, leia com atenção à pergunta certificando-se de que a resposta escolhida é a melhor.

4. A marcação de todas as suas respostas pode ser feita provisoriamente à lapis na frente de cada alternativa com um "x".

5. Depois de respondidas todas as questões, passe as respostas para a folha destinada a esta finalidade no final do questionário e preencha essas folhas colocando seu nome, endereço, etc.

6.Depois, coloque no correio apenas a folha de resposta, guardando para você as perguntas mantendo portanto intacta a sua coleção.

7. Não deixe de responder nenhuma questão e não marque mais de uma alternativa para cada pergunta (palpite duplo ou triplo não vale!)

8. Não serão consideradas as folhas de respostas que estiverem rasuradas ou preenchidas de modo ilegível.

## QUESTIONÁRIO

1. Em qual dos seguintes casos temos uma manifestação da eletricidade natural?
   a) Pilhas elétricas.
   b) Raio.
   c) Dínamo.
   d) Lâmpada Eletrica.
2. Girando em grande velocidade em torno do núcleo atômico encontramos partículas denominadas:
   a) prótons.
   b) neutros.
   c) elétrons.
   d) átomos.
3. Por convenção, as cargas elétricas dos prótons, elétrons e neutrons são respectivamente:
   a) negativa, positiva e nula.
   b) nula, positiva e negativa.
   c) positiva, nula e negativa.
   d) positiva, negativa e nula.
4. Entre os elétrons e os prótons de um átomo, manifesta-se que espécie de interação?
   a) uma força de atração.
   b) uma força de repulsão.
   c) uma força de desintegração.
   d) uma força magnética.
5. Corpos com falta ou excesso de elétrons manifestam um estado tal que permite o aparecimento de certos fenômenos. Esses corpos possuem:
   a) energia magnética.
   b) energia armazenada que podem fornecer.
   c) a capacidade de armazenar energia que venha de fora.
   d) a capacidade de emitir eletricidade.
6. Em que caso temos somente a existência de uma energia potencial associada a um corpo?
   a) um corpo que cai.
   b) um corpo neutro.
   c) uma mola contraída.
   d) uma roda girando rapidamente.
7. As cargas elétricas negativas (elétrons) deslocam-se em que sentido?
   a) dos corpos de maior potencial aos pontos de menor potencial.
   b) dos pontos de maior potencial aos pontos neutros.
   c) dos pontos de menor potencial aos pontos de maior potencial.
   d) as cargas negativas não se deslocam.
8. De um ponto a outro de um circuito cerca de 8 Coulombs de carga circulam em cada 4 segundos. Nestas condições, podemos afirmar que a corrente entre esses dois pontos é de:
   a) 32 A.
   b) 2 A.
   c) 0,5 A.
   d) 4 A.
9. A grandeza elétrica definida como "A quantidade de cargas elétricas que passam por um determinado ponto, por unidade de tempo" é denominada:
   a) carga elétrica.
   b) potencial elétrica.
   c) campo elétrico.
   d) corrente elétrica.
10. Qual dos seguintes materiais pode ser considerado um bom isolante elétrico?
    a) água pura.
    b) grafite.
    c) alumínio.
    d) água e sal.
11. A unidade de corrente elétrica é denominada:
    a) Volt.
    b) Coulomb.
    c) Ampére.
    d) Watt.
12. A movimentação dos elétrons através de um circuito ligado e um gerador se faz em que sentido?
    a) do pólo negativo para o pólo positivo.
    b) do circuito para o pólo negativo e do circuito para o pólo positivo.
    c) do pólo positivo para o circuito e do pólo negativo para o circuito.
    d) do pólo negativo para o polo positivo.
13. Se quisermos manter constante a corrente que circula num circuito devemos:
    a) utilizar geradores que estabeleçam ddp mais elevadas.
    b) usar circuitos de baixa resistência.
    c) estabelecer e manter a ddp no circuito.
    d) interromper a circulação da corrente.
14. Os dispositivos capazes de estabelecer e manter uma ddp num circuito são denominados:
    a) geradores.
    b) condutores.
    c) isolantes.
    d) receptores.
15. São geradores capazes de converter energia mecânica em energia elétrica:
    a) as pilhas.
    b) os dínamos.
    c) os células solares.
    d) os pares termoelétricos.

16. Qual das seguintes combinações de metais nos fornece uma liga que apresenta elevada capacidade de dificultar a passagem da corrente e por isso são usadas na fabricação de elementos de aquecimento.
a) cobre e chumbo.
b) chumbo e estanho.
c) níquel e cromo.
d) prata e cromo.

17. A grandeza elétrica definida como a "capacidade que um meio tem de se opor a passagem da corrente" é denominada:
a) tensão elétrica.
b) corrente elétrica.
c) carga elétrica.
d) resistência elétrica.

18. Aplicando-se uma ddp de 4 volts num resistor, notamos a circulação de uma corrente de 2 A. Que corrente circulará nesse mesmo resistor se a ddp aplicada for de 8 V?
a) 1 A.
b) 2 A.
c) 4 A.
d) 8 A.

19. Segundo a Lei de Ohm, podemos afirmar que a corrente que circula através de um resistor é . . . . . à tensão estabelecida.
a) inversalmente proporcional.
b) diretamente proporcional.
c) inversamente proporcional ao quadrado.
d) diretamente proporcional ao quadrado.

20. Por um resistor circula uma corrente de 0,2 A quando a ddp entre seus extremos é de 10 V. A resistência desse resistor é portanto:
a) 0,02 ohms.
b) 5 ohms.
c) 50 ohms.
d) 20 ohms.

21. Qual é a corrente que circula pelo filamento de uma lâmpada incandescente cuja resistência é de 22 ohms, quando ligada a um gerador de 110 V?
a) 0,2 A.
b) 0,5 A.
c) 2 A.
d) 5 A.

22. Que corrente circula por um resistor de 3 x $10^4$ ohms ao ser submetido a uma ddp de 6 x $10^2$ V?
a) 1,8 X $10^5$ A.
b) 2 X $10^6$ A.
c) 2 X $10^{-2}$ A.
d) 5 X $10^3$ A.

23. A queda de tensão num resistor de 20 ohms o qual é percorrido por uma corrente de 0,5 A é de:
a) 10 V.
b) 40 V.
c) 0,02 V.
d) 5 V.

24. Um resistor tem sua indicação de valor dada por anéis coloridos: marrom, verde, vermelho e prateado. Podemos dizer que trata-se de um resistor de:
a) 1,2k ohms x 10%.
b) 1,5k ohms x 10%.
c) 150 ohms x 5%.
d) 15k ohms x 10%.

25. Qual é a resistência de um resistor cujas cores são: vermelho, vermelho, dourado?
a) 2,21 ohms.
b) 22,1 ohms.
c) 22 ohms.
d) 2,2 ohms.

26. Medindo a resistência de um lote de 200 resistores, verificamos que seus valores se situam entre 180 e 220 ohms. Podemos com base nessa medida especificar seus valores em função da tolerância como:
a) 200 ohms x 10%.
b) 220 ohms x 5%.
c) 200 ohms x 10%.
d) 200 ohms x 20%.

27. Necessitando num projeto de um resistor de 210 ohms mas que admite uma tolerância de 10%, na compra você optará por um resistor cujo valor marcado seja de:
a) 200 ohms.
b) 220 ohms.
c) 180 ohms.
d) 270 ohms.

28. Qual dos seguintes valores de resistências não pertence a série comercial de 5% de tolerância (E24)?
a) 1 100 ohms.
b) 39k ohms.
c) 910 ohms.
d) 170 ohms.

29. Num resistor, a energia elétrica converte-se totalmente em que espécie de energia?
a) luz.
b) ondas de rádio.
c) calor.
d) energia mecânica.

30. Quando se estabelece uma ddp de 6 volts num resistor, a corrente que nele circula é de 2 A. A potência elétrica dissipada em forma de calor nesse resistor é de:
a) 3 W.
b) 0,5 W.
c) 4 W.
d) 12 W.

31. Um resistor de 8 ohms é percorrido por uma corrente de 2 A. Qual é a potência desenvolvida nesse resistor?

a) 4 W.
b) 0,25 W.
c) 16 W.
d) 32 W.

32. Medindo-se a resistência de um potenciômetro entre o curso e um dos seus extremos em função do ângulo de giro são anotados os seguintes valores:

| ângulo | resistência |
|---|---|
| 10º | 12 ohms |
| 20º | 24 ohms |
| 30º | 36 ohms |
| 40º | 48 ohms |

Podemos afirmar que se trata de um potenciômetro:
a) linear.
b) logarítmico.
c) de carvão.
d) de fio.

33. O material básico cujas propriedades elétricas são aproveitadas na construção dos LDR é o:

a) nicromo.
b) titanato de bário.
c) sulfeto de cádmio.
d) cloreto de sódio.

34. A resistência de um LDR é maior quando este se encontra em que condições:

a) iluminado.
b) no escuro.
c) desligado.
d) ligado a um gerador.

35. Os termistores tem resistência mais elevada quando se encontram;

a) quentes.
b) frios.
c) iluminados.
d) no escuro.

36. O coeficiente de temperatura é de -5% por grau centígrado. Segundo sua resistência à 20ºC de 1 000 ohms, podemos dizer que sua resistência à 18º será de:

a) 1 100 ohms.
b) 900 ohms.
c) 1 010 ohms.
d) 990 ohms.

37. Para não haver a combustão do filamento, no interior de uma lâmpada deve:

a) ser feito à vácuo.
b) colocado oxigênio puro.
c) colocado uma mistura de oxigênio com nitrogênio.
d) colocado um filamento de tungstênio.

38. Resistores de 1,6k ohms, 22k ohms e 470 ohms são ligados em série. A resistência equivalente a essa associação é:

a) 493,6 ohms.
b) 2,092 k ohms.
c) 24,07 k ohms.
d) 5,08 k ohms.

39. "n" resistores de "m" ohms são ligados em série. A resistência equivalente a essa associação é:

a) n.m ohms.
b) n/m ohms.
c) m/n ohms.
d) n + m ohms.

40. Por uma associação em série de resistores de valores diferentes que é percorrida por uma corrente, podemos afirmar em relação a essa corrente que:

a) é igual em todos os resistores.
b) é maior no menor resistor.
c) é menor no maior resistor.
d) é maior no resistor.

41. A resistência equivalente a associação de um resistor de 20 ohms em paralelo com um de 30 ohms é:

a) 50 ohms.
b) 25 ohms.
c) 20 homs.
d) 12 ohms.

42. A resistência equivalente a associação de "m" resistores de "n" ohms em paralelo é:

a) n.m.
b) n + m.
c) n/m.
d) m/n.

43. Numa associação de resistores em paralelo a corrente mais intensa circula por qual resistor?

a) pelo resistor de menor valor.
b) pelo resistor de maior valor.
c) a corrente tem a mesma intensidade em

todos os resistores quaisquer que sejam seus valores.
d) circula a corrente mais intensa pelo resistor de valor intermediário.

44. Dois resistores, um de 60 ohms e outro de 140 ohms são ligados em série e aos extremos da associação é aplicada uma ddp de 20 Volts. Nestas condições, podemos afirmar que a ddp medida entre os terminais do resistor de 60 ohms vale:
a) 20 V.
b) 14 V.
c) 10 V.
d) 6 V.

45. Uma lâmpada de 40W x 110 V é ligada em série a uma lâmpada de 100 W x 110 V, e a associação é ligada a uma tomada de 220 V. Podemos afirmar que:
a) as duas lâmpadas acendem normalmente sendo a de 100 W com maior brilho.
b) A lâmpada de 40 W acende com brilho mais intenso que a de 100 W e logo queima por estar submetida a ddp maior que 110 V.
c) A lâmpada de 100 W acende com maior brilho e logo queima por estar submetida a ddp superior a 110V.
d) As duas lâmpadas acendem com brilho acima do normal e logo queimam por estar submetidas a ddp maior que 110 V.

46. Nos rádio receptores do tipo "rabo quente" as válvulas tem seus filamentos ligados de que modo?
a) em série.
b) em paralelo.
c) alguns em série e outros em paralelo.
d) os receptores do tipo rabo quente não usam válvulas.

47. Pelo filamento de uma lâmpada incandescente a qual é submetida a uma tensão alternante circula que espécie de corrente?
a) uma corrente contínua.
b) uma corrente contínula pulsante.
c) uma corrente alternada.
d) não circula corrente alguma.

48. O valor de pico de um tensão cujo valor RMS é de 100 Volts é:
a) 82 V.
b) 100 V.
c) 141 V.
d) 150 V.

49. Um ciclo completo de uma corrente alternada dura exatamente 1/120 segundos. A freqüência dessa corrente é:
a) 30 Hz.
b) 120 Hz.
c) 60 Hz.
d) 240 Hz.

50. Os dispositivos cuja finalidade é armazenar cargas elétricas são denominados:
a) resistores.
b) transformadores.
c) geradores.
d) capacitores.

No próximo número teremos a lição normal de nosso Curso em Instrução Programada, desta vez abordando o assunto eletro-magnetismo. Veremos nesta lição de que modo podemos obter campos magnéticos de correntes elétricas e daremos elementos para o leitor realizar uma interessante experiência prática de eletromagnetismo.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 A B C D | 11 A B C D | 21 A B C D | 31 A B C D | 41 A B C D |
| 2 A B C D | 12 A B C D | 22 A B C D | 32 A B C D | 42 A B C D |
| 3 A B C D | 13 A B C D | 23 A B C D | 33 A B C D | 43 A B C D |
| 4 A B C D | 14 A B C D | 24 A B C D | 34 A B C D | 44 A B C D |
| 5 A B C D | 15 A B C D | 25 A B C D | 35 A B C D | 45 A B C D |
| 6 A B C D | 16 A B C D | 26 A B C D | 36 A B C D | 46 A B C D |
| 7 A B C D | 17 A B C D | 27 A B C D | 37 A B C D | 47 A B C D |
| 8 A B C D | 18 A B C D | 28 A B C D | 38 A B C D | 48 A B C D |
| 9 A B C D | 19 A B C D | 29 A B C D | 39 A B C D | 49 A B C D |
| 10 A B C D | 20 A B C D | 30 A B C D | 40 A B C D | 50 A B C D |

Nome .....

Endereço ..... nº .....

Cidade ..... CEP ..... Estado .....

Profissão .....

Realiza ou realizou algum curso de eletrônica? sim não

Desde que número acompanha a Revista Saber Eletrônica? .....

Compra normalmente a Revista Saber Eletrônica? .....

Comprou os dois volumes do livro Experiências e Brincadeiras com Eletrônica? .....

Qual é a sua área de interesse na eletrônica?

Som ( ) Circuitos digitais ( ) Rádio controle ( )

Montagens simples para principiantes ( )

Computação ( ) Música Eletrônica ( )

Instrumentação ( ) Pesquisa avançada ( )

Radioamadorismo ( ) Montagens em geral ( )

Jogos eletrônicos ( ) Telecomunicações ( )

Outra área ( )

Sua idade

até 10 anos ( ) 10 a 20 anos ( )

20 a 30 anos ( ) 30 a 40 anos ( ) acima de 40 anos ( )

No caso de haver um sistema de assinaturas você gostaria de Assinar a Revista Saber Eletrônica?

.....

Você tem interesse em aprender ou atualizar-se no setor eletrônico? ( )

Que meios gostaria de usar para aprimorar seus conhecimentos de Eletrônica?

a) Livros ( )

b) Revistas ( )

c) Palestras ( )

d) Cursos por freqüência ( )

e) Cursos por Correspondência ( )

cole

CARTÃO RESPOSTA
AUT. Nº 1797
ISR Nº 40-3491/77
DATA: 14/11/77
SÃO PAULO

# CARTÃO RESPOSTA COMERCIAL

NÃO É NECESSÁRIO SELAR ESTE CARTÃO

O selo será pago por

## EDITORA SABER LTDA.

01098 – São Paulo

dobre aqui

SABER

cole


SABER