ELETRON

ELÉCTRON

CENTRAL DE BIP



TRAVA ELETRÔNICA PARA TELEFONE

PROTETOR DE MALAS E PACOTES

PORTÃO AUTOMÁTICO PARA GARAGEM

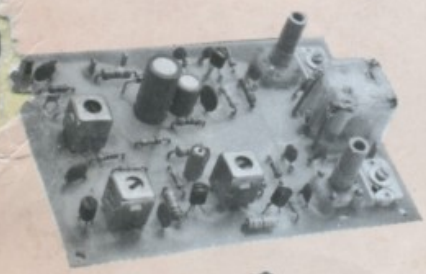
MICROPROCESSADORES: INTERFACEAMENTO

GANHE

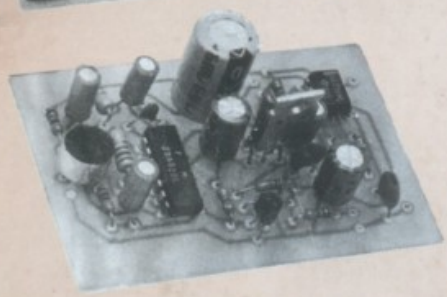
VEJA NA PÁG. 80 COMO RECEBER DE BRINDE AS PLACAS PARA MONTAR UMA CENTRAL DE BIP

Shop Kit

Os melhores produtos por um dos sistemas mais simples e seguro de se comprar. **Total Garantia Proelco** contra defeitos ou imperfeições.







INCRIVEL RF: Potente transmissor de FM, que acoplado a uma boa antena pode alcançar alguns milhares de metros. De montagem simples pode ser captado por um receptor de FM comum. Acompanha bloco amplificador com microfone de eletreto. **cod.** KT005.

FONE ESCUTA: Com este sensacional circuito você poderá através de um simples telefonema escutar tudo o que se passa no ambiente, sem que seja necessário retirar o fone do gancho. Ótimo para alarmes e espionagem. **cod.** KT012.

RÁDIO CHAMADA: Com um receptor portátil de AM, você poderá decodificar o seu sinal especial ,similar a um BIP,. **cod.** KT013.

GRAVADOR AUTOMÁTICO PARA TELEFONE : Grava conversas telefônicas acionando automaticamente um gravador, tanto em chamadas originadas pelo telefone quanto em chamadas recebidas. **cod.** KT014.

FONE ALERTA: Para monitoramento via telefônica de algum alarme instalado em sua residência ou escritório. Ligue para o telefone ao qual foi conectado e em caso de violação, ouvirá um sinal de alerta. Aceita qualquer tipo de sensor. **cod.** KT016.

LUZ INTELIGENTE: Controla a luz de um ambiente, ligando as lâmpadas quando alguém entra e só desligando quando a última pessoa sair. Pode monitorar diversas portas, e conta até 10 pessoas. **cod.** KT017.

MÚSICA DE ESPERA PARA TELEFONE: Permite a ligação de uma fonte externa de música sintetizada ou comercial (FM), acionando automaticamente o aparelho quando as chamadas forem retidas para espera. **cod.** KT021.

BLOQUEADOR DE IGNIÇÃO: Dispositivo que desliga o automóvel alguns segundos após este ser furtado, teabém funciona caso a pessoa seja forçada a descer do carro. Fácil de instalar. **cod.** KT022.

ANTI-FURTO REMOTO: O motorista leva o transmissor consigo, e o automóvel só pega com ele sentado no banco. Caso seja forçado a descer, o carro desligará 30 s depois. Não é necessário apertar nenhum botão. Ninguém descobrirá o segredo do seu alarme. **cod.** KT026.

RF SNIFFER: Um versátil medidor de campo para bancada de quem lida com transmissão até 500MHz. Útil para ajustar antenas, calibrar transmissores e corrigir R.O.E. (inclui VU) **cod.** KT027. (Somente 10 pecas em estoque)

ALARME DE VIBRAÇÃO: Sensível a vibrações este alarme tem infinitas aplicações, desde anti-furto de motos até sensores para alarmes residenciais. Seu circuito simples garante o perfeito funcionamento a um baixo custo. **cod.** KT028.

TRANSMISSOR DE 1/2 W PARA PX : Agora voce pode adentrar na faixa de PX com este transmissor experimental a cristal. Com caracteristicas semi-profissionais, permiteque voce cubra grandes distâncias. **cod.** KT047.

VU DE 10 LEDS ESTEREO: Facilimo de montar, este módulo dará outra impressao a qualquer aparelho de som acompanhando o ritmo da música. **cod.** KT048.

VHF DE BORDO: Ouça as comunicações aeronauticas entre 118 e 136 MHz, dentro do próprio aviao sem causar interferência a bordo com este receptor especial. **cod.** KT049.

CARREGADOR AUTOMATICO PARA BATERIAS: Previna-se contra a descarga eventual da bateria do automovel. Este circuito carrega-a desligando-se automaticamente. Serve para alarme tambem. **cod.** KT050.

TRANSMISSOR QRP/80 CRISTAL: Participe das rodadas entre radioamadores nos 80 metros com este transmissor controlado à cristal de fácil montagem. **cod.** KT052.

MODULO VOLTIMETRO DE RF: Meça tensoes em RF de 1 a 200 MHz com este módulo especial, que acoplado a um multimetro comum proporcionará grande precisao. **cod.** KT053.

TESTADOR DE CRISTAIS: Um aparelho que detecta com eficiência se um cristal está ou nao em condiçoes de uso. Fácil de montar. **cod.** KT054.

MODULO FAREJADOR DE RF: O circuito oscilador está funcionando? Este módulo, ligado a um multimetro comum descobre com eficiência. **cod.** KT055.

ANTENA ATIVA PARA AUTO: Com um transistor FET na entrada e usando o desembacador de vidro do carro, este módulo de antena ativa propiciara uma melhor recepcao do que a antena comum. **cod.** KT 056.

KITS SÉRIE OURO:

Para montadores exigentes, projetos exclusivos de alto desempenho e totalmente confiáveis.

TEVESCÓPIO: Transforma o seu TV em um osciloscopio experimental sem qualquer modificação em seu aparelho. Para visualizar formas de onda de áudio, ruídos e ripples de fontes, curvas de resposta de amplificadores, niveis TTL e CMOS, medir tensões de 0 a 500 volts e frequência até 20 KHz. **cod.** KT019.

DÓLAR TESTE: Nao seja enganado! Use este identificador de autenticidade de cédulas, que utiliza o processo magnético Idêntico aos importados. **cod.** KT024.

SUPER VHF: Receptor super-regenerativo para a faixa de 130 a 170 MHz, pode sintonizar aviões, policia, bombeiros, estações repetidoras e de rádio amadores. **cod.** KT025.

SUPER ESPIÃO FM: Transmissor de FM super compacto, de alta sensibilidade que permite ouvir conversações secretas e transmiti-las a um receptor de FM comum. Alcance de 50 metros. **cod.** KT032.

SUPER TRANSMISSOR DE FM 1W: Circuito experimental de alta potência para teste e rádio amador. Pode alcançar quilômetros em boas condições de propagação e uma boa antena. A maior potencia em KIT no BRASIL. **cod.** KT042.

CB TRANSCEPTOR 27 MHz: Conjunto de peças composto de 8 transistores, 4 diodos, 1 integrado, 5 trimmers, 1 cristal, 6 suportes para bobina, 1 circuito impresso, 3 bobinas de FI e 1 microchoque, que fazem parte do projeto do transceptor CB PUBLICADO NA ELECTRON 55. **cod.** KT043.

ALARME SENSORIADO POR RF. Com este Kit você pode instalar um alarme sem deixar fios à vista, pois a comunicação entre o sensor e a central se dá através de RF. O sensor deve ser usado em portas e janelas. Projeto de fácil montagem e de bom desempenho. **cod.** KT045.

CONTROLADOR DE TEMPERATURA PARA CHUVEIRO: Agora aquele problema de tomar banho numa temperatura que não nos agrada pode acabar, pois com este kit você cotrola a temperatura do chuveiro de 0 à maior capacidade de temperatura que o chuveiro pode dar, é só deixar ele ligado na posição inverno e gozar do conforto que este aparelho pode proporcionar. **cod.** KT046.

MODULO DE 50 W PARA CARRO: Desenvolvido exclusivamente para automóvel, este amplificador em módulo, de alta fidelidade, transformará seu carro, agradando a todos , ou todas... **cod.** KT057.

ALARME DE ULTRASOM: Defenda-se dos amigos do alheio com este confiável alarme, que pode ser usado no carro, casa, apartamento ou escritório. Usa sensores profissionais. O melhor desempenho do mercado de KITs. **cod.** KT058.

AMPLIFICADOR TREE WAY DE 300 W ESTEREO. Chegou a hora de ter um som profissional em casa com 300 W reais e crossover embutido, este amplificador nada deixa a desejar aos importados. (Nao inclui fonte e dissipadores) **cod.** KT059.

RETRANSMISSOR DE AUDIO PARA TV: Nao deixe a TV no último volume, escute o canal sintonizado em seu rádio FM portátil, dentro dos limites de sua residência, através deste módulo especial. **cod.** KT060.

KITS SÉRIE CLASSICA

Os melhores kits , agora revisados e atualizados com componentes , manual e placa de circuito impresso de qualidade comprovada.

CONVERSOR DE VHF/AM: Converte o receptor de AM para receber sinais de TV, FM, faixas de aviação, navegação, polícia, ambulância, bombeiros, rádio amador, rádio-taxi, e outros . **cod.** KT001.

CONVERSOR DE VHF/FM: Converte receptores de FM para receber as mesmas faixas de conversor VHF/AM, também sem alterar o circuito original do aparelho. **cod.** KT002.

TRANSMISSOR TELEFÔNICO AUTÔNOMO. Transmita secretamente a linha telefonica para um aparelho comum de FM. ; basta ligar dois fios à linha telefônica **cod.** KT003.

KITS SÉRIE DIDÁTICA:

Para quem deseja aprender mais, estes kits são elaborados com detalhado manual de montagem e explicações técnicas sobre seu funcionamento.

TRANSMISSOR DE FM ESTÉREO: Ótimo para esperimentos visando conhecer como se processa as transmissões de FM estéreo. Com microfone de eletreto. **cod.** KT004.

MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO: Para verificar se o sinal do transmissorestá saindo pela antena e ajustar a impedância, voce vai precisar deste indispensável módulo que pode ser conectado a qualquer multimetro resultando em grande precisao na leitura. **cod.** KT051.

PARA PEDIDOS PREENCHA O CUPOM IMPRESSO NA 3a. CAPA.

editora FITTIPALDI

Rua Major Ângelo Zanchi, 275 a 303
CEP 03633 - Tel. 296-7733 - São Paulo - SP

DIRETOR
SAVÉRIO FITTIPALDI
EDITOR
VICENTE FITTIPALDI
EDITOR TÉCNICO
W. CAPANO
CIRCULAÇÃO
MARIA SILVIA PIRES
SECRETÁRIA DE REDAÇÃO
MARIA FERNANDA
TRÁFEGO
VIVIAN RODRIGUES CARDOSO
EDITOR DE ARTE
ROBSON FÉLIX
DEPARTAMENTO DE ARTE
JOSÉ RENILSON FÉLIX, ROBERTO GOMES FERREIRA, MARLENE A. DA CRUZ
PAST-UP
WALDNEI V. LAGOA, WILIS AMARAL
DIAGRAMAÇÃO
IGNÊZ DE AZEVEDO
DESENHOS
JOSÉ ERNESTO MACEDO, ORLANDO SALVADO COSTA, LUIZ ANTÔNIO GOMES
FOTOGRAFIA
MARCELO TEIXEIRA E NELSON TOLEDO
COLABORADORES
W. CAPANO, EDVANE R. SOARES, PAULINO LIU, MARCO AURÉLIO B. MÊRCES, MARCELLO PRAÇA GOMES, J. MARTIN, STEPHANIE FADERODI, ANA LÚCIA BELMONTE
COORDENAÇÃO GRÁFICA
WELLINGTON BIANCHI
COMPOSIÇÃO
MEGACOMP LTDA.
FOTOLITO
STUDIO NIPPON LTDA E YOSHI FUJIMOTO
IMPRESSÃO
W.ROTH S/A
DISTRIBUIÇÃO
DINAP S/A

ANER ANATEC

É proibida a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira **responsabilidade** dos seus **autores.** É proibida a utilização dos circuitos em caráter **industrial** ou **comercial,** salvo com expressa autorização por escrito da Editora. A Editora não se responsabiliza pelo **uso indevido** dos circuitos publicados. Antes de publicados todos os aparelhos são **montados** e intensivamente **testados.** Aparelhos não testados **não** são publicados, em nenhuma hipótese. Os circuitos apresentados são **experimentais;** portanto, não podem ser comparados aos produtos industrializados.

O leitor deve se assegurar de que dispõe de **conhecimentos técnicos e práticos** suficientes e comprovados para realizar a montagem com sucesso. Tente sempre iniciar pelas montagens **mais simples** para que, caso o aparelho montado não funcione convenientemente, o leitor possa constatar a falha e saná-la. Antes de iniciar uma montagem, certifique-se de que todos os seus componentes e peças estão **disponíveis no mercado** no momento para que esta seja bem sucedida.

Se ocorrer alguma **dúvida,** consulte-nos (estritamente pelo **correio**), que responderemos o mais breve possível na Seção de Correspondência. **Não** responderemos por carta privada. **Números atrasados** poderão ser fornecidos pelas livrarias: **Antenna Edições Técnicas** - Rua Vitória, 379 Tel: 221-0683, **Litec** - Rua dos Timbiras, 257 Tel: 222-0477, **Saber Componentes,** Av. Rio Branco, 439 - Alto B. Tel: 223-5389, Proelco, caixa postal 14544 - SP - Tel: 958-8627

ELÉCTRON 59

MONTAGENS

3 CENTRAL DE BIP
Por W.CAPANO
21 PROTETOR DE MALAS E PACOTES
Por W. CAPANO
48 VOLTÍMETRO DIGITAL COM LEDS
Por STEPHANIE FADERODI
54 SELETOR AUTOMÁTICO 110/120
Por ANA LÚCIA BELMONTE
55 TRAVA ELETRÔNICA PARA TELEFONE
Por PAULINO LIU
64 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO
Por EDVANE R. SOARES
69 PORTÃO AUTOMÁTICO
Por W. CAPANO

INFORMAÇÃO

10 MICROPROCESSADORES: TÉCNICAS DE INTERFACEAMENTO
(Tecnologia) Por MARCO AURÉLIO B. MERCÊS
26 TRANSFORMADORES DE QUARTO DE ONDA
(Tecnologia) Por MARCELLO PRAÇA GOMES
33 PROJETO E CONSTRUÇÃO DE TRANSFORMADORES
(Dados Práticos) Por W. CAPANO
42 TELEFONIA CELULAR
(Tecnologia) Por PAULINO LIU
49 COMUNICAÇÃO ATRAVÉS DE FIBRAS ÓTICAS
(Tecnologia) Por EDVANE R. SOARES
58 A UNIDADE DECIBEL
(Teoria) Por MARCELLO PRAÇA GOMES
66 AUMENTANDO A SENSIBILIDADE DE RELÉS
(Dados Práticos) Por J. MARTIN

SEÇÕES

2 CARO LEITOR
2 CONVENÇÕES
40 CORRESPONDÊNCIA

CARO LEITOR...

Este número marca o início de um trabalho, por enquanto invisível ao leitor, para melhorar ainda mais a qualidade da Eléctron.

Como a revista é preparada com uma certa antecedência, os resultados só poderão ser apreciados pelo leitor, daqui a mais algum tempo.

Contudo nesta edição trouxemos matérias bem interessantes.

A central de Bip é uma delas. Através deste circuito podemos chamar qualquer pessoa num raio bem amplo.

Uma necesidade muito comum hoje em dia.

Na área de Hardware temos o artigo sobre Técnicas de Interfaceamento que visa iniciar o leitor na área de projetos com microprocessadores, um artigo inédito no Brasil.

Para aumentar a comodidade e segurança de nossos leitores, trouxemos como segundo projeto o portão automático, que é uma montagem de nível profissional.

Na área de Tecnologia, abordamos este mês, de maneira fácil de entender, dois dos mais recentes e comentados meios de comunicação: Fibras Ópticas e Telefonia Celular.

Mais uma vez, com intuito de ver seus leitores bem informados e ativos, a seção dados práticos brinda-os com um artigo muito bem elaborado sobre o projeto e construção de transformadores.

Por fim, entre outras montagens trazemos duas destinadas a segurança: Protetor de malas e pacotes, e Trava eletrônica para telefone, exigências da atual situação em que se encontra nossa sociedade.

Bom proveito e boa leitura.

CONVENÇÕES

Sistemas de Montagem: *os projetos são montados em circuito impresso. O leitor pode preferir projetar uma placa própria, usar uma placa-padrão com trilhas prontas, ou testar os circuitos em uma matriz de contatos. As montagens também podem ser feitas em ponte de terminais, exceto as com circuitos integrados. Técnicas de montagem em superfície não são empregadas.*

Circuitos Impressos: *nos nossos protótipos são usadas placas de de fibra de vidro de face simples (exceto quando o autor do projeto indicar outro tipo de placa), e os layouts das trilhas de cobre são sempre em escala natural.*

Medições: *as medidas de tensões internas aos circuitos, para confirmação pelo montador, são feitas com voltímetros de sensibilidade de 20kΩ/V ou mais.*

Multiplicadores: *nas medidas de valores elétricos usam-se correntemente os seguintes prefixos multiplicadores, recomendados pelo Comitê Internacional de Símbolos:*

p (pico)	10^{-12}	k (quilo)	10^{3}
n (nano)	10^{-9}	M (mega)	10^{6}
μ (micro)	10^{-6}	G (giga)	10^{9}
m (mili)	10^{-3}	T (tera)	10^{12}

Exemplos:
2k7Ω = 2 700 Ω
47pF = 0,047nF = 0,000 047μF = 0,000 000 047mF =
= 0,000 000 000 047 F

Resistores: *os resistores usados são todos de carbono de 1/8 W, com tolerância de 5%, exceto quando expresso outro tipo, potência ou valor no texto.*

Capacitores: *todo capacitor deve ter tensão nominal igual ou superior ao dobro da tensão do circuito onde vai ser usado. Capacitores não polarizados (todos menos os eletrolíticos) podem ter tensões nominais bem mais altas, sem problemas (a partir de 63 V_{CC}). Um capacitor sem polaridade pode vir com o seu valor escrito dos seguintes modos (os exemplos são todos de um mesmo valor, 470pF): 470p; .47n; 0.47kpF; 471 (o último algarismo é o número de zeros e a unidade é sempre o pF).*

Denominações de circuitos integrados: *Na hora da compra, os nomes de muitos circuitos integrados vêm com prefixos e sufixos dos fabricantes, que podem dificultar a identificação. Um componente chamado XXX pode vir identificado como CDXXX, MCXXX, LMXXX, etc. Nesses casos o texto normalmente dá apenas a denominação universal, sem esses prefixos.*

Equivalência de Transistores: *os transistores da família BC (baixa potência de silício), os mais comuns nas nossas montagens, podem ser divididos em duas séries de modelos com características muito próximas. Desse modo, na falta de um modelo BC, outros da mesma série podem ser usados no seu lugar, pois muitos deles são aproximadamente equivalentes (exceto em aplicações críticas, caso em que o leitor será alertado no artigo da montagem). As séries de equivalência são as seguintes:*

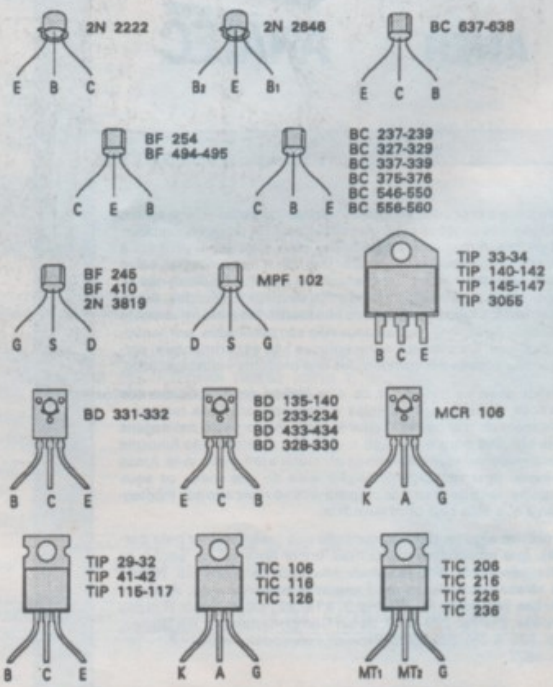
NPN — 107, ..8, ..9; 147, ..8, ..9; 171, ..2, ..3; 182, ..3, ..4; 207, ..8, ..9; 237, ..8, ..9; 317, ..8, ..9; 347, ..8, ..9; 382, ..3, ..4; 437, ..8, ..9; 414; 547, ..8, ..9.

PNP — 157, ..8, ..9; 177, ..8, ..9; 204, ..5, ..6; 212, ..3, ..4; 251, ..2, ..3; 261, ..2, ..3; 307, ..8, ..9; 320, ..1, ..2; 350, ..1, ..2; 416; 512, ..3, ..4; 557, ..8, ..9.

A letra que às vezes aparece depois do código do transistor (exemplos: BC 548A, BC 548B, BC 548C) indica o ganho de corrente (hFE). A correspondência é a seguinte: A, entre 125 e 260; B, entre 240 e 500; C, entre 450 e 900.

Pinagens de circuitos integrados: *as pinagens dos circuitos integrados são dadas vendo-se o componente por cima.*

Pinagens de semicondutores discretos: *semicondutores discretos (transistores bipolares, UJTs, FETs, SCRs e triacs) podem ter várias pinagens para o mesmo encapsulamento. Abaixo vemos as variações de pinagens dos invólucros mais comuns, com alguns exemplos de componentes de cada tipo.*



Por WAGNER CAPANO

CENTRAL DE BIP



Com um Econômico e Compacto circuito eletrônico, você pode ficar conectado a uma central de telechamada ou Bip, indefinitivamente.

Milhões de anos atrás, nossos ancestrais terrestres só tinham consciência do mundo observável, que podiam ver e experimentar.

Se algum hominídeo quisesse contactar um parente numa cidade distante, teria que peregrinar dias ou meses para chegar até ele, e ainda contar com a possibilidade de não encontrá-lo mais lá, seja porque este se mudou para local desconhecido ou deu um pulinho na cidade vizinha a uns trezentos quilômetros adiante.

Uma conseqüência direta disso é que o tempo absoluto parecia passar muito devagar. E assim foi até fins do século dezoito, onde ainda um velho poderia olhar ao seu redor e ver que tudo lhe parece familiar desde sua época de criança.

Atualmente a civilização que habita a terra criou meios de comunicação instantâneos, que estão promovendo mudanças e atualizações com uma velocidade que aumenta exponencialmente.

O resultado disso é que tecnologias estão sendo criadas, visando dar suporte aos meios de vida humanos.

Veja por exemplo o automóvel, a eletricidade e os sistema de telecomunicação, que na época de sua criação eram apenas uma curiosidade.

Hoje pensar em viver sem eles, seria regredir pelos menos cem anos.

Para acompanhar a velocidade do tempo hoje em dia, é necessário estar em muitos lugares no mesmo instante. A tecnologia não oferece isso ainda com segurança, mas pode oferecer um simulador de onipresença, que fará com que você esteja virtualmente em diversos locais ao mesmo tempo, disponível à várias pessoas.

Para alguns profissionais, necessidade de estar sempre disponível, é imprescindível. Para eles, foi criado o conhecido BIP, que é acionado por uma central de atendimento, com cobertura que atinge várias cidades de região.

Há casos que em que nos movimentamos dentro de uma indústria ou pela região próxima ao trabalho, e este serviço sería-nos muito útil. Contudo, por ser muito custoso, nem todos tem acesso a ele.

Para resolver este problema, desenvolvemos um sistema codificado que pode chamar várias pessoas independentemente.

O alcance obtido é surpreendente, resultado do emprego de um receptor de alta sensibilidade e um transmissor de potência.

Indicamos seu uso , dentro de grandes áreas como: fazendas, indústrias, pátios de garagens, Shopping Centers e por técnicos de manutenção e executivos que circulam dentro de um raio de restrito alcance.

FUNCIONAMENTO

O Bip que iremos apresentar tem seu princípio de funcionamento ilustrado através do diagrama de blocos da **figura 1**.

Nele podemos observar que o transmissor conta com um seletor de códigos. O objetivo desse seletor é proporcionar a sinalização independente de vários receptores. No nosso protótipo estipulamos apenas 6 códigos diferentes, mas o leitor poderá ampliar este número quando entender o funcionamento do circuito.

Podemos notar que o receptor emprega o método de super-heterodinagem para receber o sinal do transmissor. Isso é necessário para aumentar o alcance do sinal do Bip. Não adiantaria empregar um transmissor de altíssima potência, se o receptor fosse "surdo". Por isso a sensibilidade do receptor contribui muito para o grande alcance obtido.

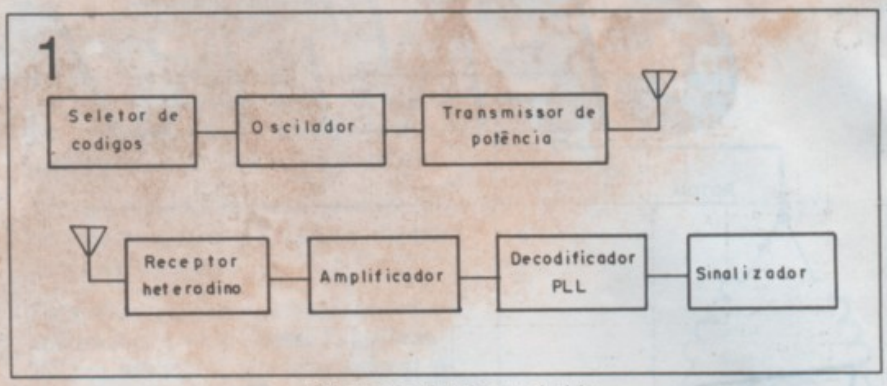


Diagrama de blocos do bip

O funcionamento do circuito é simples: Através do bloco seletor de códigos, seleciona-se o código da pessoa a ser "bipada".

Este código fará com que o oscilador produza uma freqüência destinada ao receptor da pessoa selecionada.

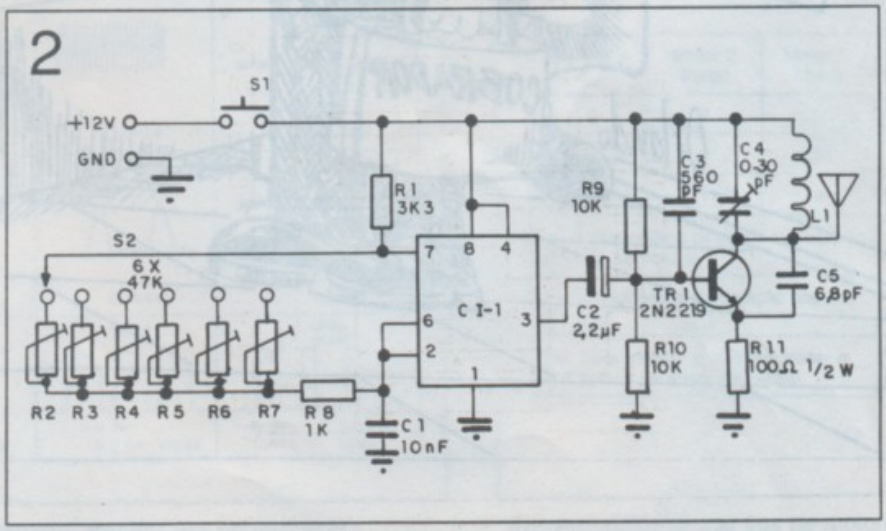
O transmissor de potência emite esta freqüência que será captada pelo bloco sintonizador do receptor. Este bloco faz a conversão de freqüências, amplificação, filtragem e a detecção, entregando em sua saída o código de freqüência selecionado no transmissor.

O bloco amplificador encarrega-se de tornar maior o nível do sinal , afim de que o decodificador possa entendê-lo.

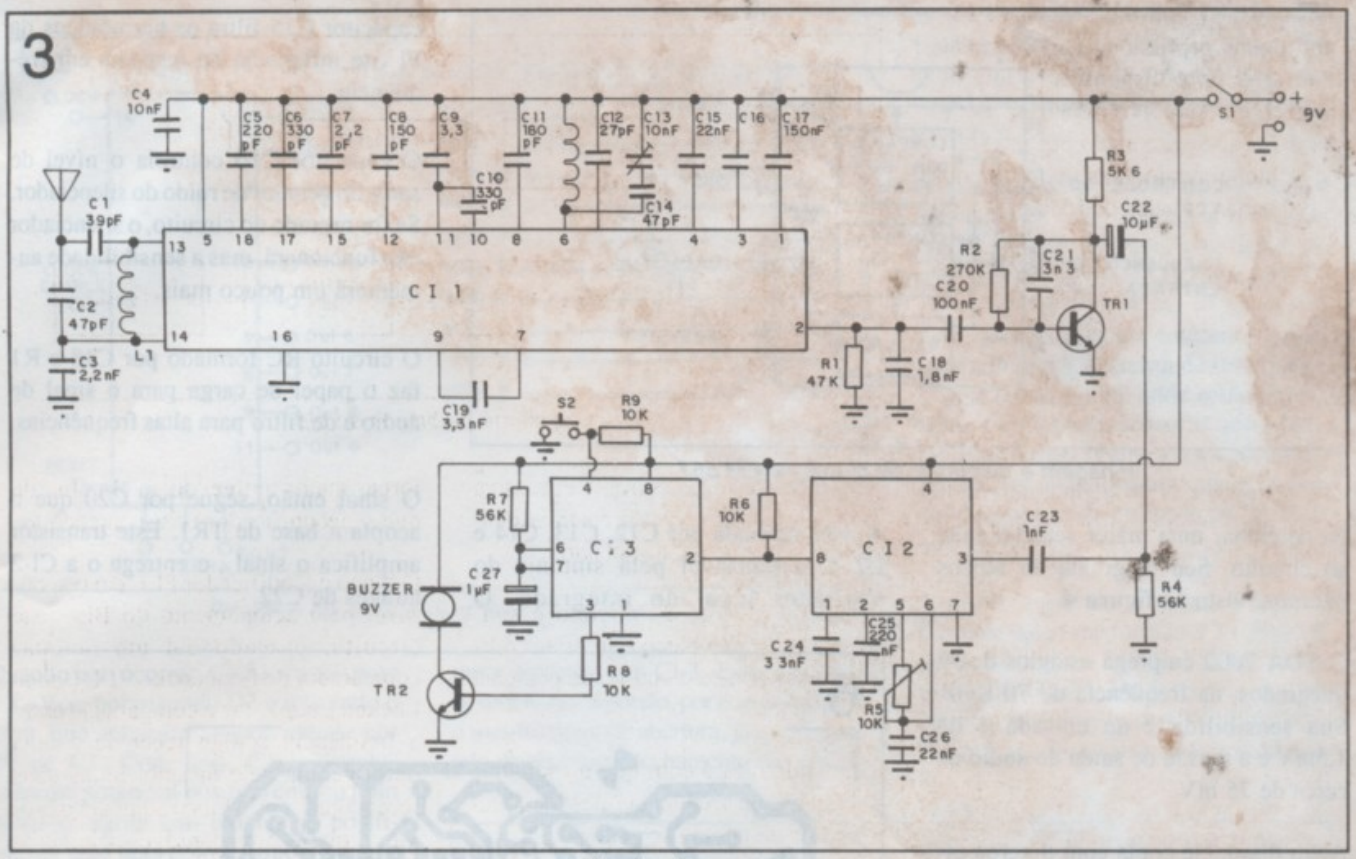
O bloco decodificador PLL é o responsável pelo acionamento do Bip. Este circuito, baseado em um detetor/ comparador de freqüências PLL (Phase Locked Loop) , faz a comparação entre a freqüência código recebida e uma outra gerada nele mesmo. Se as duas forem iguais, este bloco acionará o próximo, que é o responsável pela emissão sonora do Bip de sinalização.

CIRCUITO DO TRANSMISSOR

O circuito do transmissor é mostrado na **figura 2**. Através dele podemos ver os circuitos citados no diagrama de blocos.



Circuito do transmissor



Circuito do receptor

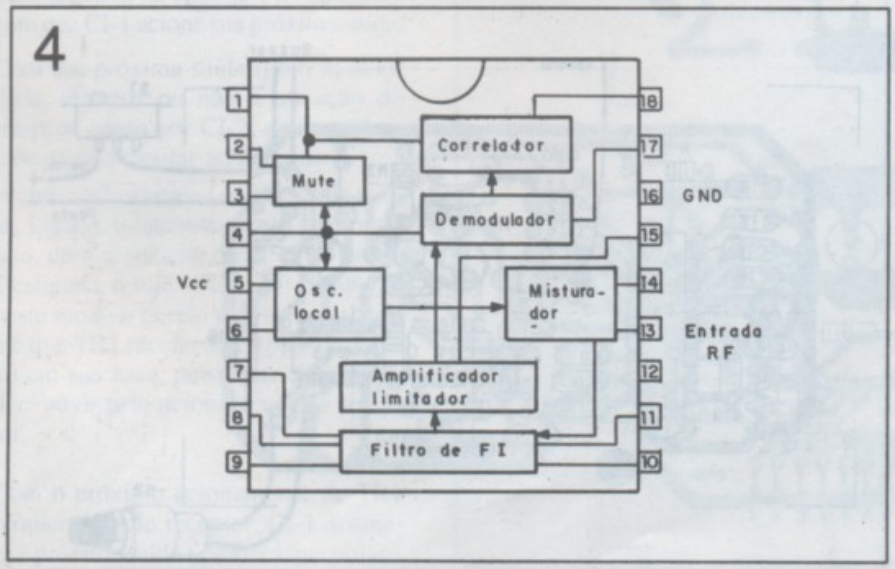
O circuito integrado CI-1 é o oscilador do conjunto. A freqüência em que este oscilará é determinada pelos valores de R1, R2, R8 e C1.

A chave S2 seleciona os trimpots R2 a R7, que serão ajustados para proporcionar freqüências diferentes. Cada freqüência acionará um receptor de Bip, chamando uma pessoa.

O sinal gerado por CI-1 é acoplado a base de TR1 através de C2. O transistor TR1 é o oscilador de alta freqüência que transmitirá o sinal na freqüência de RF determinada por L1 e C4.

Os resistores R9 e R10 fazem a polarização da base de TR1, enquanto que R11 faz a estabilização do transistor.

A chave S1 é a responsável pela emissão do sinal. Ao acioná-la, esta provê a alimentação do circuito que emitirá o sinal selecionado por S2.



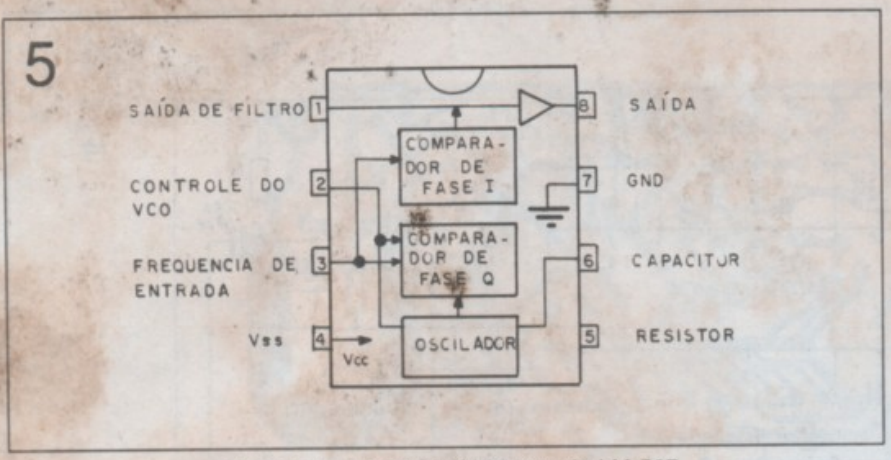
Pinagem e diagrama interno do TDA 7000

CIRCUITO DO RECEPTOR

O circuito elétrico do receptor é mostrado na **figura 3**.

Podemos ver que o sinal captado pela antena, é injetado no circuito integrado CI-1, que é um receptor de FM completo.

Este receptor integrado foi adotado para



Pinagem e diagrama de blocos do LM 567

proporcionar uma maior sensibilidade ao circuito. Seu diagrama de blocos interno é visto na **figura 4**.

O TDA 7000 emprega estágios de FI integrados, na freqüência de 70 KHz. Sua sensibilidade de entrada é de 1,5mV e a tensão de saída de áudio de cerca de 75 mV.

Além disso, ele conta com diveros estágios, tais como: Oscilador local, misturador, filtro de FI, demodulador de quadratura e um circuito silenciador.

Tudo isso torna-o excelente para nosso uso.

Continuando , o sinal que chega à antena é enviado à CI-1 através da rede formada por C1, C2, C3 e L1. Esta rede sintoniza a freqüência de entrada do sinal de RF.

O capacitor C4 filtra as interfêrencias vindas de outras partes do circuito, para não chegarem ao integrado.

Os capacitores C5, C6, C8, C9, C10, C11 e C19 são responsáveis pelo funcionamento dos filtros e do demodulador. Seus valores foram atribuídos para as freqüências internas de operação do integrado.

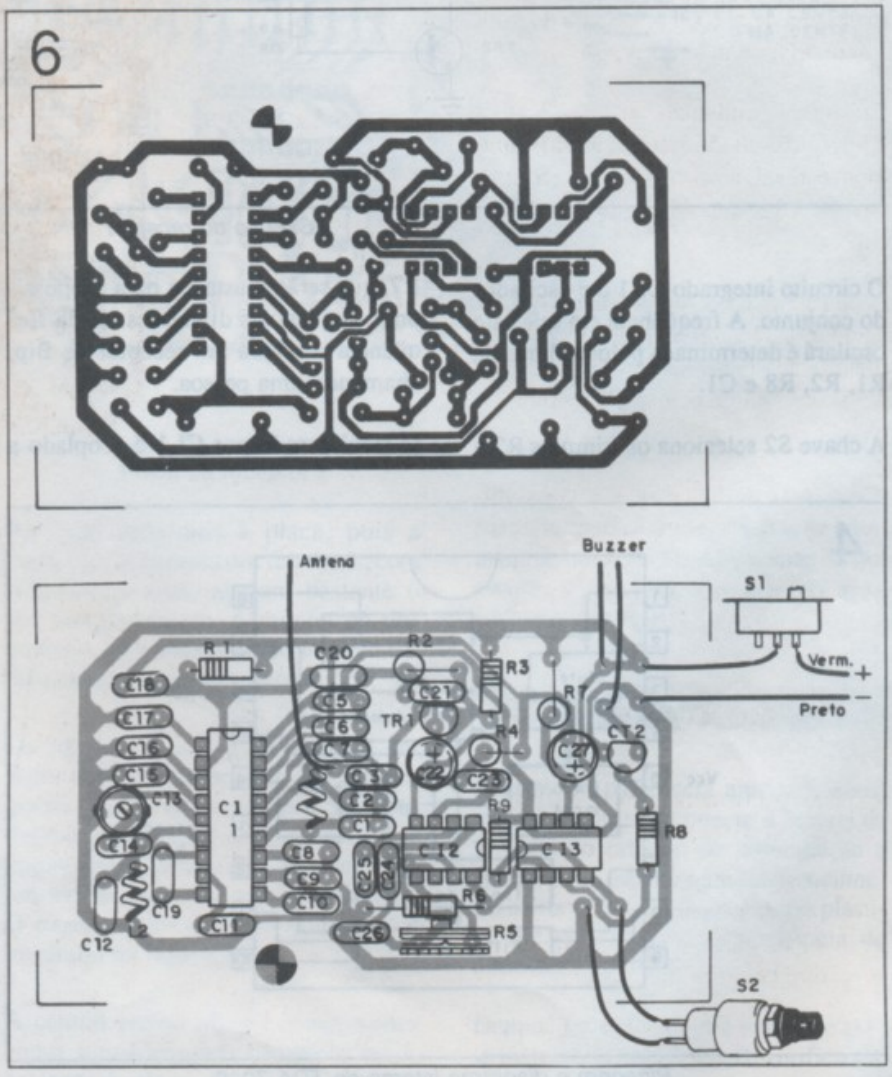
O limitador de FI usa C7 para desacoplar a tensão CC da alimentação.

A rede formada por C12, C13, C14 e L2 é responsável pela sintonia do oscilador local do integrado. O capacitor C15 filtra os harmônicos da FI , te influencia na resposta em freqüência.

O capacitor C16 controla o nível de saída do gerador de ruído do silenciador. Se for retirado do circuito, o silenciador não funcionará, mas a sensibilidade aumentará um pouco mais.

O circuito RC formado por C18 e R1 faz o papel de carga para o sinal de áudio e de filtro para altas frequências.

O sinal então, segue por C20 que o acopla a base de TR1. Este transistor amplifica o sinal , e entrega o a CI-2 através de C22.



Placa do receptor

O circuito integrado CI-2 é um decodificador de tom que identifica a freqüência de áudio enviada pelo transmissor.

A pinagem e o diagrama de blocos interno do LM 567 usado em nosso projeto é visto na **figura 5**.

Ele consiste basicamente de um oscilador interno, um comparador de fase e um circuito comutador.

O oscilador interno providencia uma freqüência ajustada pelo resistor R5 e pelo capacitor C26 que será comparada com o sinal recebido no pino 3.

Se as duas freqüências forem aproximadamente iguais , com uma pequena tolerância de ± 100 Hz, a saída do pino 8 será ativada indo a nível 0.

Este nível , aplicado ao pino 2 ativa CI-3, que é um 555 configurado como monoestável, acionando o buzzer através de TR2, reproduzindo o som do Bip .

A função de CI-3 será manter o buzzer acionado, mesmo depois de o sinal identificado por CI-2 desaparecer. Este tempo é definido pelos valores de R7 e C27.

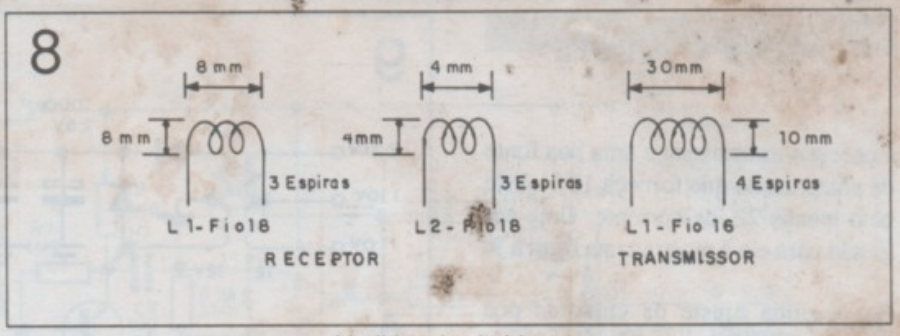
A chave S2 desliga o sinal sonoro emitido pelo buzzer, sem desligar o receptor. A chave S1 deve ser desligada quando o Bip não estiver em uso, para poupar a bateria.

MONTAGEM

As placas para a montagem do Bip podem ser vistas nas **figuras 6** e **7**.

Durante a montagem do transmissor, procure soldar o transistor TR1 bem afastado da placa, e não se esqueça de revestí-lo com seu dissipador.

O trimmer C4 do transmissor não deve ser muito aquecido , pois pode danificar-se com o calor.

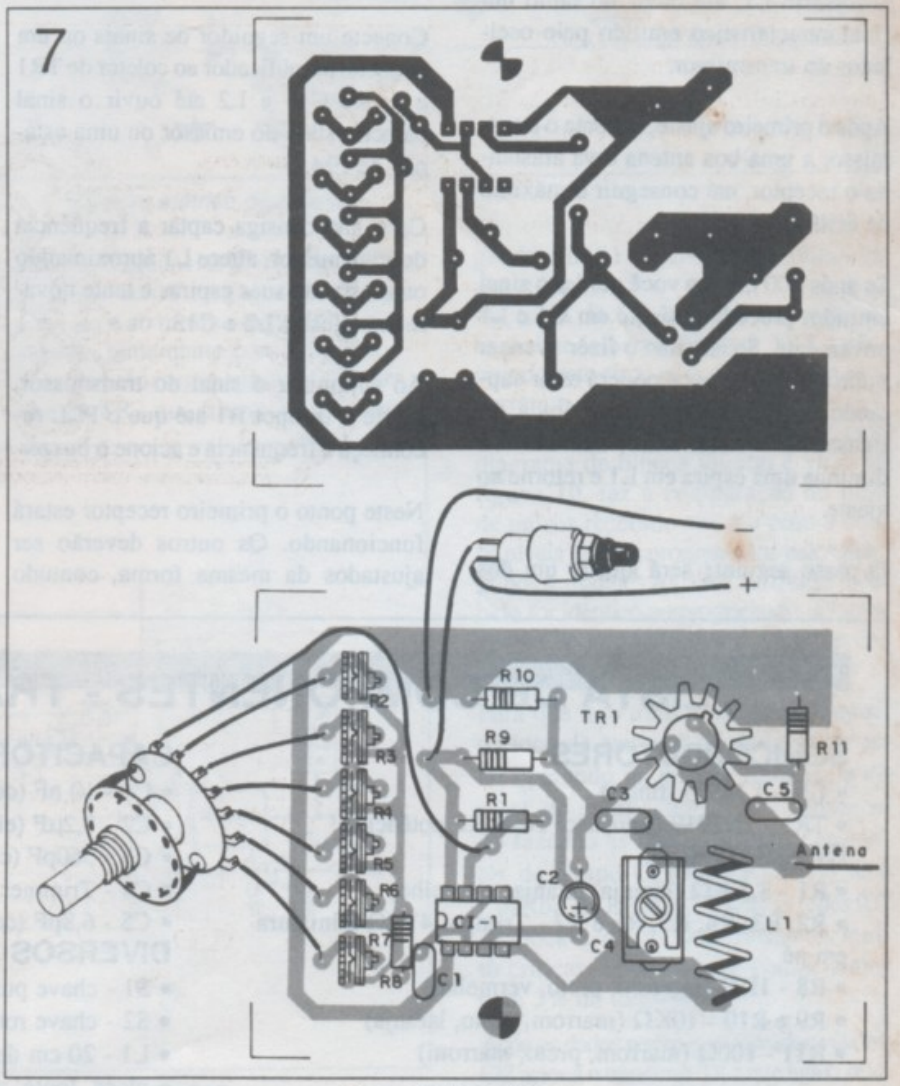


Medidas das bobinas

A montagem do receptor requer a confecção das bobinas L1 e L2. Ambas podem ser confeccionadas com 3 espiras de fio 18, conforme ilustrado na **figura 8**.

Todos capacitores cerâmicos que trabalham conectados a CI-1 deverão ser soldados bem próximos à placa.

Recomenda-se que os integrados só sejam soldados diretamente à placa, sem o uso de soquetes, se o montador tiver habilidade suficiente para não queimá-los.



Placa do transmissor

PROVA E AJUSTE

Conecte o transmissor a uma boa fonte de alimentação que forneça 12 Volts e pelo menos 2A de corrente. Uma sugestão para ela é mostrada na **figura 9**.

Em seguida ajuste os cursores dos trimpots R2 a R7 para diferentes posições .

Com um rádio FM comum, sintonize-o em um local onde não se encontre nenhuma emissora.

Agora, acionando S1 e com uma chave não metálica, ajuste o trimmer C4, e se necessário L1, até ouvir no rádio um sinal característico emitido pelo oscilador do transmissor.

Após o primeiro ajuste, conecte o transmissor a uma boa antena e vá afastando o receptor, até conseguir o máximo de distância possível.

Se após 200 metros você perder o sinal emitido, proceda o ajuste em C4 e L1 novamente. Se isto não o fizer avançar muito, é porque você poderá estar captando uma freqüência harmônica do transmissor. Neste caso, aumente ou diminua uma espira em L1 e retorne ao ajuste.

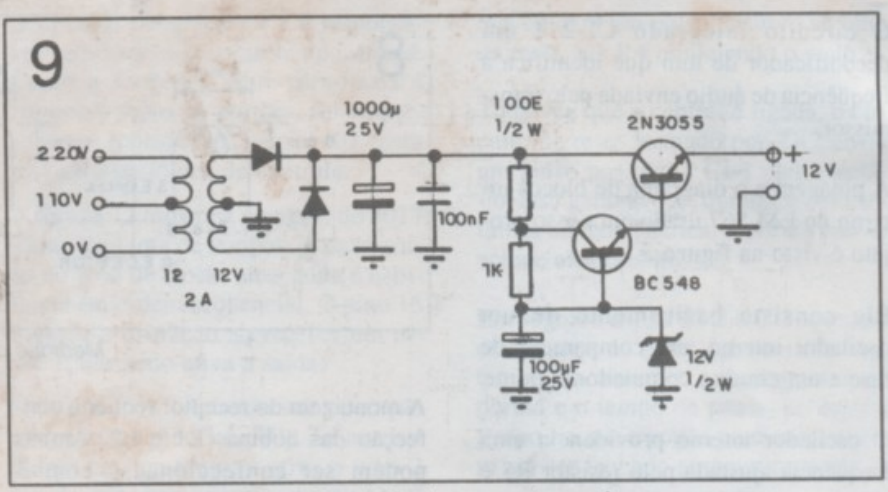
O passo seguinte será ajustar um dos receptores. Para isso encaixe a bateria no seu clip respectivo e acione S1.

Conecte um seguidor de sinais ou um pequeno amplificador ao coletor de TR1 e ajuste C13 e L2 até ouvir o sinal característico do emissor ou uma estação de FM.

Caso não consiga captar a freqüência do transmissor, altere L1 aproximando ou afastando suas espiras e tente novamente ajustar L2 e C13.

Ao sintonizar o sinal do transmissor, ajuste o trimpot R1 até que o PLL reconheça a frequência e acione o buzzer.

Neste ponto o primeiro receptor estará funcionando. Os outros deverão ser ajustados da mesma forma, contudo deve-se mudar a posição da chave S2 do transmissor cada vez que for ajustar outro receptor.



Sugestão da fonte para o transmissor

USO

Após todos ajustes, o nosso Bip poderá chamar 6 pessoas, independentemente.

Para se ter um bom alcance do conjunto é aconselhável o uso de uma boa fonte sem ondulações, como já dito, de baterias alcalinas nos receptores e de uma boa antena para o transmissor.

Os receptores poderão usar como antena, um pedaço de fio com cerca de 20 cm. Se for possível, uma antena maior melhorará ainda mais a recepção. ●

LISTA DE COMPONENTES - TRANSMISSOR

SEMICONDUTORES

- CI-1- LM555 (timer)
- TR1 - 2N2219 (transistor NPN RF potência)

RESISTORES

- R1 - 3,3 KΩ (laranja, laranja, vermelho)
- R2, R3, R4, R5, R6 e R7 - Trimpot 47KΩ miniatura em pé
- R8 - 1KΩ (marrom, preto, vermelho)
- R9 e R10 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)
- R11 - 100Ω (marrom, preto, marrom)

CAPACITORES

- C1 - 10 nF (cerâmico)
- C2 - 2,2µF (eletrolítico 25 Volts)
- C3 - 560pF (cerâmico)
- C4 - Trimmer 3-30 pF (cerâmico)
- C5 - 6,8pF (cerâmico)

DIVERSOS

- S1 - chave push-button NA
- S2 - chave rotativa 1 pólo x 6 posições
- L1 - 20 cm de fio 16 AWG
- placa, fonte, solda e etc.

LISTA DE COMPONENTES - RECEPTOR

SEMICONDUTORES

- CI-1 - TDA7000 - (receptor de FM completo)
- CI-2 - LM567CN - (decodificador de tom)
- CI-3 - LM555 - (timer)
- TR1 e TR2 - BC548 (transistor NPN uso geral)

RESISTORES

- R1 - 47KΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R2 - 270 KΩ (vermelho, violeta, amarelo)
- R3 - 5,6KΩ (verde, azul, vermelho)
- R4 e R7 - 56KΩ (verde, azul, laranja)
- R5 - 10K Trim-pot em pé
- R6, R8 e R9 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)

CAPACITORES

- C1 - 39 pF (cerâmico)
- C2 e C14 - 47pF (cerâmico)
- C3 e C7 - 2,2nF (cerâmico)
- C4 e C15 - 10nF (cerâmico)
- C5 - 220pF (cerâmico)
- C6 e C10 - 330pF (cerâmico)
- C8 - 150pF (cerâmico)
- C9, C19 e C21 - 3,3nF (cerâmico)
- C11 - 180pF (cerâmico)
- C12 - 27pF (cerâmico)
- C13 - trimmer 1-60 pF miniatura
- C16 e C26 - 22nF (cerâmico)
- C17 - 150nF (cerâmico)
- C18 - 1,8nF (cerâmico)
- C20 - 100nF (cerâmico)
- C22 - 10µF/16V (eletrolítico)
- C23 - 1nF (cerâmico)
- C24 - 33nF (cerâmico)
- C25 - 220nF (cerâmico)
- C27 - 1µF/16V (eletrolitico)

DIVERSOS

- L1 e L2 - 20 cm fio 18 (veja texto)
- S1 - Chave H-H mini
- S2 - Chave push-button NA
- Buzzer - buzzer ou sonoalarme para 9V
- Clip de bateria 9V
- Bateria 9V
- Placa, caixa, fios e etc...

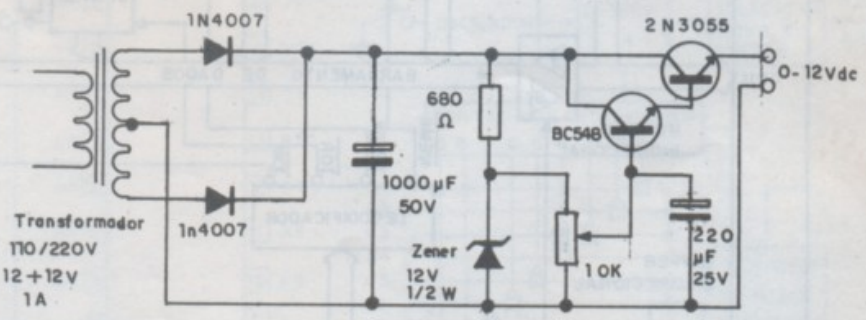
CIRCUITOS BÁSICOS

FONTE 0-12V 1A

Esta fonte é indicada para o montador que necessita de tensões diferentes para cada projeto. Sua montagem é simples é seu desempenho é bem confiável.

O transistor 2N 3055 deve ser montado em um dissipador de calor.

Variando a posição do eixo do potenciômetro de 10K variará a tensão de saída.



Microprocessadores: Técnicas de Interfaceamento

Imagine, o leitor, sentado em sua bancada projetando e operando sistemas de última geração controlados por microprocessadores.

Sistemas que podem controlar sua central de alarme, sensoriar portas, janelas e demais dependências, informando automaticamente tudo o que ocorre, em um visor de cristal líquido.

Talvez o controle de uma fábrica inteira, com todas suas máquinas sendo monitoradas pode lhe parecer um tanto impossível, mas saiba que com um sistema desses, é possível terminar de desenhar uma peça na tela do computador da sala de projetos e ordenar às máquinas do outro lado da rua, que construam um protótipo antes de você terminar seu cafezinho!

Este mundo dos microprocessadores, que era um tanto desconhecido começa agora a ser explicado, permitindo ao leitor unir chips programáveis através das técnicas de hardware, e posteriormente construir e programar seu sistema, tornando-o inteligente através das técnicas de software.

Vamos iniciar este desafio criando um projeto exemplo simples, que irá dar a idéia de como um microprocessador atua em conjunto com o hardware e o software.

ANÁLISE DO SISTEMA

Após esta série de artigos que se inicia agora, o leitor estará apto a enfrentar um desafio maior que será a construção de um sistema baseado em microprocessadores.

Suponha que queremos desenvolver um pequeno sistema de controle, como mostrado no diagrama de blocos da

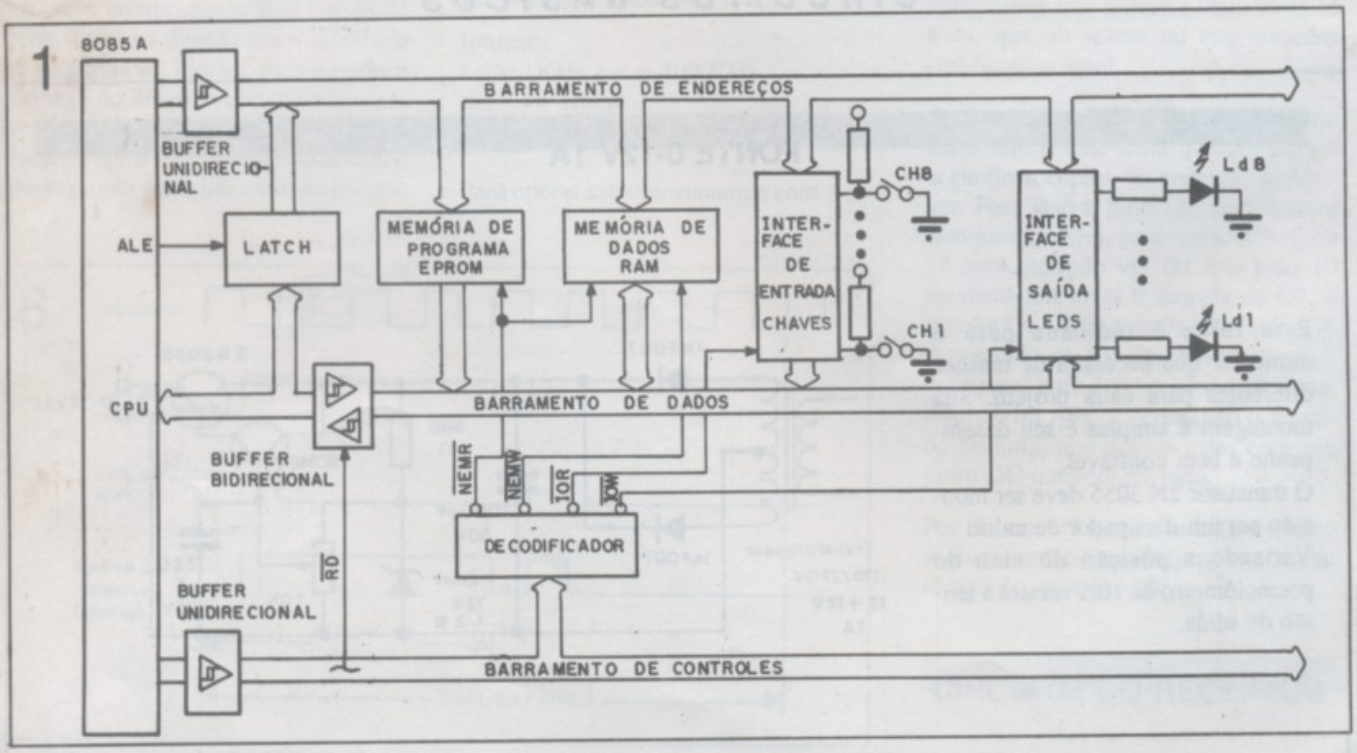


Diagrama em bloco do projeto-exemplo com CPU 8085A (INTEL)

figura 1. Este sistema será capaz de ler um conjunto de chaves e posteriormente mostrar em um painel de led's, qual chave foi pressionada.

Antes de iniciar o desenvolvimento é necessário que o leitor tenha conhecimento básico do funcionamento das memórias. Isto já foi abordado em números recentes da **ELÉCTRON**, e para que este artigo não se torne repetitivo e extenso, consideraremos que o leitor já possui este conhecimento não entrando em maiores detalhes.

O projeto utiliza a memória EPROM 2764A e considera que ela já está gravada com todos os dados necessários, e com o programa para controlar o sistema. Adiante explicaremos como funciona este programa e como realizá-lo.

MEMÓRIA EPROM

Na **figura 2**, é mostrada a memória EPROM 2764A cuja função dos pinos é a seguinte:

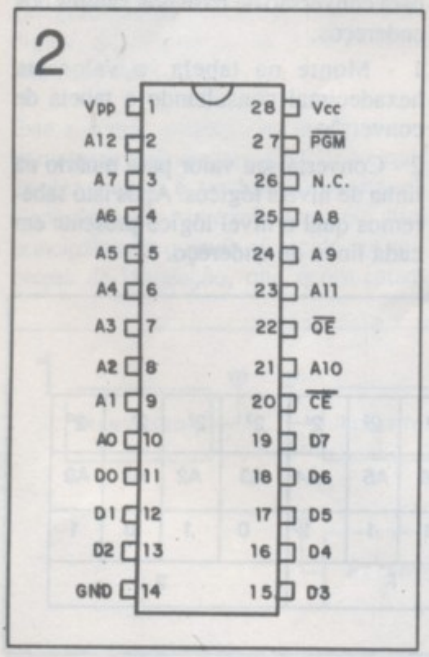
Vcc - Tensão de alimentação (+5Vdc)

GND - Terra (Ground)

Vpp - Tensão para programação interna. No caso + 12,5 Vdc

PGM - Pulso negativo para programação interna

N.C. - não conectado



Memória Eprom 2764A

A12 ≈ A0 - linhas de endereço

D7 ≈ D0 - linhas de dados

OE - habilita saída de dados (Out/Put Enable)

CE - habilita o chip (Chip Enable)

Na **figura 3** temos o diagrama de blocos interno da memória, onde podemos notar quatro partes importantes:

A - BLOCO DECODIFICADOR DE ENDEREÇO

Tem a função de selecionar uma das 8192 células internas da memória. Por exemplo, a **figura 3** mostra o ponteiro de célula apontando para a célula 8192. O bloco decodificador de endereços irá ler os níveis lógicos "1" ou "0" presentes nas linhas de endereço A12... A0 transformando estes em um número decimal, correspondente ao número da célula a ser selecionada pelo ponteiro. Este bloco, portanto, faz a transformação de número binário para número decimal.

O ponteiro está indicando a posição de célula 8192, para isto as linhas de endereço de A12 à A0 devem estar nos níveis mostrados na **figura 4**.

O leitor não deve confundir posição de memória com endereçamento. Se endereçarmos a primeira posição de memória, estaremos trabalhando com o endereço 0000d e não 1. do mesmo modo, se endereçarmos a 8192ª posição de memória, teremos o endereço 8191d.

Cada bit Ax tem seu peso binário, portanto se todas as linhas de endereço estiverem em nível lógico "1", transformando em decimal teremos 8191d, conforme o cálculo:

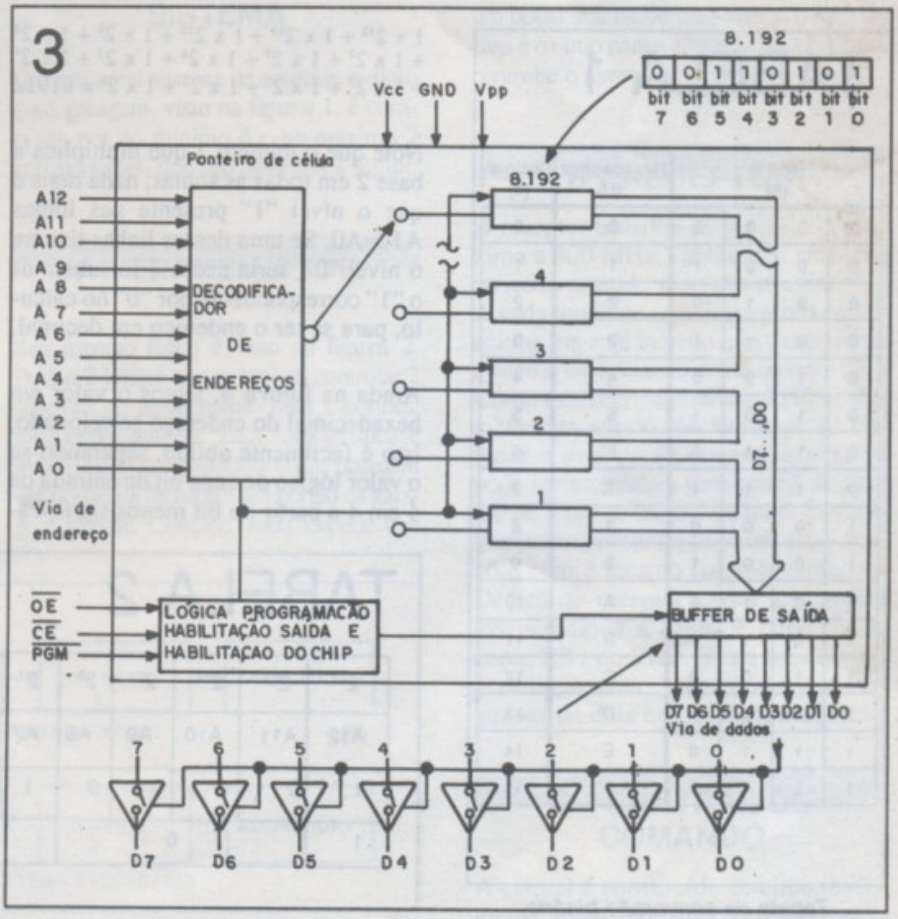
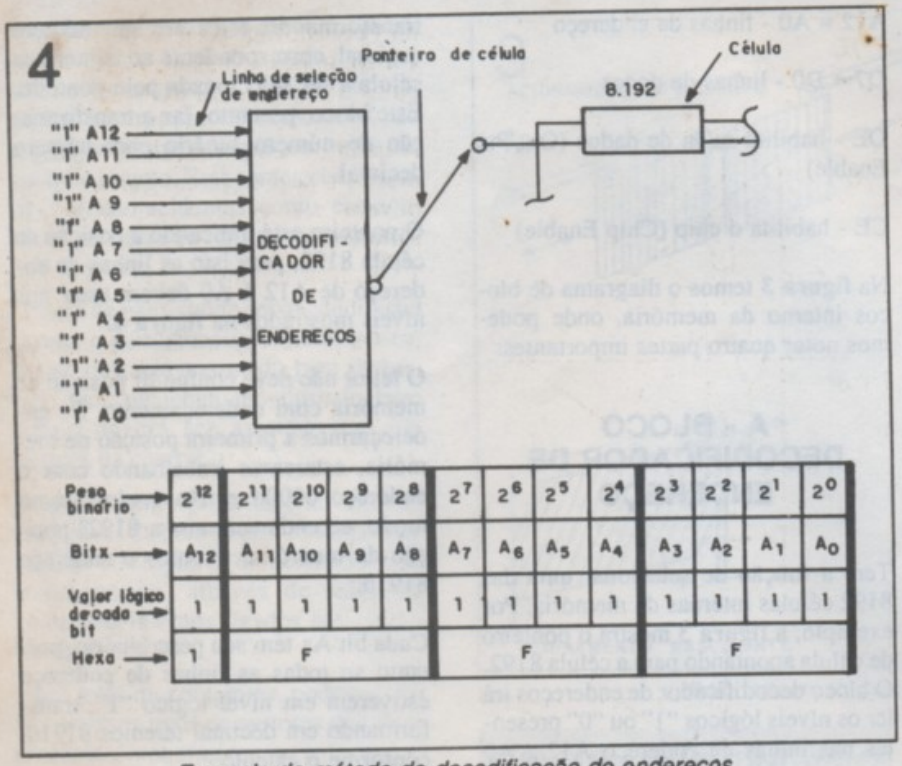


Diagrama em blocos da memória 2764A



Exemplo do método de decodificação de endereços

TABELA 1

Binário (b)				Hexadecimal (H)	Decimal (d)
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	A	10
1	0	1	1	B	11
1	1	0	0	C	12
1	1	0	1	D	13
1	1	1	0	E	14
1	1	1	1	F	15

Tabela de conversão binário, hexadecimal e decimal

$1 \times 2^{12} + 1 \times 2^{11} + 1 \times 2^{10} + 1 \times 2^{9} + 1 \times 2^{8} + 1 \times 2^{7} + 1 \times 2^{7} + 1 \times 2^{6} + 1 \times 2^{5} + 1 \times 2^{4} + 1 \times 2^{3} + 1 \times 2^{2} + 1 \times 2^{1} + 1 \times 2^{0} = 8191d$

Note que o número 1 que multiplica a base 2 em todas as somas, nada mais é que o nível "1" presente nas linhas A12≈A0. Se uma dessas linhas tivesse o nível "0", seria necessário substituir o "1" correspondente por "0" no cálculo, para se ter o endereço em decimal.

Ainda na **figura 4**, temos o valor em hexadecimal do endereço selecionado. Isto é facilmente obtido, separando-se o valor lógico de cada bit de entrada de 4 em 4 a partir do bit menos significativo, e convertendo cada conjunto de 4 bits, partindo do bit A0, em um valor hexadecimal.

A **tabela 1** mostra um método de conversão binário/decimal/hexadecimal, para nos facilitar. Tenha em mente que é muito importante entender isto, pois quando começarmos a fazer o mapeamento das memórias e dos dispositivos de entrada e saída, veremos algo do tipo 1C02h, 002Ch e assim por diante.

Pois bem, se todas as linhas de endereços estão em níveis lógicos "1", a memória está sendo apontada para a posição 1FFFh (a última letra h, indica que a base é hexadecimal), como mostra a **figura 4**.

Por exemplo, se for mencionado a posição de memória 0008h, quer dizer que está sendo selecionada a célula interna da posição 8d. Se for 10F2h, quer dizer que a célula da posição 4338d é que está sendo selecionada.

A **tabela 2** mostra como estarão os níveis das linhas de endereço quando tivermos, no exemplo citado acima o endereço 10F2h.

Agora, para se ter ciência da atual posição de memória, siga estes passos para conversão de base dos valores dos endereços:

1 - Monte na tabela, o valor em hexadecimal consultando a tabela de conversão.

2 - Converta seu valor para binário na linha de níveis lógicos. Após isto saberemos qual o nível lógico presente em cada linha de endereço.

TABELA 2

2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^{9}	2^{8}	2^{7}	2^{6}	2^{5}	2^{4}	2^{3}	2^{2}	2^{1}	2^{0}
A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
1	0				F				2			

Tabela de conversão binário/hexadecimal para endereço 4338d

3 - Faça a conversão de binário para decimal usando o cálculo de pesos binários já explicado.

B - CÉLULAS INTERNAS DA MEMÓRIA EPROM

Como visto na **figura 3**, cada célula é composta por 8 bits. Estes bits podem conter valores lógicos "0" ou "1", dependendo da gravação que foi feita em cada posição de memória. Portanto, no exemplo citado anteriormente quando selecionamos a posição 10F2h (célula de memória na posição 4338d), esta célula contém o valor (byte) de 8 bits 10110001, supostamente pré-gravado na memória.

Portanto, a posição de memória 10F2h contém um valor de 8 bits (byte) que em hexadecimal é B1h (faça a conversão).

C - BUFFERS DE SAÍDA TRISTATE

Os blocos buffer de saída nada mais são do que 8 chaves CMOS FET. A **figura 5** mostra a analogia (forma comparativa) destes buffers. Na **tabela 3** temos a tabela verdade da chave CMOS FET. Se no pino de controle tivermos nível lógico "1" o buffer atuará como uma chave fechada. Caso contrário, se o controle estiver com nível lógico "0" o buffer atuará como uma chave aberta, apresentando uma alta impedância (alguns Megaohms).

Assim podemos, dizer que: se uma memória ou dispositivo de entrada ou saída estiver no estado de alta impedância, o mesmo se comportará como se o componente não estivesse presente no circuito. Isto será melhor explicado na parte de construção do hardware do projeto exemplo.

D - LÓGICA DE LEITURA DE DADOS

Para podermos ler o dado (byte) contido (gravado) na posição de memória 10F2h, aplicamos sinais elétricos nos pinos da memória EPROM 2764A.

A carta de temporização da **figura 6** mostra a seqüência em que os sinais devem ser aplicados à memoria EPROM:

1 - Aplicar as tensões de alimentação nos pinos Vcc(+5Vdc) e GND(0Vdc).

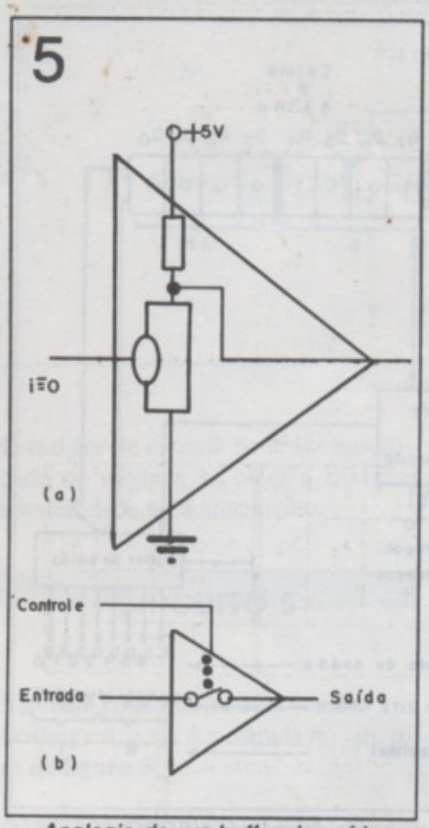
2 - Os pinos Vpp e PGM deverão ter tensões de alimentação +5Vdc para selecionar o modo de leitura de dados.

3 - Em seguida a memória deve ser endereçada pelas linhas de endereço A12=A0, com seus respectivos níveis lógicos "0" ou "1". No caso do nosso exemplo endereçar com 10F2h.

O quarto passo, comum daqui para frente, será selecionar a memória aplicando um nível lógico "0" no pino CE. Depois, basta aplicar um nível lógico "0" no pino OE da EPROM para habilitar a saída de dados.

Após estas etapas, a memória EPROM libera em seu barramento de dados D7, D6, D5, D4, D3, D2, D1 e D0 o correspondente byte gravado em sua posição de memória conforme ilustrado na **figura 7**.

Para poder ler uma nova posição da memória EPROM, deve-se continuar com os seguintes passos:

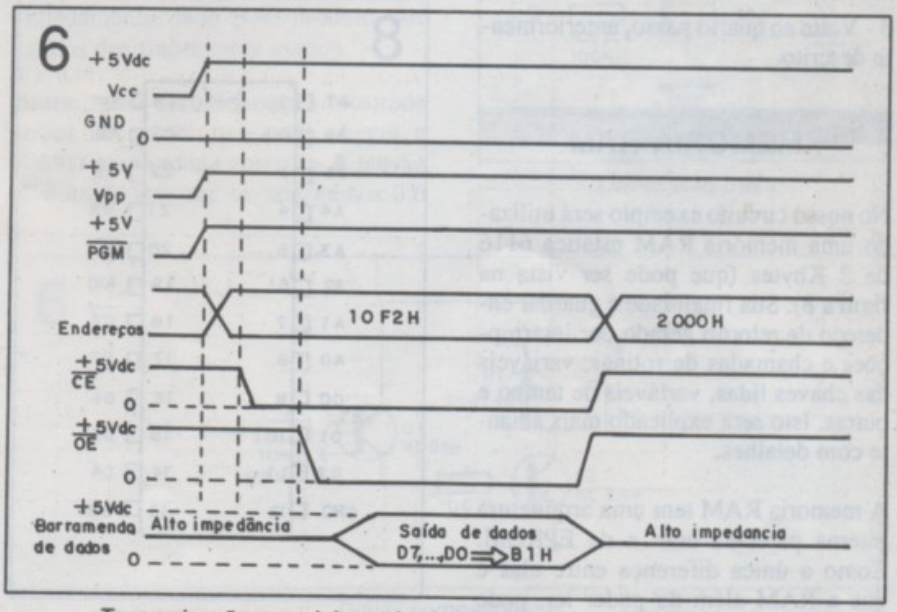


Analogia de um buffer de saída

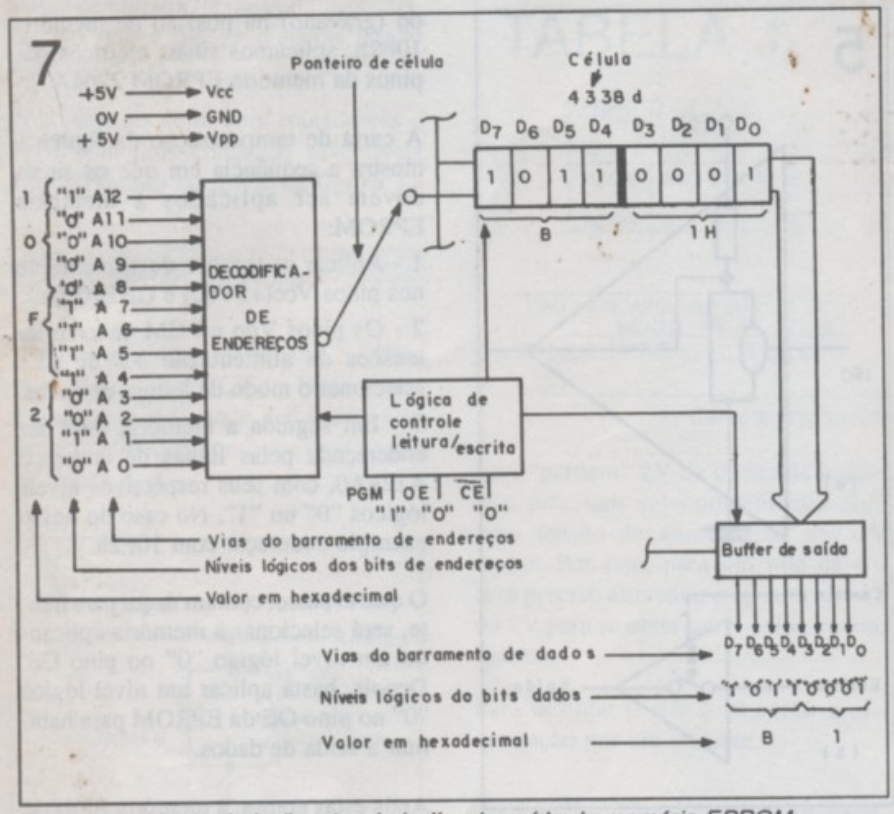
TABELA 3

Controle	Entrada	Saída
0	x	Alta impedância
1	x	x

Tabela verdade da chave CMOS Fet



Temporização para leitura de dados da memória EPROM 2764A



Saída de dado (byte) pelo buffer de saída da memória EPROM

1 - Desative os sinais OE e CE, levando seus respectivos pinos ao nível lógico "1". Isto fará com que a memória EPROM entre no estado de alta impedância (tristate).

2 - Selecione a posição de memória desejada, pelas linhas de endereço A12,...,A0.

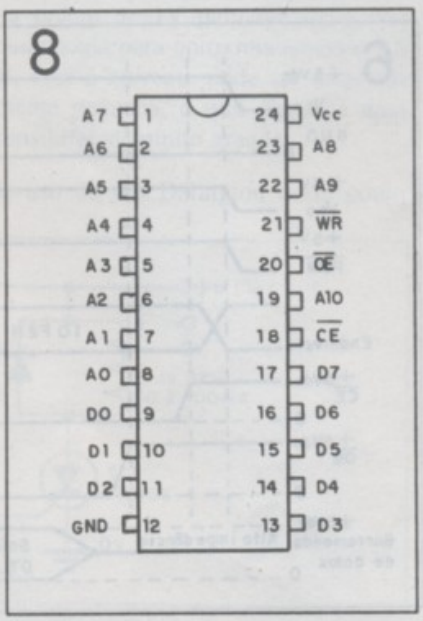
3 - Volte ao quarto passo, anteriormente descrito.

MEMÓRIA RAM

No nosso circuito exemplo será utilizado uma memória RAM estática 6116 de 2 Kbytes (que pode ser vista na **figura 8**). Sua finalidade é guardar endereço de retorno gerado por interrupções e chamadas de rotinas, variáveis das chaves lidas, variáveis de tempo e outras. Isto será explicado mais adiante com detalhes.

A memoria RAM tem uma arquitetura interna parecida com a da EPROM. Como a única diferença entre elas é que a RAM além de poder ler, pode também gravar dados.

As explicações anteriores são válidas também para esta memória.
As funções dos pinos da RAM 6116 são:
Vcc - Tensão de alimentação (+5Vdc)
GND - Terra (Ground)
A10≈A0 - Linha de endereçamento



Memória RAM 6116

D7≈D0 - Linhas de dados
WR - Pino de habilitação de escrita

OE - Habilita a saída de dados (leitura)

CE - Habilita o chip

Para acessarmos uma célula e gravar ou ler dados faremos uma carta de temporização para leitura e gravação de dados, como mostra a **figura 9**.

Os passos para o ciclo de escrita são os seguintes:

1. Aplicar tensão de alimentação nos pinos Vcc (+5Vdc) e GND (0Vdc).

2. Endereçar a memória pelas linhas de endereço A10≈A0, com seus respectivos níveis lógicos "0" e "1". No caso usaremos o endereço 04FFh.

3. Selecionar a memória aplicando nível lógico "0" no pino de habilitação CE.

4. Desabilitar a saída de dados pelo pino de sinal 0E, com nível "1".

5. Selecionar o modo de escrita de dados colocando o pino de controle de escrita WR em nível lógico "0".

6. Colocar no barramento de dados (D7 ~ D0), os dados que serão gravados na célula interna da memória RAM.

Para continuar a gravar bytes nas posições de memórias superior ou inferior:

1. Desative o chip pelos pinos CE e WR colocando-os em nível lógico "1'.

2. Endereçar nova posição de memória através do barramento A10≈A0 para gravar o byte desejado.

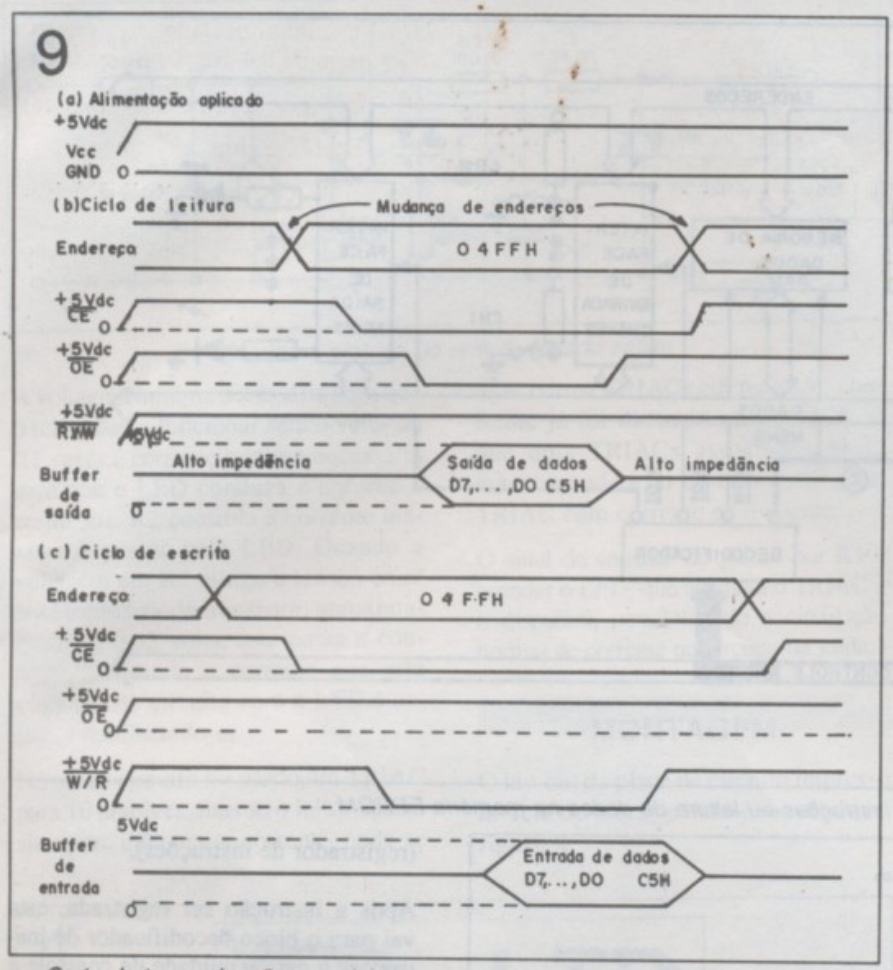
3. Continuar no passo 3 anterior.

Para o ciclo de leitura os três primeiros passos são idênticos aos dois primeiros de gravação e os seguintes são:

4. Habilitar a saída de dados, aplicando nível lógico "0" no pino 0E.

5. Selecionar modo de leitura colocando o pino de controle WR em nível lógico "1".

O barramento de dados (D7≈D0) agora apresentará os dados que foram gravados na posição de memória 04FFh (célula de posição 1279d), liberando o byte C5h para o barramento externo de dados.



Carta de temporização para leitura e gravação de dados na memória ROM estática 6116

Para continuar a ler bytes de posição de memória superiores ou inferiores, continue com a seqüência:

1. Desative o chip pelos pinos CE e 0E colocando-os em nível lógico "1".

2. Endereçar uma nova posição de memórias através do barramento de endereços A10≈A0.

3, Selecione o chip com nível lógico "0" no pino CE e volte ao passo 3, anteriormente descrito.

Até aqui o leitor aprendeu, passo a passo, como é feita a leitura dos bytes de qualquer posição de memória EPROM e RAM estática. Assim como também a escrever em qualquer posição da memória RAM estática 6116.

Começaremos agora a compreender como o microprocessador realiza esta seqüência, tanto para leitura como para escrita.

MODOS DE OPERAÇÃO DE LEITURA/ESCRITA DE MEMÓRIA E/OU DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA SOB CONTROLE DO MICROPROCESSADOR

Como o leitor viu, nos exemplos anteriores, o "mecanismo", ou seja, o processo passo-a-passo para simular sinais sob uma certa ordem para se ler ou gravar um byte é bem "cansativo". Já para o microprocessador esta é uma tarefa mais fácil e rápida.

Todo o processo de endereçamento, geração de endereço, escrever ou ler um byte no barramento de dados, gerar sinais de controle para leitura e escrita em memória, entre outros, já está definido pela lógica interna do microprocessador (micro-programação). Também, toda a operação tem um certo sincronismo já definido que depende da fonte de clock aplicada ao microprocessador (cristal).

Como é que o microprocessador sabe em qual momento ele deverá fazer a operação de busca do código de operação (leitura de memória EPROM), de leitura ou de escrita de um byte na memória RAM ou fazer uma operação de leitura/escrita nos dispositivos de entrada e saída?

Em qualquer microprocessador de 8, 16 ou 32 bits, isso acontece quando é ligada a fonte de alimentação (POWER-ON), ou quando aplicamos um pulso negativo ou positivo (dependendo do tipo de microprocessador) na entrada de seu pino de RESET.

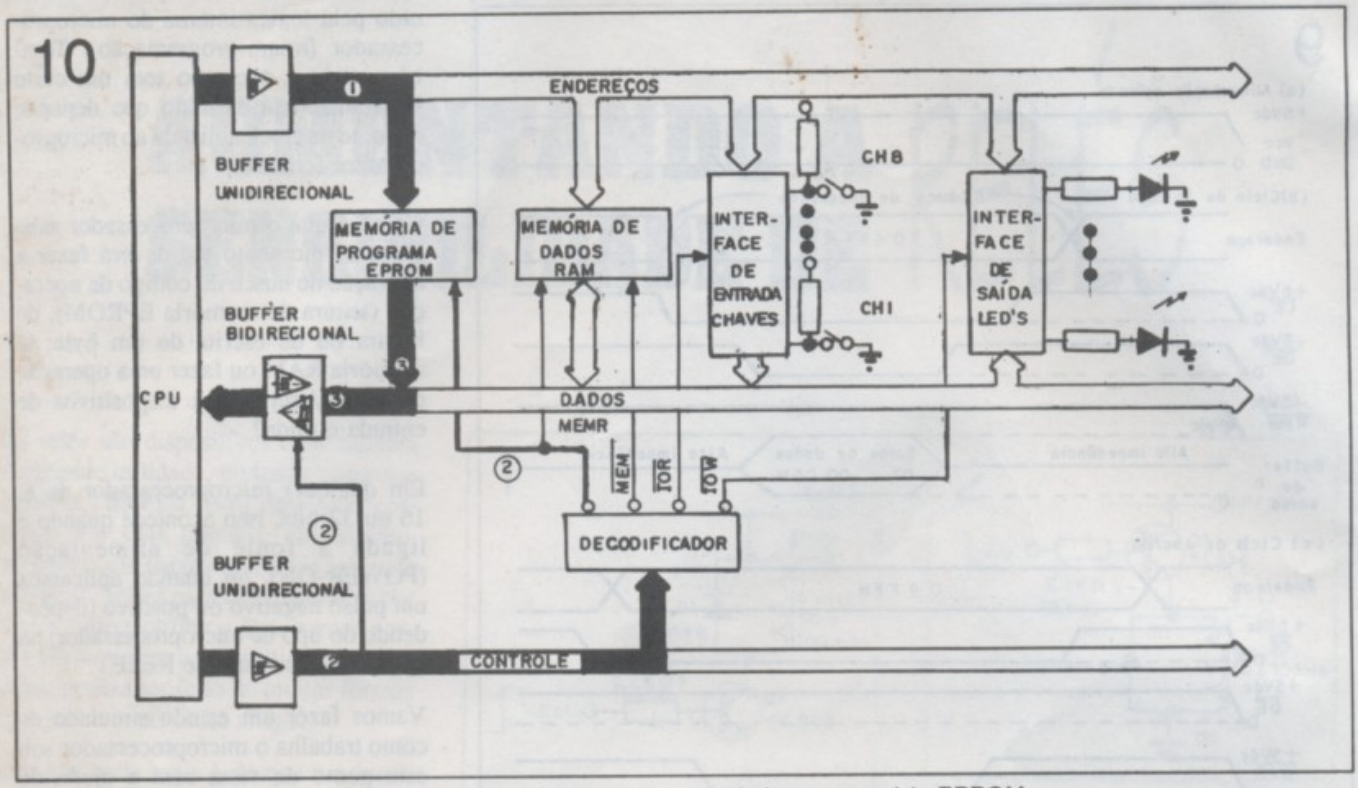
Vamos fazer um estudo simulado de como trabalha o microprocessador sob este ponto de vista com a ajuda do nosso diagrama de blocos analítico mostrado na **figura 10**. Considere que o circuito está no estado de POWER-ON. Neste momento é forçado um pulso de inicialização (RESET).

Acompanhe os passos numerados abaixo e indicados no diagrama de blocos da **figura 10**:

1. Todo e qualquer microprocessador após o POWER-ON/RESET, força uma busca de instrução na memória EPROM que é iniciado em um determinado endereço. Este endereço para a CPU 8085 E CPU Z80 é 0000h e para uma CPU 8088 (16 bits) é FFFF0H.

2. Após o endereço inicial, automaticamente a CPU gera os sinais de controle na memória EPROM. Com a ajuda de uma lógica externa (decodificador), a CPU coloca as entradas de controle da memória EPROM CE e 0E em nível lógico "0", libera-se assim o byte programado na célula interna da posição inicial, através do buffer de saída da memória EPROM.

3. Após a liberação da instrução pelo buffer de saída da memória EPROM, a CPU a coloca em seu interior através de um registrador de 8 bits chamado RI



Busca das instruções ou leitura de dados na memória EPROM

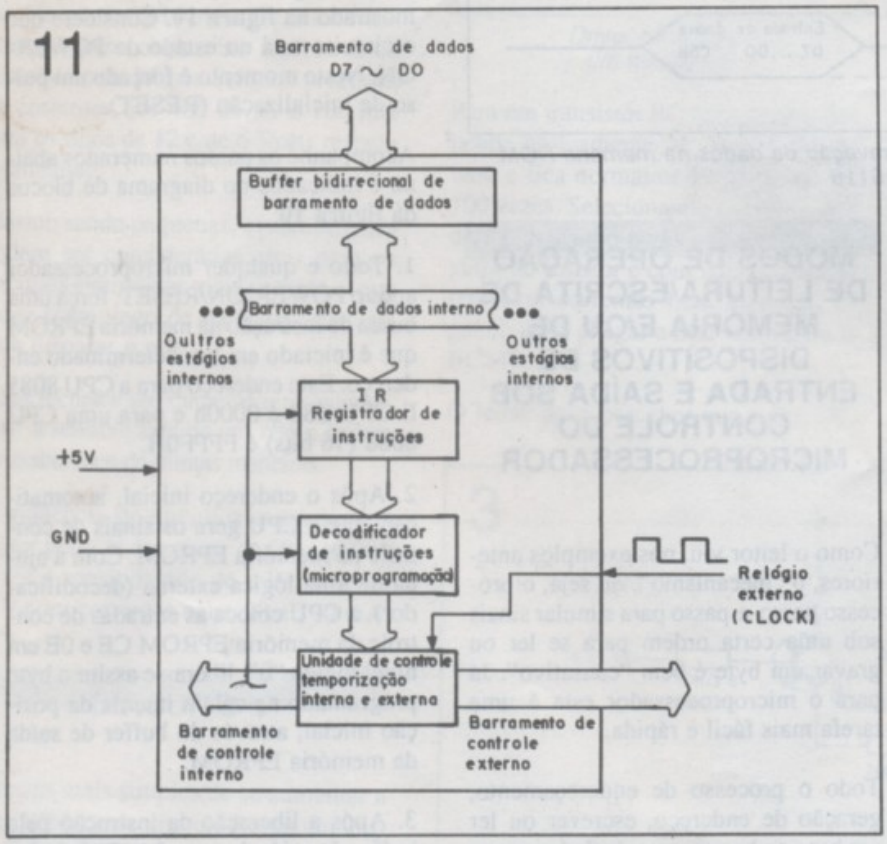


Diagrama em bloco simplificado da CPU, mostrando os estágios do registrador de instrução, decodificação de instrução e temporização

(registrador de instruções).

Após a instrução ser registrada, esta vai para o bloco decodificador de instruções e para a unidade de controle e temporização através de uma área micro-programada, gerando os sinais de controle internos da CPU ou sinais de controle externos para operações de leitura/escrita em memórias e dispositivos de entrada e saída. Na **figura 11** temos um diagrama simplificado do registrador de instruções interno da CPU. Ele ilustra o fluxo de instruções mencionado.

A manipulação de dados nos registradores internos da CPU e controle interno será explicada em detalhes quando for abrangido técnicas de software.

Após a primeira instrução ser decodificada internamente e temporizada teremos, ainda, outros eventos diferentes:

A - LEITURA DE DADOS NA MEMÓRIA EPROM

Além da busca de instruções na memó-

ria EPROM, o fluxo também é o mesmo para busca de dados (**figura 10**).

1. A CPU gera o endereço, que tem que estar dentro da faixa de endereçamento da memória de programa. No caso da EPROM 2764 que tem capacidade para 8 Kbytes (8192 bytes), a faixa de endereçamento é de 0000h ~ 1FFFh.

2. A CPU também gera os sinais de controle de leitura da memória pelo barramento de controle e com auxílio de hardware externo. Isto habilita a memória a colocar os dados de posição de memória desejada no barramento de dados através do buffer de saída.

3. A CPU então coloca em seu interior (registrador de 8 bit's chamado ACUMULADOR), o byte liberado pela memória EPROM para o barramento de dados. Em seguida, a CPU busca a próxima instrução (no nosso exemplo será a segunda) na memória EPROM.

B - LEITURA DE DADOS NA RAM

A leitura de dados na memória RAM pode ser melhor entendida acompanhando a **figura 12** onde vemos o fluxo feito pela CPU para ler um byte da memória externa, a RAM 6116.

1. Primeiro a CPU gera um endereço dentro da faixa endereçável da memória RAM 6116 de 2 Kbytes (2048 bytes) que está fora da área reservada para a memória de programa (EPROM 2164). Isto é necessário para que não haja conflito de dados, neste caso a faixa para este sistema vai do endereço 2000h a 27FFh.

2. Depois a CPU gera os sinais de controle de leitura de memória pelo barramento de controle e com o auxílio de hardware (DECODIFICADOR), que habilita a memória RAM a colocar o byte do endereço desejado (2000h ~ 7FFh) no barramento de dados através do buffer de saída da memória RAM.

3. A CPU então, trás para seu interior (registrador de 8 bit's chamado ACUMULADOR), o byte liberado pela memória RAM no barramento de dados.

C - ESCRITA DE DADOS NA RAM

A escrita de dados na memória RAM é um processo inverso ao anterior.

1. A CPU gera o endereço de memória em que o dado (Byte) será gravado (**figura 13**).

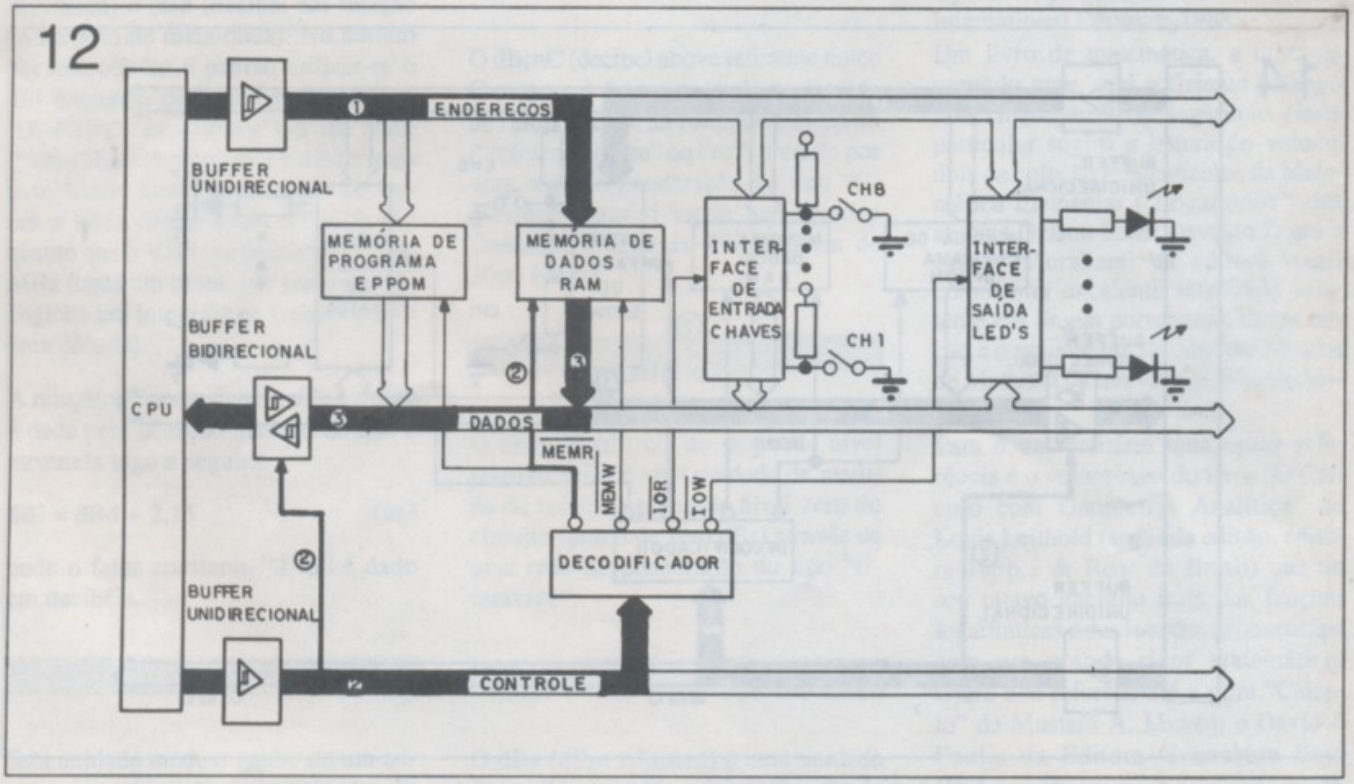
2. Depois o dado é colocado pela CPU no barramento de dados externos.

3. A CPU então habilita a escrita da memória através dos sinais de controle, com auxílio de um circuito decodificador. O dado é então gravado na memória RAM.

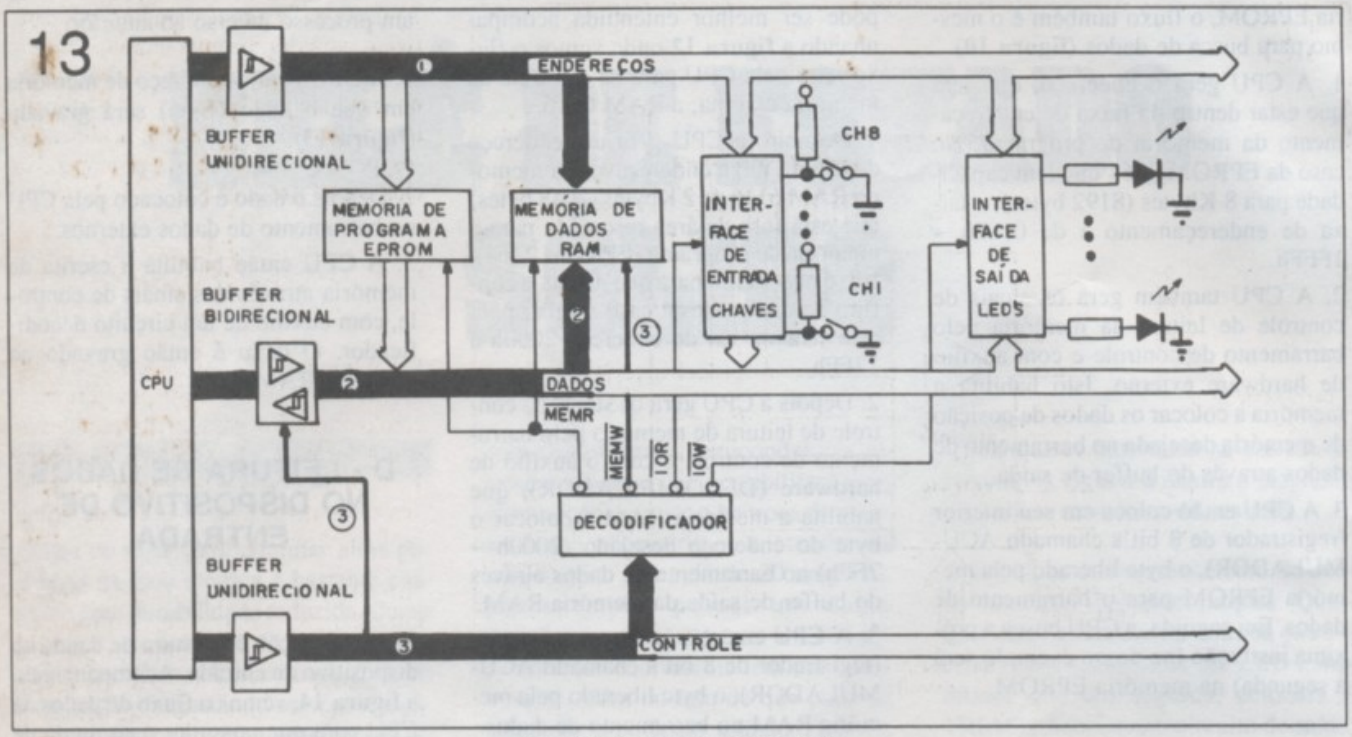
D - LEITURA DE DADOS NO DISPOSITIVO DE ENTRADA

Outra operação é a leitura de dados no dispositivo de entrada. Acompanhando a **figura 14**, vemos o fluxo de dados na CPU para que possa ler o conjunto de micro-chaves através da interface de entrada.

1. A CPU gera o endereço correspondente a interface de entrada. No nosso



Leitura de dados na memória ROM estática 6116

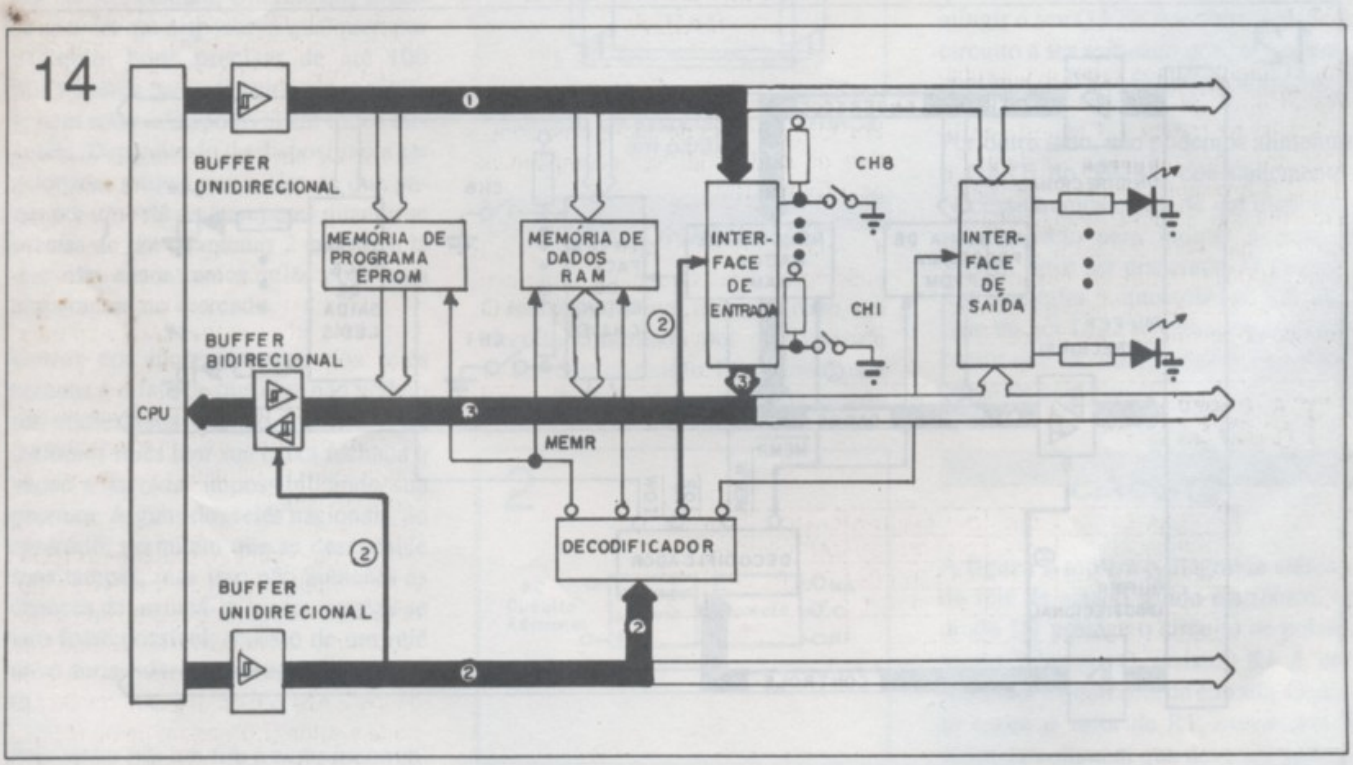


Escrita de dados na memória

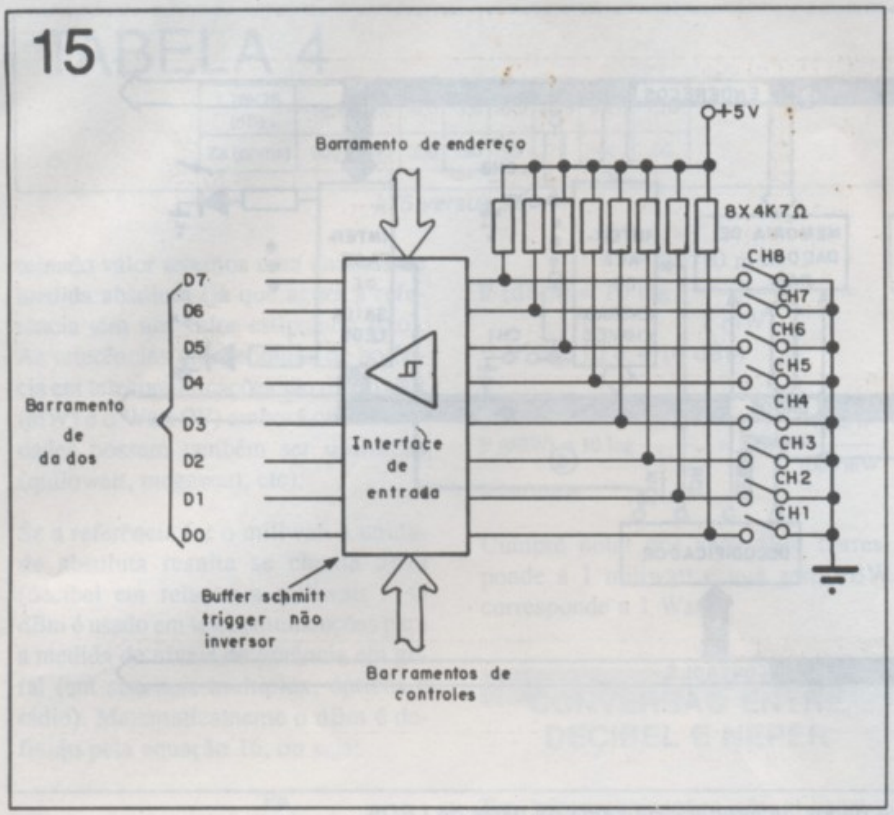
projeto-exemplo, a faixa de endereçamento para dispositivos de entrada e saída (I/O) é de 00h ~ FFh.

2. Depois, os sinais de controle de leitura de I/O (strobe) serão gerados pelo barramento de controle da CPU. Nesse instante a configuração das chaves CH1 a CH8 é colocada no barramento de dados. O circuito da interface das chaves é mostrado na **figura 15.**

3. A CPU então, coloca em seu interior (registrador de 8 bit's chamados acu-



Leitura de dados de interface de entrada do conjunto de micro chaves



Interface de entrada das micros-chaves

mulador) a configuração das micro-chaves que está presente no barramento de dados.

Por exemplo, vamos supor que as chaves CH8... CH1 estejam nas posições indicadas na **tabela 4**. CH8 está desligado, fazendo com que a via de dados (bit D7) apresente um nível 1. Usando a mesma lógica com as demais chaves, teremos nas vias de dados a palavra (byte) 10001110, que em hexadecimal escreve-se 8Eh. É este dado que será registrado no acumulador interno da CPU.

E - ESCRITA DE DADOS NO DISPOSITIVO DE SAÍDA

Por fim, a escrita de dados no dispositivo de saída pode ser acompanhada pela **figura 16**.

1. Nela observamos que a CPU gera o endereço correspondente a interface, que no nosso exemplo é um painel de leds que tem como endereço 01h.

TABELA 4

CHAVES	CH8	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1
POSIÇÃO	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
BARRA DE DADOS	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DADO BINÁRIO	1	0	0	0	1	1	1	0
DADO HEXA	8				E			

Configuração das chaves no barramento de dados

Após fazer o processamento por software para definir qual chave está sendo pressionada, a CPU coloca o byte no barramento de dados. O byte contém os bits para cada led, acendendo-os para indicar que a sua respectiva chave está pressionada.

CONCLUSÃO

Concluindo o interfaceamento das memórias com outros chips periféricos e com o microprocessador, apresentamos sob a forma do fluxograma da **figura 17** toda a operação de leitura das chaves e de ativação dos leds, que nosso projeto-exemplo pode fazer.

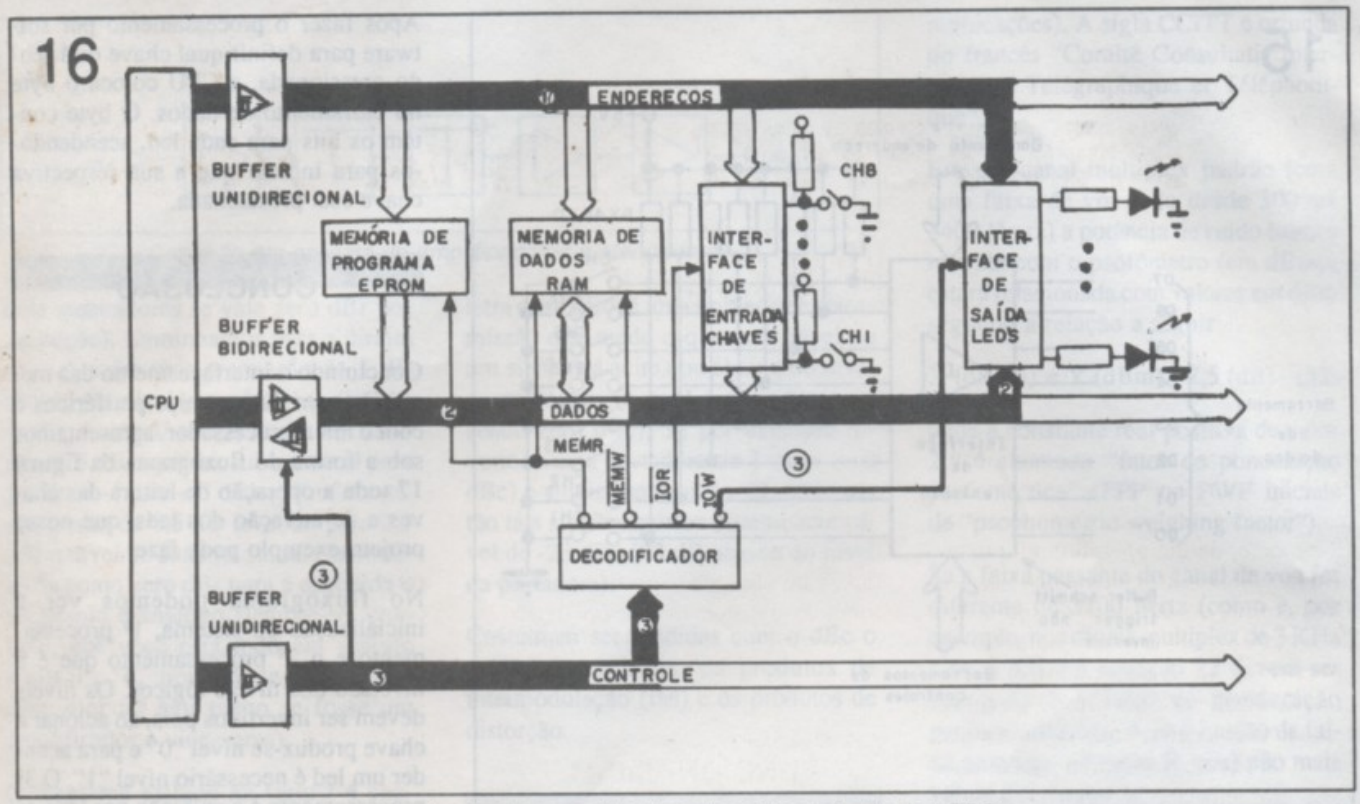
No fluxograma podemos ver a inicialização do sistema, 1º processamento e o 2º processamento que é a inversão dos níveis lógicos. Os níveis devem ser invertidos pois, ao acionar a chave produz-se nível "0" e para acender um led é necessário nível "1". O 3º processamento é a exibição nos leds de saída dos níveis colhidos nas chaves.

Na verdade, o hardware do projeto que descrevemos é muito simples e poderoso. A função que ele poderá executar depende simplesmente do programa desenvolvido para ele e gravado na memória EPROM.

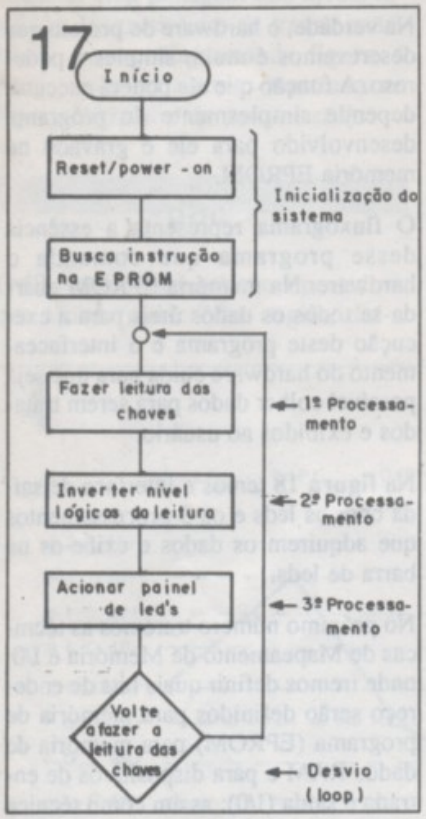
O fluxograma representa a essência desse programa que comanda o hardware. Na memória EPROM guarda-se todos os dados úteis para a execução deste programa e o interfaceamento do hardware cuida para que seja possível colher dados para serem tratados e exibidos ao usuário.

Na **figura 18** temos a interface de saída com os leds e os 3 processamentos que adquirem os dados e exibe-os na barra de leds.

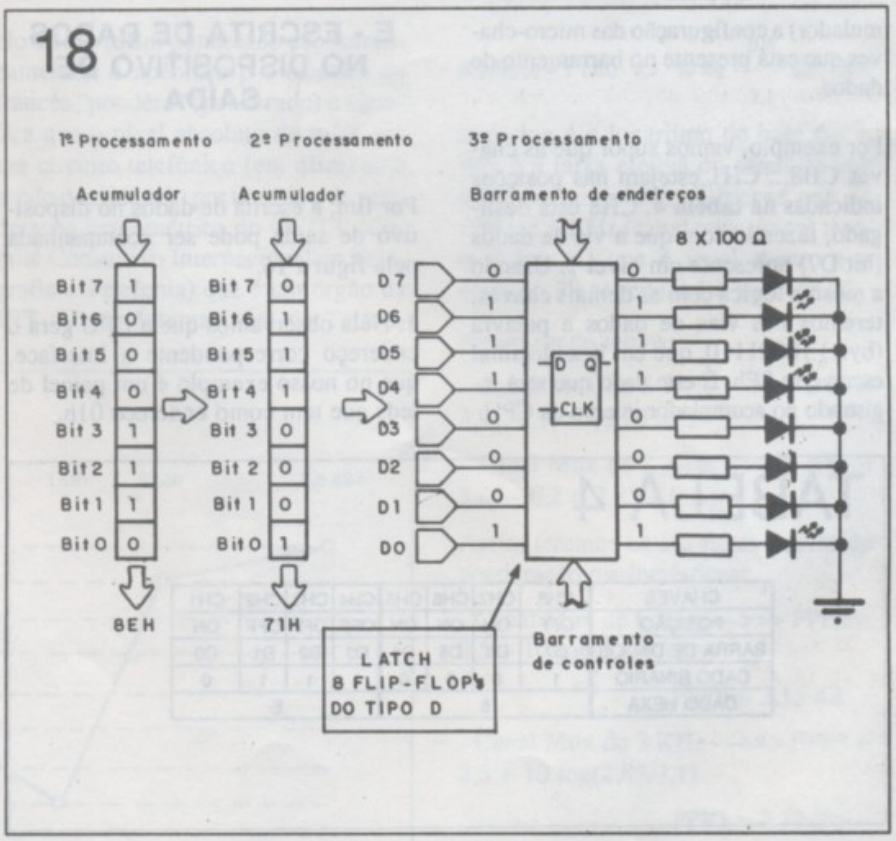
No próximo número traremos as técnicas de Mapeamento de Memória e I/0, onde iremos definir quais bits de endereço serão definidos para memória de programa (EPROM) para memória de dados RAM e para dispositivos de entrada e saída (I/0); assim como técnica de seleção de memória e I/0 (decodificador). Até lá. ●



Escrita de dados na interface da saída da barra de LEDS



Fluxograma do funcionamento dado ao projeto-exemplo



Circuito de saída e passos de processamento

Por WAGNER CAPANO

PROTETOR DE MALAS & PACOTES

Há alguns tempo tomei conhecimento, em uma feira de empresas americanas patrocinada pelo U. S. Department of Commerce, de um aparelhinho que estava fazendo muito sucesso nos Estados Unidos. Era do tamanho de um maço de cigarros com um finíssimo fio de cobre encaixado à ele. A outra extremidade do fio deveria ser presa à cintura e a caixinha colocada dentro de uma mala, valise ou pacote. Quando o pacote ou a mala era retirado da mão da pessoa, simulando um roubo, um apito estridente era emitido pelo pacote obrigando o suposto ladrão a soltá-lo.

O sistema, muito engenhoso, possuía algumas desvantagens como:

- o fio, ligado à mala causa uma sensação estranha, devido ao fato de ficar visível;

- em alguns lugares cheios, como ônibus ou metrôs, o fio poderia partir-se e causar um disparo acidental;

- em caso de disparo o fio rompido precisa ser trocado, ocasionando um grande incômodo;

- como a pessoa está "ligada" à mala fica difícil colocá-la no chão e andar;

- em viagens que a mala vai no bagageiro inferior de um ônibus, esta não pode mais ser monitorada, precisando ser vigiada a cada parada, para que ninguém a leve "acidentalmente".

Tudo isso pode ser resolvido se trocarmos o fio por um link de rádio.

Link é um termo técnico que indica que há uma ligação entre uma estação de transmissão e outra de recepção. Geralmente, quando se estabelece um link, este não pode (ou não deve) ser rompido até que toda a operação de comunicação (de dados, áudio ou vídeo) seja concluída.

FUNCIONAMENTO

Para a utilização do sistema de proteção por link de RF, necessitaremos de um transmissor e um receptor.

O transmissor deverá emitir um sinal de pequeno alcance, 2 metros no máximo. Além da freqüência, será necessário um sinal piloto para que o receptor saiba que está monitorando o sinal correto.

Assim sendo, o receptor, além de sintonizar a freqüência emitida, decodificar o sinal piloto, amplificá-lo e monitorá-lo. Percebendo a interrupção (ou quebra) do link, o receptor se encarregará de disparar um estridente apito, que terá um efeito inibidor do roubo.

Todo o circuito descrito pode ser observado no diagrama de blocos da **figura 1**. Um sinal de 2KHz será pelo bloco do circuito piloto e transmitido na freqüência próxima a 90MHz.

O sintonizador capta a freqüência e um primeiro filtro atenua as freqüências acima de 3KHz, sendo as abaixo desta, amplificadas e filtradas novamente,

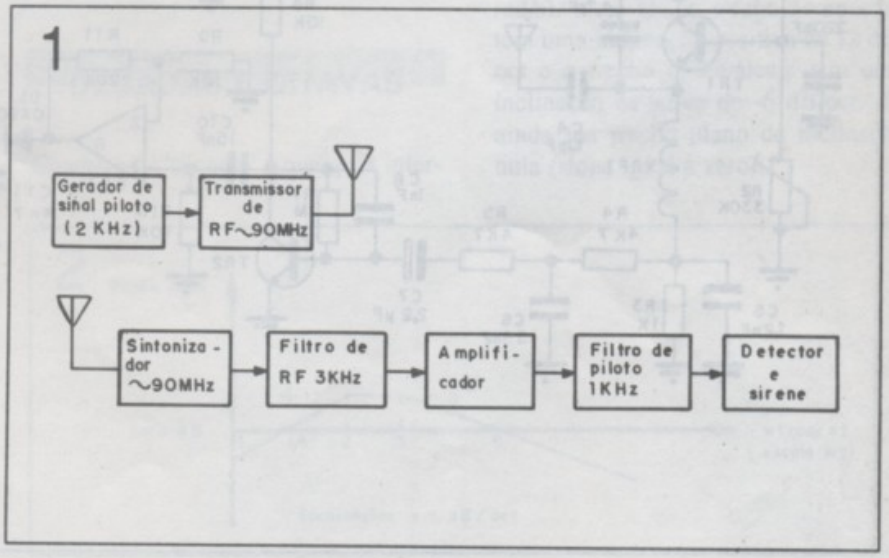
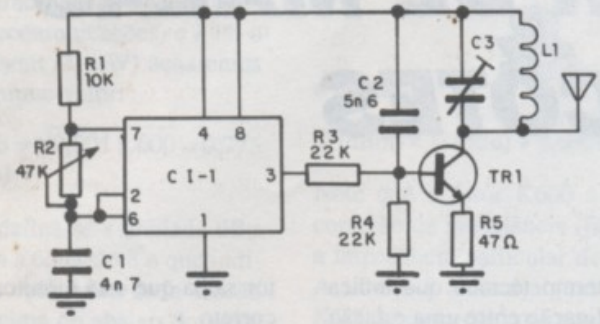


Diagrama de blocos do protetor

2



Circuito do transmissor

para a detecção do sinal piloto de 2KHz. Este sinal, quando detectado, inibirá a sirene.

Escolhemos a freqüência de 90MHz, pois esta se encontra dentro da faixa de FM comercial e proporciona maior facilidade para a calibração do sistema, que pode, então, ser feita com a ajuda de um rádio portátil.

TRANSMISSOR

O circuito completo do transmissor é visto na **figura 2**. O circuito integrado CI-1 é um 555 que gera o sinal piloto na freqüência determinada pela fórmula:

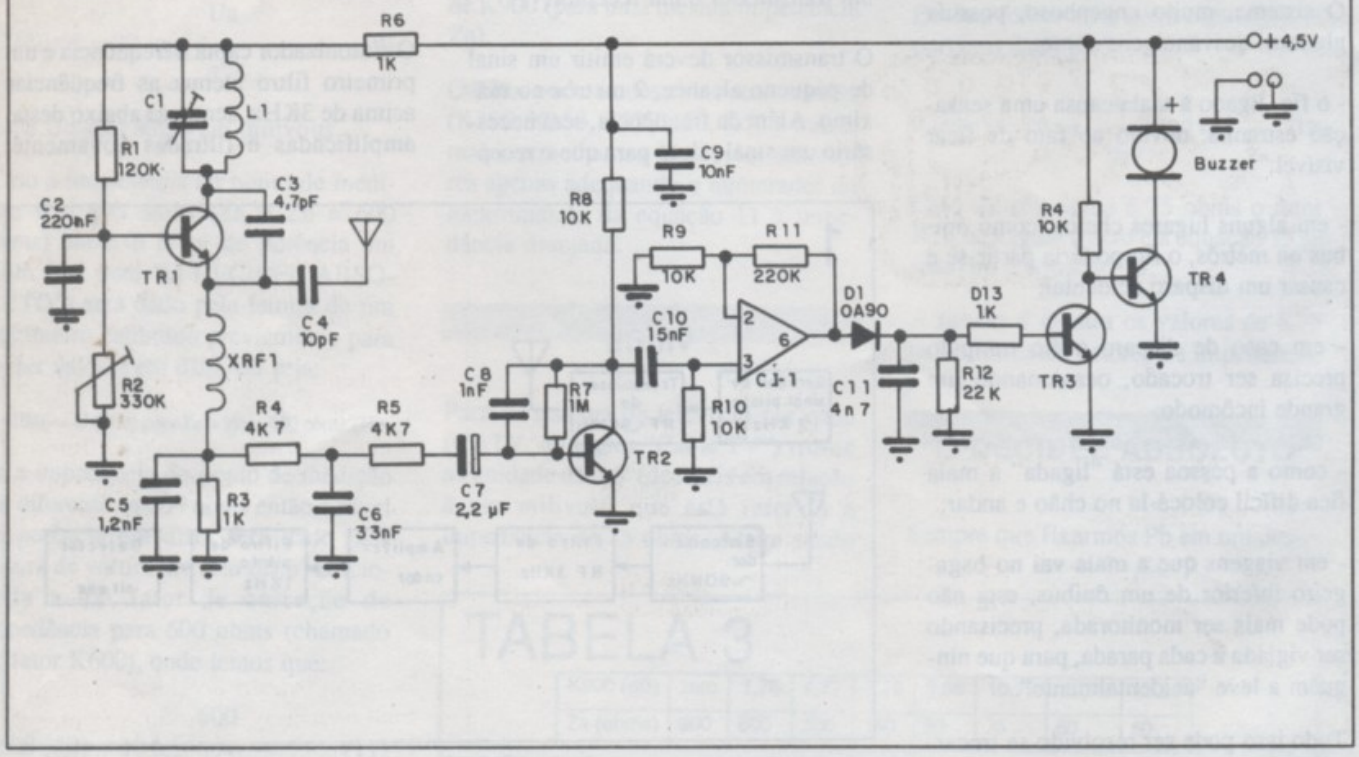
$$f = \frac{1{,}44}{(R1+2R2)xC1}$$

onde:

- R1 e R2 em Ohms;
- C1 em Faradas;
- f em Hertz.

Com os valores adotados para R1, R2 e C1, a freqüência estará entre 1KHz e

3



Circuito do receptor

3KHz, devendo ser ajustada para 2KHz através do trimpot R2.

O sinal piloto é entregue à TR1, que gera o sinal de RF. A freqüência deste sinal é determinado pelo circuito LC, composto por C3 e L1.

O circuito é alimentado por duas pilhas pequenas de 1,5 Volts, oferecendo uma diminuição do tamanho do conjunto e uma substancial economia.

RECEPTOR

O diagrama elétrico do receptor é visto na **figura 3**. O sinal é captado pela antena e enviado ao emissor do transistor de regeneração TR1, através de C4. A freqüência sintonizada é ajustada por meio de R1 e C1. O trimport R2 controla a regeneração do transistor e a sensibilidade do receptor.

O sinal captado passa, então, através de XRF1, que bloqueia a componente de RF deixando livre caminho para baixas freqüências. R3 faz o papel duplo de carga para os sinais de áudio e de estabilizador do transistor TR1.

A rede formada por R4, R5 e C6 é um filtro em T que corta as freqüências acima de 3KHz.

Esse corte visa reduzir os níveis de ruídos para que estes não possam ser amplificados pelos estágios seguintes.

O capacitor C7 acopla o sinal à base de TR2, que o amplifica e o entrega ao integrado CI-1 através de C10. Esse amplificador operacional forma um filtro passa-altas sintonizado em 1KHz, com ganho determinado por R9 e R11.

Na saída de CI-1 teremos o sinal piloto enviado pelo transmissor que deverá estar entre 1KHz e 3KHz, faixa determinada pelos dois filtros do circuito.

Em seguida o diodo D1 detecta o sinal de 2KHz e com o efeito de carga propiciado por C1-1 e R12, este sinal, agora transformado em nível de tensão, ativa TR3. Este transistor mantém TR4 em corte enquanto mantido ativo pelo sinal piloto.

Ao perder o sinal piloto, TR3 entra em corte e TR4 é saturado através de R14, ativando o buzzer, que deverá emitir um sinal estridente.

MONTAGEM

A placa para montagem do transmissor é mostrada na **figura 4** e para o receptor na **figura 5**.

Como comumente observado em montagens de circuito que lidam com RF, tenha o cuidado de soldar todos os componentes bem próximos à placa.

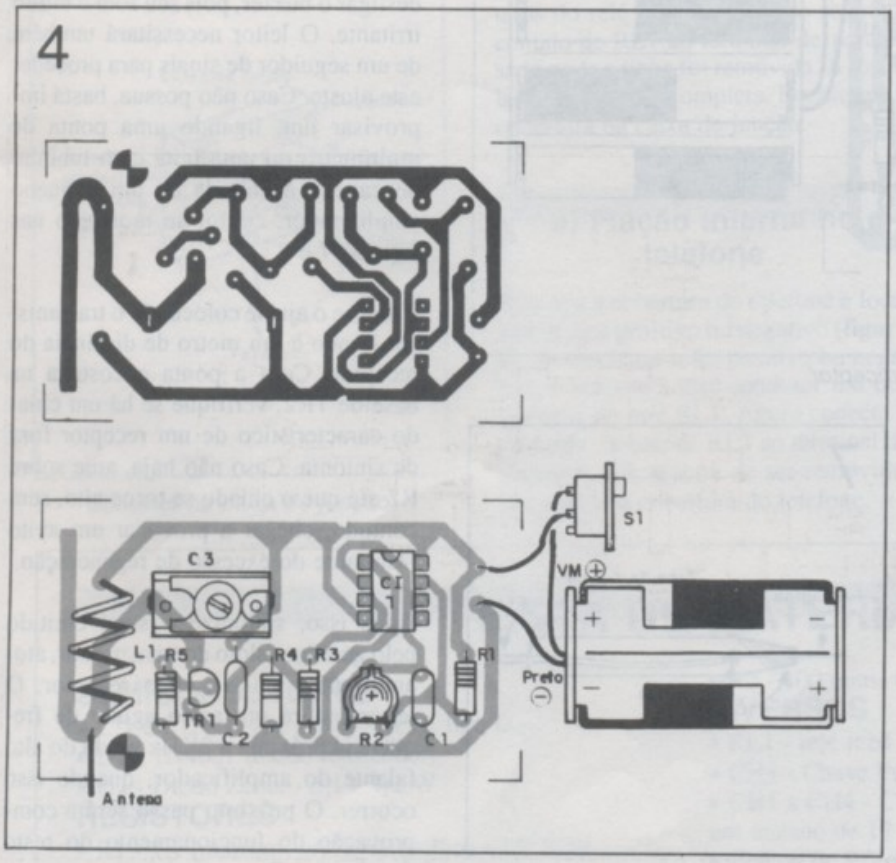
Também procure não exagerar na quantidade de solda dispendida. Um ilha muito cheia de solda pode alterar e até mesmo inibir o perfeito funcionamento do circuito.

As bobinas L1 do transmissor e do receptor são confeccionadas com 3 ou 4 espiras de fio 16 enroladas sob lápis de 1cm de diâmetro (**figura 6**). Antes de soldá-las, raspe o esmalte do fio das pontas com um canivete.

O micro-choque XRF1 do receptor pode ser adquirido pronto. Caso você não o encontre em sua cidade poderá construí-lo com 70 espiras de fio 28 ou 30 enroladas sob uma forma de ferrite de 1mm de diâmetro por 10 mm de comprimento. Outro método construtivo será enrolar 120 espiras do mesmo fio sob um resistor de 120 KΩ por ½W.

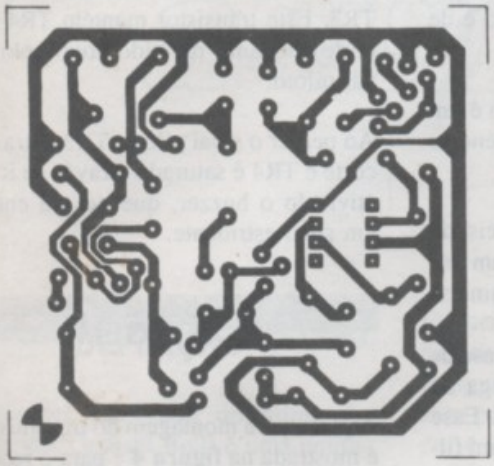
PROVA E AJUSTE

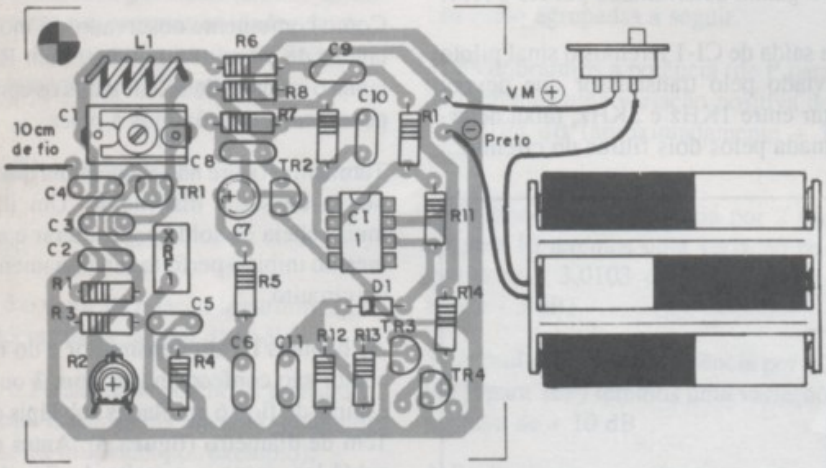
A comprovação de funcionamento é feita com a ajuda de um receptor de FM. Primeiro, coloque duas pilhas pequenas no suporte, ligue S1 e coloque



Placa do transmissor

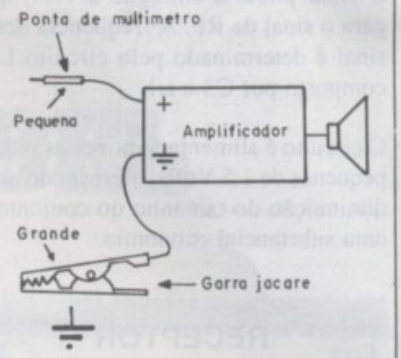
5





Placa do receptor

8



Ligação da ponta ao amplificador

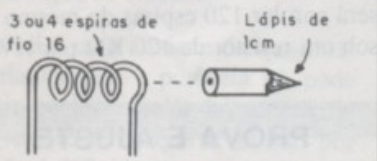
R2 em meio curso. Agora, com o rádio sintonizado perto dos 90 MHz e longe de qualquer estação, atue em C3 e L2 no transmissor até ouvir um apito no rádio.

Para ajustar o receptor será necessário desligar o buzzer, pois seu som é muito irritante. O leitor necessitará também de um seguidor de sinais para proceder este ajuste. Caso não possua, basta improvisar um, ligando uma ponta de multímetro ou uma feita com tubinho de caneta, à entrada de um pequeno amplificador, conforme mostrado nas **figuras 7 e 8**.

Comece o ajuste colocando o transmissor ligado à um metro de distância do receptor. Com a ponta encostada na base de TR2, verifique se há um chiado característico de um receptor fora de sintonia. Caso não haja, atue sobre R2 até que o chiado se torne alto, sem contudo, chegar a provocar um apito resultante do excesso de regeneração.

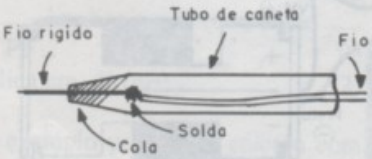
Após isso, sintonize o sinal emitido pelo gerador-piloto do transmissor, atuando sobre C1 e L1 do receptor. O leitor ouvirá um apito agudo de freqüência próxima a 2KHz vinda do alto falante do amplificador, quando isso ocorrer. O próximo passo será a comprovação do funcionamento do resto do circuito. Para isso, encoste a ponta no coletor de TR2 e depois, no pino 6

6



Detalhe de construção das bobinas L1

7



Ponta emprovisada com caneta

de CI1. O som deverá estar mais alto na saída de cada estágio.

O último passo do ajuste, agora com o buzzer ligado, será fazer com que o receptor detecte o sinal piloto emitido pelo transmissor. Atuando sobre R2 do transmissor, procure deixar a freqüência próxima a 2KHz que fará com que o buzzer fique desligado.

O alcance do conjunto deverá ser ajustado conforme desejo do leitor. Lembre-se de que um menor alcance proporciona uma maior proteção, pois em caso de roubo o alarme acionará bem perto, enquanto o ladrão ainda estiver ao seu alcance.

O alcance pode ser ajustado através do trimpot R2 do receptor, e em nosso protótipo chegou ao máximo de 3 metros.

USO

O transmissor pode ser carregado na cintura ou no bolso do proprietário, enquanto que o receptor deve ser deixado dentro da mala ou pacote protegido.

Como o circuito é econômico, as duas pilhas do circuito, se forem alcalinas, deverão suportar vários dias de uso contínuo.

O leitor poderá também, se quiser proteger mais de uma mala ou pacote com um só transmissor. Basta montar mais de um receptor, colocando-os em vários volumes a serem protegidos. ●

LISTA DE COMPONENTES: RECEPTOR

SEMICONDUTORES
- CI1 - LM741 (amplificador operacional)
- TR1 - BF494 (transistor NPN de RF)
- TR2, TR3 e TR4 - BC548 (transistor NPN de uso geral)
- D1 - OA90 (diodo de germânio)

RESISTORES
- R1 - 120KΩ (marrom, vermelho, amarelo)
- R2 - Trimpot 330KΩ horizontal mini
- R3, R6 e R13 - 1KΩ (marrom, preto, vermelho)
- R4 e R5 - 4,7KΩ (amarelo, violeta, vermelho)
- R7 - 1MΩ (marrom, preto verde)
- R8, R9, R10 e R14 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)
- R11 e R12 - 220KΩ (vermelho, vermelho, amarelo)

CAPACITORES
- C1 - Trimmer 3-30 pF cerâmico
- C2 - 220nF cerâmico
- C3 - 4,7 pF cerâmico
- C4 - 10 pF cerâmico
- C5 - 1,2 nF cerâmico
- C6 - 33 nF cerâmico
- C7 - 2,2 µF/25 V eletrolítico
- C8 - 1 nF cerâmico
- C9 - 10 nF cerâmico
- C10 - 15 nF cerâmico
- C11 - 4,7 nF cerâmico

DIVERSOS
- S1 - chave H-H mini
- L1 - 15 cm de fio 16
- XRF1 - micro-choque 100µH
- buzzer - sonoalarme 4,5 Vdc
- suporte para 3 pilhas AA
- placa de circuito impresso, fios e caixa.

LISTA DE COMPONENTES: TRANSMISSOR

SEMICONDUTORES
- CI1 - LM555 (timer)
- TR1 - BF 494 (transistor NPN de RF)

RESISTORES
- R1 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)
- R2 - Trimpot 47KΩ horizontal mini
- R3 e R4 - 22KΩ (vermelho, vermelho, laranja)
- R5 - 47Ω (amarelo, violeta, preto)

CAPACITORES
- C1 - 4,7 nF cerâmica
- C2 - 5,6 nF cerâmico
- C3 - trimmer 3-30 pF cerâmico

DIVERSOS
- L1 - 15 cm de fio 16
- S1 - chave H-H mini
- suporte para 2 pilhas "AA"
- placa de circuito impresso
- caixas, fios, etc...

Por MARCELLO PRAÇA GOMES

TRANSFORMADORES DE QUARTO DE ONDA

COMPRIMENTO DE ONDA

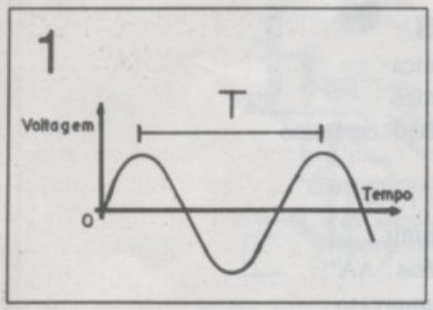
Seja uma onda eletromagnética variando de forma senoidal ou sinusoidal (senóide ou sinusóide), tal qual nos mostra a **figura 1**. Chamaremos comprimento de onda (e o simbolizamos pela letra grega minúscula λ, leia-se lâmbda) medida de um ciclo completo da onda (dado em unidades de comprimento). Em sua forma mais geral expressamos λ através da seguinte relação matemática:

$$\lambda = \frac{co}{f\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \qquad (1)$$

onde:

— co é a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas (OEMs), no vácuo ou espaço livre e que é dada aproximadamente por 300.000 km/s

— f é a freqüência da onda eletromagnética (expressa em hertz, Hz), e que é dada pelo inverso do período (f = 1/T)



Senóide de freqüência f e período T (T = 1/f)

— ϵ_r, é a constante dielétrica ou permissividade elétrica relativa do meio, (que é uma grandeza adimensional, isto é, sem unidades)

— μ_r é a permeabilidade magnética relativa do meio, (que também é uma grandeza adimensional)

O termo "co" é comumente chamado "velocidade de propagação da luz no vácuo", e é tida como a maior velocidade possível de existir neste universo.

Seu valor mais preciso é dado por:
co = (299 792, 4574 ± 0,0012) km/s
onde o símbolo "±" indica a incerteza, imprecisão ou tolerância da medida.

Este valor foi obtido nos Estados Unidos da América do Norte, por meio de técnicas de "laser" (acrônimo em inglês para "Light amplification by Stimulated Emission of radiation", ou "Amplificação de Luz por Emissão Estimulada da Radiação") pelos cientistas Evenson, Wells, Peterson, Danielson e Day no ano de 1973, no "National Bureau of Standards" (NBS). Outros métodos também se prestam à medição da velocidade da radiação eletromagnética no vácuo, a saber:

— Interferometria de Rádio
— Geodimetria
— Interferometria de Microondas
— Espectros Moleculares
— Cavidades de Microondas
— Espelhos Rotatórios
— Ondas Estacionárias em Condutores
— Células de Kerr
— Métodos Astronômicos
— Rodas Dentadas ("Sprocket Wheels")

A constante dielétrica de um determinado meio, é dada pela razão entre a permissividade elétrica desse meio em questão (= ∈), e a permissividade Elétrica do vácuo ou espaço livre (= ϵ_o) de tal forma que:

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \qquad (2)$$

Alguns autores a simbolizam Ke, (que doravante será então adotada neste artigo técnico).

Já μ_o é igual à razão entre a permeabilidade magnética do meio em questão (μ), e a permeabilidade magnética do espaço livre (= μ_o) de tal forma que:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o} \qquad (3)$$

Alguns autores a simbolizam por Km, (que adoravante será então adotada neste artigo técnico).

Os manuais de física e engenharia elétrica, costumam fornecer Ke e Km dos materiais (ao invés de ∈ e μ). Se quisermos obter os dois últimos bastará multiplicarmos ϵ_o e μ_o, por Ke e Km, respectivamente. A seguir temos então, os valores aproximados para ϵ_o e μ_o.

$\epsilon_o = 8{,}854 \times 10^{-12}$ F/m (farads por metro)
$\mu_o = 1{,}26 \times 10^{-6}$ H/m (henries por metro)

Conforme podemos observar, a unidade de medida para ϵ_o é o farad por metro enquanto que a de μ_o é o henry por metro. Como Ke e Km são dados por razões envolvendo grandeza expressas pelas mesmas unidades de medidas, temos que Ke e Km são adimensionais.

A **tabela 1**, mostra alguns valores selecionados de Ke e Km. Para muitos materiais a constante dielétrica (Ke) varia com a freqüência de excitação, a temperatura e a umidade, assim como Km varia com o fluxo magnético (assim, os valores da tabela devem ser lidos como valores típicos).

Conforme podemos notar (**tabela 1**), o valor de Ke para o ar é muito aproximadamente igual à unidade (além do que, o ar possui Km igual à 1).

Desta forma, quando uma onda eletromagnética se propaga no ar, considera-se que ela esteja se propagando como se fosse no espaço livre. Portanto, o seu comprimento de onda passa a ser dado por:

$$\lambda \text{ ar} = \frac{co}{f} \qquad (4)$$

Sendo assim, seja uma onda eletromagnética de freqüência de 100 MHz (e, portanto, dentro da faixa de VHF que vai de 30 à 300 MHz). Seu comprimento de onda no ar será dado (vide a equação 4) por:

$$\lambda \text{ 100 ar} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{100 \times 10^6 \text{ Hz}} = 3\text{m}$$

Em qualquer análise preliminar pode-se fazer uso do valor aproximado de co (=300 000 km/s), ao invés do seu valor mais preciso. Este procedimento não acarreta nenhum erro apreciável, no âmbito da engenharia eletrônica ou de telecomunicações em termos macroscópicos. Já no domínio da Física, é tido como aconselhável (se não mesmo indispensável em muitos casos), utilizar os valores mais precisos de qualquer constante.

Se esta mesma onda estiver se propagando em um cabo coaxial (coax), cujo dielétrico (também chamado isolante), seja o polietileno (Ke=2,26), seu comprimento de onda será menor e poderá ser calculado usando-se a equação 1, (visto que Km é unitário para o polietileno).

$$\lambda \text{ 100 poli} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{100 \times 10^6 \text{ Hz} \times \sqrt{2{,}26}} = 2 \text{ m}$$

O leitor pode então observar que uma onda eletromagnética não muda a sua freqüência quando se propaga em um ou em outro meio, porém, sua λ varia em função das propriedades elétricas (Ke) e magnéticas (Km) daquele meio em questão. Tanto Ke quanto Km agem no sentido de diminuir o λ nos meios onde eles diferem da unidade (praticamente todos). Note que o menor valor para Ke é 1 (vácuo ou aproximadamente o ar), porém existem certos materiais (a prata, o bismuto e a parafina por exemplo) onde Km é ligeiramente menor do que a unidade (uma diferença mínima, conforme se constata da **tabela 1**).

Quanto maior for o valor de Km para um dado material, mais fortes serão as suas propriedades ferromagnéticas (note que, o "sendust" tem Km cinco vezes maior do que o do ferro puro por exemplo). O maior valor de Km da tabela 1 é o da super-liga (cinco vezes mais do que o do "sendust" e 25 vezes mais do que o do ferro puro).

TABELA 1

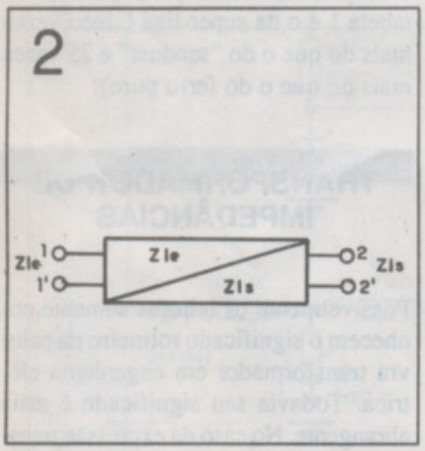
Material	Ke	Material	Km
ar	1,0006	bismuto	0,9999986
styrofoam	1,03	parafina	0,99999942
teflon	2,03	prata	0,99999981
polipropileno	2,25	berílio	1,00000079
polietileno	2,26	cloreto de níquel	1,0004
poliestireno	2,53	sulfato de manganês	1,0001
âmbar	2,8	níquel	50
plexiglass	3,45	ferro fundido	60
quartzo fundido	3,8	cobalto	60
baquelite	4,75	ferrite típica	1000
mica	5,4	permalloy 45	2500
cloreto de sódio	5,9	ferro silício	4000
neoprene	6,7	ferro puro	4000
álcool etílico	25	mumetal	20000
glicerina	40	"sendust"	20000
água destilada	80	superliga	100000

Valores típicos de Ke e Km

TRANSFORMADOR DE IMPEDÂNCIAS

Possivelmente os leitores somente conhecem o significado rotineiro da palavra transformador em engenharia elétrica. Todavia seu significado é mais abrangente. No caso da expressão transformador de impedância, ele significa qualquer circuito elétrico com a fun-

ção de transformar uma impedância Za em sua entrada ("Input Port"), em uma outra impedância Zb em sua saída ("Output Port"). Assim sendo, podemos imaginar o transformador de impedância como uma caixa-preta, onde na entrada temos uma determinada impedância imagem e de acordo com o número de portas de saída, temos uma ou mais impedâncias imagem de saída. No caso de haver apenas uma porta de entrada (11'), e uma de saída (22') a caixa preta será um quadripólo (rede elétrica de duas portas ou TPN, do inglês "Two-Port Network"), tendo por conseguinte quatro pólos ou quatro terminais (1, 1', 2, 2'). Este último exemplo, está sendo ilustrado pela **figura 2** onde Zie é a impedância imagem de entrada e Zis é a impedância imagem de saída. Exemplos de transformadores de impedância são os estubes (ou tocos); os casadores de secção L ou derivada (estrela, delta); os baluns e os trafos em geral. Em baixas freqüências (audiofreqüências por exemplo) a utilização de transformadores com núcleos de ferro ("iron core") ou de ar ("air core"), é muito comum. Em radiofreqüência (até cerca de 100 MHz) emprega-se casadores feitos com elementos concentrados (indutores e capacitores) de secções L, Pi (delta) ou Tê (estrela). Acima desta faixa utiliza-se estubes (singelos ou duplos), trafos de quarto de onda, secções em "striplines" ou "microstrip" e trechos de guias de onda.



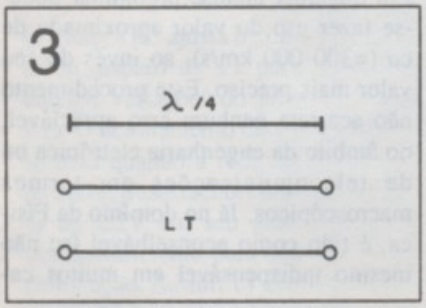
Transformador de impedâncias de Duas Portas

TRANSFORMADORES DE λ/4

De posse dos conceitos de comprimento de onda e de transformador de impedâncias, o leitor já pode ter uma visão precisa do que venha a ser um transformador de quarto de onda (λ/4). A sua definição geral é dada por:

"Um transformador de λ/4 é uma secção de linha de transmissão cujo comprimento físico é dado por λ/4 unidades de comprimento."

A **figura 3** mostra a sua representação esquemática.



Transformador de Quarto de onda

O trafo de λ/4 é usado para o casamento de impedâncias (entre uma carga e um gerador, entre uma linha de transmissão qualquer e uma carga ou ainda entre duas linhas de transmissão). Observe a **figura 4** onde um gerador de força eletromotriz eg e a impedância de saída Za excita um trecho de linha de transmissão de comprimento λ/4, e uma carga ou terminação ZL (a letra L vem do inglês "Load"). Para que o casamento seja obtido, é necessário que o trecho de λ/4, tenha uma impedância característica que seja dada pela média geométrica entre Za ZL, ou seja:

$$Zo = \sqrt{Za \times ZL} \qquad (5)$$

Se, por exemplo, Za = 60 ohms e ZL= 75 ohms teremos:

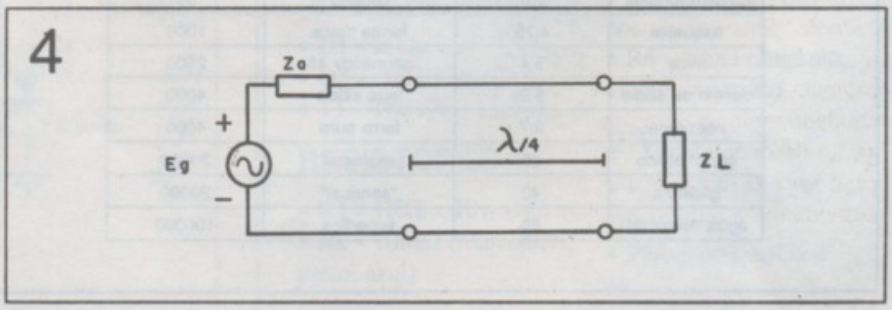
$$Zo = \sqrt{60 \times 75} = 67{,}1 \text{ ohms}$$

Portanto, um trecho de linha de transmissão que tenha uma impedância característica de 67,1 ohms e o comprimento igual é um quarto do comprimento de onda da radiação eletromagnética em questão (temos de saber a freqüência gerada pela fonte, e as características elétricas "Ke" e magnéticas "Km" da linha) irá realizar o casamento pretendido.

A terminação ZL poderá ser dada pela impedância de entrada de uma antena de um estágio receptor ou transmissor de rádio, de um instrumento de medição, etc.

Cumpre finalmente dizer que o transformador de quarto de onda também é conhecido na literatura técnica como "secção Q". A letra "Q" é usada em analogia ao chamado "fator de qualidade" ou "fator de mérito" de uma bobina ou de uma rede filtrante (que é também simbolizado pela letra "Q").

O motivo é que o transformador de quarto de onda, atua como se fosse um dispositivo sintonizado da freqüência de casamento tal qual, por exemplo, um filtro elimina-banda (FEB ou BRF, do inglês "Band-Reject Filter") ou fil-



Casamento de impedâncias entre um gerador e uma terminação ZL

tro corta-faixa (FCF) é sintonizado em torno da sua freqüência nominal de rejeição.

CÁLCULO DO COMPRIMENTO FÍSICO DO TRANSFORMADOR

Já vimos como calcular a impedância Zo de uma secção Q, de forma que ela atue como casadora de impedâncias. Falta agora aprendermos a calcular o seu comprimento físico de maneira que possamos implementá-la quando for necessário.

Se a secção Q tem um comprimento que é igual à um quarto de onda e a onda eletromagnética tem uma freqüência f (dada em hertz), então temos que o comprimento de onda no transformador será dado por:

$$\lambda = \frac{co}{f\sqrt{Ke \times Km}} \qquad (6)$$

onde Ke e Km são as constantes (já vistas), características dessa secção de linha de transmissão. Como a extensão de transformador deve ser de um quarto de onda, temos que:

$$L = \frac{\lambda}{4} = \frac{co}{4f\sqrt{Ke \times Km}} \qquad (7)$$

Com co em metros por segundos, e f em hertz, temos que L será dado em metros.

Outra fórmula para o comprimento de onda pode ser obtida a partir do conceito de "fator velocidade" (VF), que é igual à razão entre a velocidade de propagação da onda eletromagnética em um dado meio e a velocidade de propagação da onda eletromagnética no espaço livre (vácuo). Matematicamente, escrevemos o fator velocidade como:

$$VF = \frac{c}{co} \qquad (8)$$

O fator velocidade é uma grandeza adimensional e que muitas vezes é dada na forma percentual (VF%= VF x 100). Já que "co" é a maior velocidade possível de ocorrer o fator velocidade será um número puro contido entre zero e a unidade (incluindo-se os dois extremos).

Em termos das constantes Ke e Km do meio, podemos escrever VF como:

$$VF = \frac{1}{\sqrt{Ke \times Km}} \qquad (9)$$

Por conseguinte o comprimento físico da secção Q será dado (ao se substituir VF na equação 7) por:

$$L = \frac{co \times VF}{4f} \qquad (10)$$

Com co em metros por segundo e f em hertz, teremos que L será dado em metros.

O uso de VF é importante posto que nas especificações técnicas de muitos cabos não existe informação sobre Ke e Km, mas tão somente o fator de velocidade VF do cabo em questão.

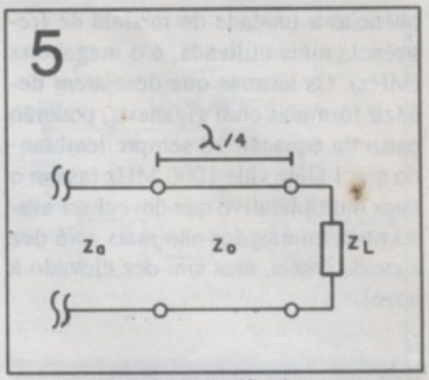
A equação 10 pode ser reescrita em uma forma mais prática com a substituição de "co" por seu valor aproximado (300 000 km/s) e usando a freqüência expressa em megahertz (MHz)

$$L = \frac{coxVF}{4f} = \frac{3x10E+8xVF}{4xfx10E+6} = \frac{300xVF}{4f}$$

onde 10E + 8 deve ser entendido como sendo dez elevado à oitava potência, e 10E + 6 deve ser entendido como sendo dez elevado à sexta potência. Portanto:

$$L = \frac{75 \times VF}{f} \qquad (11)$$

Na equação 11 a freqüência tem obrigatoriamente de ser expressa em megahertz, para que o resultado seja dado corretamente em metros.



Casamento de impedância entre uma linha e uma terminação ZL

Como o sistema inglês de pesos e medidas é usado extensivamente nos países da comunidade Britânica e nos Estados Unidos e como utilizamos a farta literatura técnica oriunda desses países é interessante desenvolvermos uma nova fórmula que forneça o comprimento da secção Q em pés (simbolizado por ft), onde um pé vale exatamente 30, 48 centímetros (ou 0,3048 metros).

Partindo da equação 10 (novamente exprimido f em MHz), teremos:

$$L = \frac{co \times VF}{4f} = \frac{3x10E+8xVF}{4 \times f \times 10E+6} \times \frac{1}{0,3048}$$

onde o último termo é o fator de conversão de metros para pés. Portanto:

$$L = \frac{246 \times VF}{f} \qquad (12)$$

com f expressa obrigatoriamente em megahertz, para que o comprimento L seja dado em pés.

Não deduziremos fórmulas para o caso das freqüência, serem dadas em gigahertz (GHz), pois a maioria dos leitores trabalha em HF e VHF e no máximo na faixa inicial do UHF ("Ultra High Frequency" ou Freqüência Ultra Alta que vai de 300 MHz até 3000 MHz ou 3 GHz). Nestas faixas de fre-

qüências a unidade de medida de freqüência mais utilizada, é o megahertz (MHz). Os leitores que desejarem deduzir fórmulas com gigahertz, poderão partir da equação 10 sempre lembrando que 1 GHz vale 1000 MHz (assim o fator multiplicativo que deverá ser usado no denominador não mais será dez elevado à seis, mas sim dez elevado à nove).

COMENTÁRIOS GERAIS

Esta discussão supôs estarmos tratando de uma linha sem perdas, onde a constante de atenuação α (leia-se alfa) é igual a zero, de tal forma que a constante propagação γ (leia-se gama), seja dada somente por sua parte imaginária β (leia-se beta), ou seja:

$$\gamma = 0 + j\beta = j\beta$$

onde J é unidade imaginária (raiz quadrada de -1) e β é constante de fase (termo de defasamento) e que é expressa em radianos por metro (rad/m) ou graus por metro. Para uma linha genérica não ideal (ou seja, com perdas), a impedância de um transformador de quarto de onda assumirá uma forma bem mais complexa (e que está fora do escopo deste artigo). O leitor interessado neste tópico, poderá consultar as referências (Kraus) e (Reference) citadas na bibliografia ao final do artigo para obter maiores informações.

Os leitor não deve se preocupar com esta restrição (linhas sem perdas ou "lossless lines" em inglês) porque as linhas reais se comportam muito aproximadamente como se fossem sem perdas (contanto que a extensão física da linha e a freqüência da excitação não assumam um valor muito elevado). Como a constante (ou coeficiente) de atenuação é uma função direta da freqüência (quanto maior a freqüência maiores serão as atenuações), e além disso é uma grandeza distribuída (isto é, por unidade de comprimento) é necessário que se tenha em um projeto, o comprimento da linha como sendo o menor possível (é a otimização do percurso físico de uma linha de transmissão).

O leitor deve atentar para o fato de que este adaptador é altamente sensível à freqüência (já que seu comprimento foi calculado para uma única freqüência em particular, a de casamento). Ele somente pode casar de forma correta um sinal cuja freqüência seja aquela para a qual foi projetado, porém na prática ele é usado sobre uma faixa ou banda de freqüências ao redor da freqüência de casamento. Os limites inferior e superior desta faixa são projetados como sendo as freqüências para as quais a SWR (Relação de Onda Estacionária ou "Standing Wave Ratio" em inglês) irá alcançar um determinado valor máximo permissível. A SWR será unitária quando não existir qualquer descasamento em uma interface de rádio-freqüência (e nesse caso costuma-se escrever SWR = 1:1). À proporção em que o grau de descasamento aumentar irá aumentar também a SWR. Assim a SWR é um número sempre maior ou igual à 1.

Alguns autores simbolizam a SWR por TOE ou ainda COE (Taxa ou Coeficiente de Onda Estacionária).

Quando a SWR se referir especificamente à tensão elétrica ela passa a ser conhecida como VSWR (de "Voltage SWR") e se referir-se especificamente à corrente elétrica, passará a ser conhecida como CSWR (de "Current SWR") ou ISWR (pois a letra "I" significa corrente elétrica).

Matematicamente escrevemos a SWR como:

$$SWR = \frac{Vmáx}{Vmin} = \frac{Vi + Vr}{Vi - Vr} = \frac{1+}{1-} \quad (13)$$

onde Vi é a tensão incidente (em volts), Vr é a tensão refletida (em volts) e $|\Gamma|$ é o módulo (ou valor absoluto) do coeficiente de reflexão.

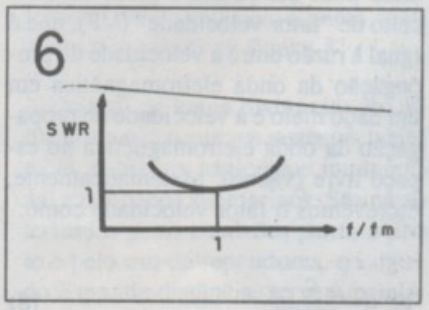
O coeficiente de reflexão também pode ser representado pela letra grega minúscula ρ (leia-se rô).

Se não houver reflexões (descasamento nulo) então $|\Gamma|$ será nulo e a SWR será unitária e se a reflexão for total, então $|\Gamma|$ será unitário e então SWR será infinita.

A parcela "Vi + Vr" na equação 13 é conhecida como Vmin (tensão mínima). Portanto a SWR é igual ao quociente entre os valores máximo e mínimo da envoltória da onda estacionária.

Exatamente na freqüência de casamento do transformador de quarto de onda teremos SWR unitária (teoricamente) e nas freqüências inferior (fi) e superior (fs) teremos SWRi e SWRs respectivamente. Em geral o projetista calcula fi e fs de forma que SWRi seja igual à SWRs. Um valor possível de se encontrar em projetos seria uma SWR igual a 1,5 (valor máximo nos extremos da banda do transformador).

O gráfico da **figura 6** mostra a plotagem da SWR (eixo vertical ou das ordenadas) versus a razão f/fm (eixo horizontal ou das abscissas). Fm é a freqüência para a qual o transformador foi projetado para atuar (freqüência central de casamento) e f é uma freqüência qualquer. Quando f = fm então f/fm será igual a 1, se f > fm estaremos à direita do ponto anterior e se f < fm estaremos à esquerda. Observe que à medida em que nos afastamos da freqüência que foi a freqüência específica de casamento (=fm) vamos tendo um aumento progressivo da SWR (neste caso os descasamento são cada vez maiores).



SWR versus f/fm

É costume especificar a largura de banda (BW, do inglês "Bandwidth") de um transformador de quarto de onda como uma porcentagem da freqüência fm.

Suponha que fm seja igual a 200 MHz e que selecionamos uma dada SWR máxima permissível de tal forma que ela gere uma BW de, digamos, 10 MHz (o que irá corresponder nesse caso, a uma freqüência limite inferior de 195 MHz e a uma freqüência limite superior de 205 MHz). Então a BW percentual será de:

$$BW\% = \frac{10\ MHz}{200\ MHz} \times 100 = 5\%\ \text{(cinco por cento)}$$

Uma técnica usada para aumentar a largura de banda de um transformador de quarto de onda sem aumentar a SWR máxima permissível nos limites inferior e superior, consiste na conexão em cascata de várias secções distintas com um comprimento cada uma de lâmbda sobre quatro, $\lambda/4$ (mantendo-se, obviamente, para cada secção a exigência de casamento).

Extrapolando para um grande número de secções, o leitor pode imaginar o porque de se realizar em radiofreqüência, a mudança de secção através de um processo gradual e contínuo sem que haja qualquer descontinuidade abrupta na transição.

PROJETO TEÓRICO

Para finalizar este trabalho, vamos realizar o projeto de um transformador de quarto de onda que deverá casar um fio duplo plano de 300 ohms (desses que são usados em sistemas de recepção de televisão doméstica) com uma antena tipo dipólo de 75 ohms de impedância de entrada (=Zin) na freqüência de 177 MHz (dentro da faixa de VHF, "Very High Frequency" ou Freqüência Muito Alta, que se estende desde 30 MHZ até 300 MHz).

O fio duplo plano (uma linha de dois condutores com um encamisamento comum) é muito utilizado nos sistemas domésticos de televisão por ter perdas razoavelmente baixas (pouca atenuação), boa flexibilidade (para poder se adequar às curvas do percurso antena aparelho de TV) e um baixo custo final.

O material plástico visível (digamos que na cor preta) funciona como sendo um dielétrico e também como capa externa ou jaqueta de proteção (polietileno é um exemplo típico). Outra função do encamisamento é a de manter constante a distância entre os centros dos dois condutores (o que irá garantir uma impedância característica Zo invariável com o comprimento físico da linha).

Trata-se de uma linha de transmissão que opera no modo de propagação TEM (abreviatura para Transversal ou Transverso Eletro-Magnético) sendo do tipo balanceada (ou equilibrada) e não blindada ("unshielded").

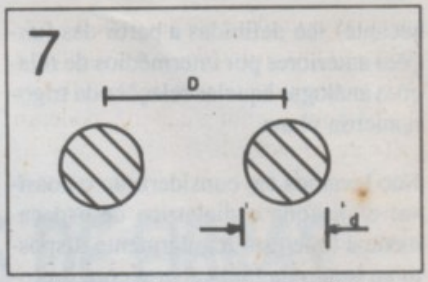
Inicialmente calculemos qual a impedância característica que deve ter a secção casadora a partir do que estabelece a equação 5:

$$Zo = \sqrt{Za \times ZL} = \sqrt{300 \times 75} = \sqrt{22500} = 150\ \text{ohms}$$

O transformador usado terá uma secção de comprimento L e será dado por uma linha aberta de dois fios no ar (vide a **figura 7**), onde d é o diâmetro de um condutor (os dois condutores possuem diâmetros supostamente iguais) e D é a distância entre os centros dos dois condutores. Este é um tipo de linha de transmissão que também é conhecida como "fio nu" sendo que a distância entre os dois condutores é mantida constante por intermédio de espaçadores de isolamento (chamados de separadores ou "spacers"). Para uma linha de transmissão desse tipo a impedância característica Zo é dada por:

$$Zo\ \text{linha} = 120 \times \cosh^{-1}(D/d) \quad (14)$$

onde $\cosh^{-1}$ é o arco cosseno



Linha aberta de dois condutores

hiperbólico (esta é uma função matemática que é muito facilmente encontrada em calculadoras eletrônicas científicas sob a forma HYP - 1 COS ou alguma outra forma equivalente).

Assim como as seis funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente, cotangente, cossecante e secante) guardam determinadas relações matemáticas com a circunferência também as seis funções hiperbólicas (seno hiperbólica, cosseno hiperbólica, tangente hiperbólica, cotangente hiperbólica, secante hiperbólica e cossecante hiperbólica) guardam certas relações matemáticas com a hipérbole eqüilátera.

As duas principais funções hiperbólicas (seno e cosseno) são definidas em função de exponenciais de base natural (base "e" ou neperiana) conforme as equações que seguem.

$$\text{senh} = \frac{\exp[x] - \exp[-x]}{2} \quad (15)$$

$$\cosh = \frac{\exp[x] + \exp[-x]}{2} \quad (16)$$

onde exp(x) significa "e" elevado ao expoente "x" e exp(-x) significa "e" elevado ao expoente "-x" (onde "e" é a base dos logaritmos neperianos).

Estudando-se em livros de matemática traduzidos do inglês é comum encontrar o seno hiperbólico simbolizado não por "senh" mas sim por "sinh" (pois seno em inglês se escreve "sine").

As demais funções hiperbólicas (tangentes, cotangente, cossecante e

secante) são definidas a partir das funções anteriores por intermédios de relações análogas àquelas relações da trigonometria plana.

Não levamos em consideração o possível efeito que o dielétrico de espaçamentos (que está regularmente disposto ao longo da linha aberta com o propósito de manter constante a distância entre os centros dos condutores) pudesse ter sobre o parâmetro Zo da linha. Esta é uma prática universalmente adotada em primeira aproximação embora não forneça um cálculo rigoroso.

Quando "D" for muito maior do que "d" (D>> d) a equação 14 poderá ser simplificada para:

$$Zo\ linha = 276 \times \log_{10} (2D/d) \qquad (17)$$

onde log 10 é o logaritmo da base dez (também chamado de logaritmo decimal, vulgar ou de Briggs). A equação 17 poderá ser deduzida a partir da equação 14, sendo este um bom exercício para os leitores com pendores matemáticos.

Quando falamos que uma grandeza é muito maior do que uma outra, estamos querendo dizer que, no mínimo, ela é 10 vezes maior (prática adotada amplamente no universo da eletrônica). Portanto, nesse caso, a distância intercentros "D" deve ser, no mínimo, dez vezes maior do que o diâmetro "d" dos condutores.

Como Zo da linha tem de ser igual à 150 ohms podemos tirar a relação D/d da equação 14, portanto:

$$150 = 120 \times \cosh\text{-}1\ (D/d)$$

e resolvendo para D/d encontramos D/d = 1,9 (isto significa que a distância entre os centros dos condutores será, para uma impedância característica de 150 ohms, sempre 1,9 vezes maior do que o diâmetro de cada um dos condutores que constituem a linha dupla aberta).

Tendo condutores com diâmetros d = 0,259 cm (10 AWG ou "American Wire Gauge"), precisaremos espaçá-los de uma distância igual a D = 1,9 x 0,259 cm, ou seja, 0,492 cm aproximadamente. Assim:

d = 0,259 cm com espaçamento D = 0,492 cm.

Como o meio dielétrico é o próprio ar, já que a linha é aberta (Km será unitário e Ke será muito aproximadamente igual à unidade) teremos um comprimento L de secção igual à:

$$L = co/4f = (3 \times 10^8\ m/s) / (4 \times 177 \times 10^6\ Hz)$$
$$L = 42{,}4\ cm = 424\ mm$$

Observe o leitor que não importa qual o diâmetro "d" dos condutores que iremos empregar contanto que a distância "D" seja 1,9 vezes maior do que o "d" usado (em termos de atenuação temos que os diâmetros maiores de fios geram atenuações menores porém são mais caros e difíceis de se manusear).

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

[Jessop] é uma obra fundamental para o rádio-amador e é publicada pela "Rádio Society of Great Britain" (Sociedade de Rádio da Grã-Bretanha). O capítulo 11 ("Test Equipment and Accessorirs") trata, dentre outras coisas de um reflectômetro para a faixa de VHF (o reflectômetro é um indicador de SWR) e de transformadores de duplo estube ("two-stub transformers") tendo informações detalhadas de projeto e construção. Ao longo de todo o livro é vista em detalhes toda a área de radiofreqüência.

[Johns] é um texto avançado (para o nível de graduação em engenharia elétrica), com um interessante capítulo dedicado ao estudo teórico das linhas de transmissão reflectivas.

[Kraus] é uma obra importante sobre o assunto com boas explanações no capítulo "Linhas de Transmissão" sobre o casamento em linhas usando-se os trafos de quarto de onda. Como extensão do tópico o eleitor pode estudar os estubes (ou trocos) ainda no mesmo capítulo. [Laverghetta] é um livro de caráter eminentemente prático e devotado ao universo das microondas em geral. [Mariotto] possui dois capítulos sobre as linhas de transmissão e um capítulo adicional sobre as "linhas artificiais" (as linhas pupinizadas por exemplo), de grande interesse prático para os leitores.

[Reference] tem um capítulo inteiro dedicado às linhas de transmissão com um vasto formulário de consulta, tabelas e gráficos sendo uma obra de caráter indispensável para o profissional de eletrônica e telecomunicações.

[ARRL] é uma referência padrão no rádio-amadorismo. Este manual tem uma vasta gama de informações práticas e teóricas tanto para o experimentador quanto para o projetista profissional.

Jessop, G. R. VHF UHF Manual, Fourth Edition, Great Britain, RSGB, 1991.

Johnk, Carl T. A. Engineering Electromagnetic Fields & Waves, John Wilev & Sons, Inc.

Kraus, John D. e Carver, Keith R. Eletromagnetismo. Segunda Edição. Rio de Janeiro, Editora Guanabara S. A., 1986.

Laverghetta, Thomas S. Practial Microwaves. The Howard W. Sams.

Mariotto, Paulo A. Ondas e Linhas. Rio de Janeiro, Editora Guanabara dois S. A., 1991.

Reference Data for Engineers: Rádio, Electonics, Computer and Communications. Seventh Edition. Howard W. Sams & Co., Inc., 1985.

The 1990 ARRL Handobook For Radio Amateur. Sixty-Seventh Edition. Newington, ARRL, 1990.

Por WAGNER CAPANO

Projeto e Construção de Transformadores

Grande número de técnicos e montadores adquirem transformadores prontos que são vendidos em praticamente todas lojas de componentes eletrônicos.

Contudo, sempre há aquele projeto especial ou um equipamento em manutenção que precisará de um transformador especial com características próprias.

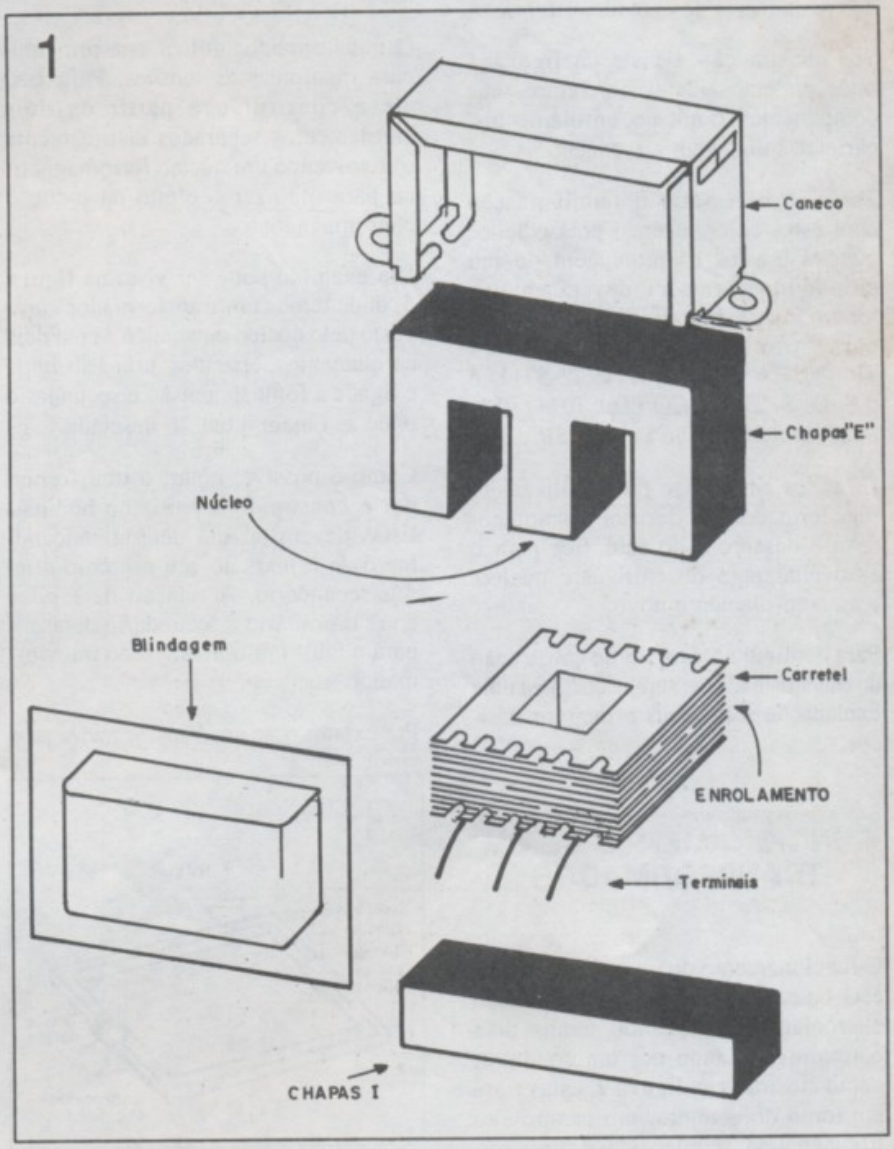
Seja pelo seu formato, dimensões, potência ou tensão de entrada/saída, este transformador provavelmente não seria encontrado pronto e portanto seria necessário encomendá-lo a uma indústria ou a um enrolador.

Neste caso, os prazos e principalmente os custos podem alterar nossos planos. Isso será fácil de entender se imaginarmos que uma fábrica ou um profissional tem sua seqüência de trabalho bem definida, e alterá-la com a execução de uma só unidade, ainda mais com características especiais, elevam astronomicamente os custos. No caso de uma indústria, por exemplo, a confecção de um só transformador especial pode levar quase o mesmo tempo que o dispendido na fabricação de 50 unidades em série (some isto para ver quanto dá).

Daí pode ter-se uma idéia da dificuldade em encomendar um transformador especial. Isso sem mencionar o fato de que não é qualquer profissional ou indústria que aceita este tipo de encomenda.

Por isso, nesta edição estamos apresentando ao leitor todas as informações técnicas necessárias para que ele mesmo confeccione seu próprio transformador, com qualquer tensão de primário ou secundário.

As fórmulas foram simplificadas e a montagem foi bem detalhada, para que



Vista explodida de um transformador comum

o leitor não encontre dificuldades no decorrer de seu trabalho.

Com isso esperamos contribuir para o aprimoramento do nível técnico do leitor e também torná-lo mais ativo na área, capacitando-o a realizar montagens mais complexas.

APRESENTAÇÃO DO TRANSFORMADOR

O transformador é um componente muito usado em eletrônica, mas muito pouco compreendido, apesar de ser um dos mais fáceis de entender e fabricar.

Sua constituição é vista na **figura 1** onde podemos identificar, entre seus componentes, o núcleo, enrolamentos, carretel, blindagem e o caneco.

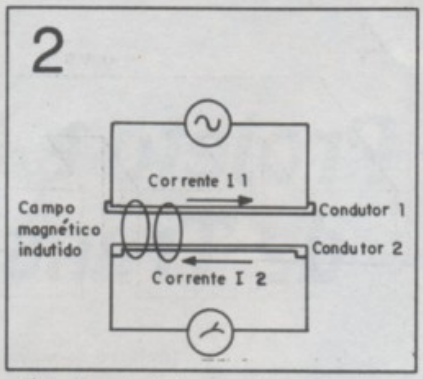
Torna-se necessário a familiarização com estes componentes, pois o leitor que irá usá-los na montagem de seu próprio transformador, deverá adquiri-los em lojas especializadas de material para transformadores como a TRANCHAM (Tel: (011) 222-5711) e o S. O. S. TÉCNICO (Tel: (011) 958-8627) ambos de São Paulo - SP.

Há casos em que se pode utilizar um transformador em desuso, desmontando-o e desenrolando seus fios para o aproveitamento do carretel e núcleo, para o enrolamento novo.

Para dominar as técnicas de construção de transformadores será necessário uma explanação sobre seus princípios básicos.

FUNCIONAMENTO DE UM TRANSFORMADOR

O funcionamento de um transformador está baseado no princípio da indução eletromagnética. Quando temos uma corrente circulando por um condutor, como mostrado na **figura 2**, esta criará em torno do condutor um campo eletromagnético de intensidade proporcional a intensidade da corrente e que se



Principio de indução eletromagnética

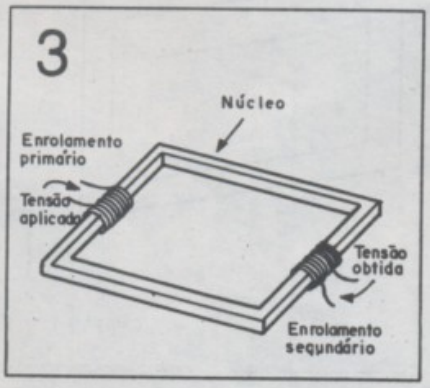
propaga pelo espaço, induzindo em um outro condutor eletricamente isolado do primeiro, uma corrente proporcional ao campo recebido.

O transformador utiliza este princípio para manipular as tensões. Para isso ele é construído a partir de dois enrolamentos separados eletricamente e envolvendo um núcleo ferromagnético para otimizar o efeito da indução eletromagnética.

Um exemplo pode ser visto na **figura 3**, onde temos um transformador composto pelo núcleo magnético e com dois enrolamentos separados: primário, onde é ligada a fonte de tensão e secundário onde se obtém a tensão desejada.

Como é possível notar, o transformador é construído a partir de bobinas. Estas devem ter um determinado número de espiras no seu primário e no seu secundário. A relação de espiras entre o primário e secundário determinará o fator multiplicativo do transformador.

Por exemplo, se um transformador possui no primário 100 espiras e no secundário 50, o fator multiplicativo é:



Exemplo típico de um transformador

$$r = \frac{E2}{E1} = \frac{50}{100} = 0,5$$

onde:
r = Relação de espiras (fator multiplicativo)

E1 = Nº de espiras do primário
E2 = Nº de espiras do secundário

Com este fator, uma tensão de 220 Volts ligada ao primário do transformador induzirá uma tensão no secundário de aproximadamente 110 Volts (220 x 0,5 = 110).

Modificando a relação de espiras poderemos construir transformadores para elevar ou reduzir tensões conforme a necessidade. Transformadores com $r>1$ elevarão a tensão e com $r<1$, a reduzirão.

Antes de executarmos os cálculos para o projeto de transformadores, é necessário ter conhecimento de alguns tópicos essenciais que ajudarão no entendimento do projeto e evitarão possíveis erros.

EFICIÊNCIA DO TRANSFORMADOR

A eficiência refere-se a uma grandeza indicada pela letra grega η (eta), que expressa a relação (em %) entre a energia aplicada ao transformador e a energia retirada em seu enrolamento secundário.

Por exemplo, se aplicarmos 50 W em seu primário e retirarmos em seu secundário 42 W, teremos um ganho de:

$$\eta = \frac{Ps \times 100}{Pe} = \frac{42 \times 100}{50} = 84\%$$

onde:
η = eficiência em %

Ps = potência de saída (secundário)
Pe = potência de entrada (primário)

Os rendimentos mais comuns obtidos

na construção de transformadores por processo manual, são mostrados na **tabela 1.**

TABELA 1

Watts no secundário	Rendimento (%)
1,5	50
2,8	60
6,0	70
20,0	80
55	85
250	90
500	93
1000	95

Índice de rendimento dos transformadores

REGULAÇÃO

Ao ligar um transformador, este apresenta uma tensão em seu secundário. Esta tensão, geralmente, é maior quando o secundário não está conectado ao circuito (diz-se que ele está em vazio). Logo que é conectado ao circuito, a tensão no secundário cai. Nesta situação diz-se que o transformador está em plena carga.

A regulação é a taxa de variação da tensão quando o transformador está em vazio e em plena carga. para obter a taxa de variação fazemos:

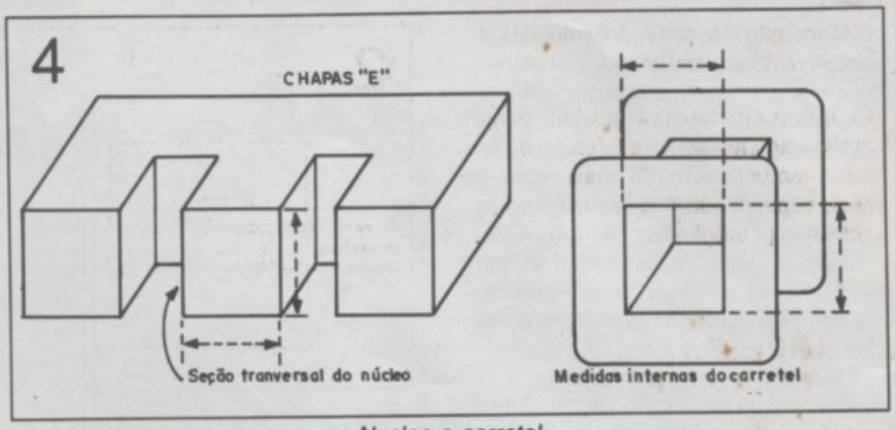
$$R = \frac{(Uv - Uc) \times 100}{Uv}$$

onde:
R = Regulação (em %)
Uv = Tensão em vazio (em volts)
Uc = Tensão em plena carga (em volts)

Assim, um transformador que proporciona uma tensão em vazio de 14 V e uma tensão em plena carga de 12 V, possui uma regulação de:

$$R = \frac{(14 - 12) \times 100}{14} = 14{,}2\%$$

Esta taxa não seria aceitável na prática, onde encontramos valores entre 5% e 10%. É visível que taxas de regulação menores indicam transformadores melhores.



Nucleo e carretel

PROJETOS DE TRANSFORMADORES

O cálculo do transformadores é relativamente fácil de ser realizado e é o primeiro passo para a execução do projeto.

Inicialmente será necessário saber a corrente e a tensão que o transformador deverá fornecer em seu secundário. A partir daí, calcula-se a potência no enrolamento secundário através da expressão:

$$Ps = Us \times Is \qquad (1)$$

onde: Ps = Potência do secundário em Watts
Us = Tensão no secundário em volts
Is = Corrente no secundário em Ampères

Se o transformador possuir mais de um secundário, será necessário aplicar a **fórmula (1)** para cada um deles. A potência do secundário do transformador será então, a soma das potências de todos secundários.

Em seguida, calcula-se a potência do transformador, usando o fator de eficiência do transformador. Para transformadores feitos manualmente poderemos assumir a eficiência da **tabela 1.**

Sua potência será:

$$Pp = \frac{Ps \times 100}{\eta} \qquad (2)$$

onde: Pp = Potência no primário em Watts
Ps = Potência em watts
η = Eficiência em %

Conhecendo-se a potência, é possível

TABELA 2

Nº	0	1	2-A,J	2	3	4	5	6
Medida	3/16"	3/8"	1/2	9/16"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
A	5,7	10,0	13,3	15,0	16,5	20,5	23,0	26,3
B	16,5	27,5	332,0	30,0	34,0	37,0	47,0	54,0
C	14,2	24,0	28,5	28,0	31,0	36,0	44,0	50,0
D	3,0	5,7	6,0	6,2	8,0	8,0	7,5	10,0
E	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
F	2,1	4,0	5,5	5,5	5,5	8,0	11,0	12,0
G	1,3	6,0	7,0	5,5	5,5	7,0	8,0	10,5
H	11,0	18,5	21,0	21,0	24,0	28,0	32,5	38,0
I	10,0	15,5	18,0	18,2	20,2	24,5	28,5	33,0
J	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	2,0	2,0
K	1,4	1,5	1,7	1,5	1,6	1,7	2,0	2,0
L	7,0	12,2	13,4	17,2	19,0	23,5	26,5	30,0

Medidas dos carreteis marca joto

obter-se agora a seção transversal do núcleo. É chamada seção transversal do núcleo, a área central das chapas que atravessam o centro do carretel de um transformador.

Na **figura 4** mostramos esta área e o carretel para um melhor entendimento. As medidas internas do carretel devem ser iguais as da seção transversal do núcleo, pois na montagem, este é encaixado no carretel.

A área interna do carretel, assim como a seção transversal do núcleo podem ser obtidas através da fórmula:

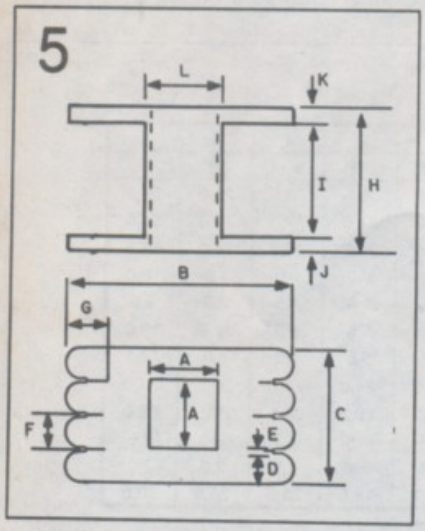
$$S = \frac{\sqrt{Pp}}{0{,}8} \qquad (3)$$

onde: S = área em cm²
Pp = Potência do primário em Watts

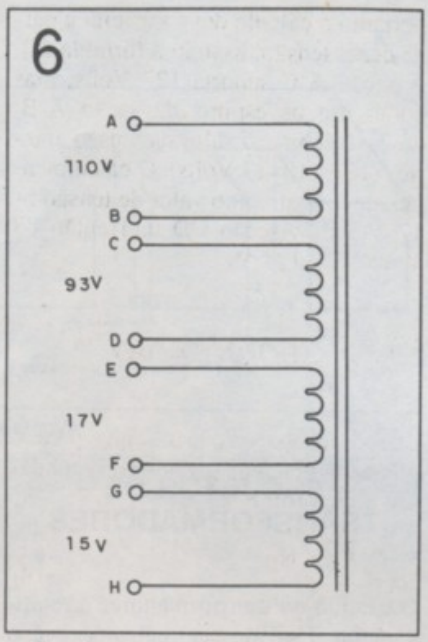
Obtendo-se a área, encontramos entre as medidas na **tabela 2**, um carretel que disponha da área aproximada à calculada. As medidas se referem às cotas ilustradas na **figura 5**.

De posse das medidas do carretel, é possível escolher as medidas das chapas "E" e "I" que irão constituir o núcleo do transformador. Geralmente estas são fornecidas nas medidas específicas para cada tipo de carretel.

O próximo passo será calcular a quantidade de espiras (voltas) de fio, necessárias para a construção dos enrolamentos primário e secundário.



Cotas para as medidas do carretel



Enrolamentos primários separados

CÁLCULO DO PRIMÁRIO

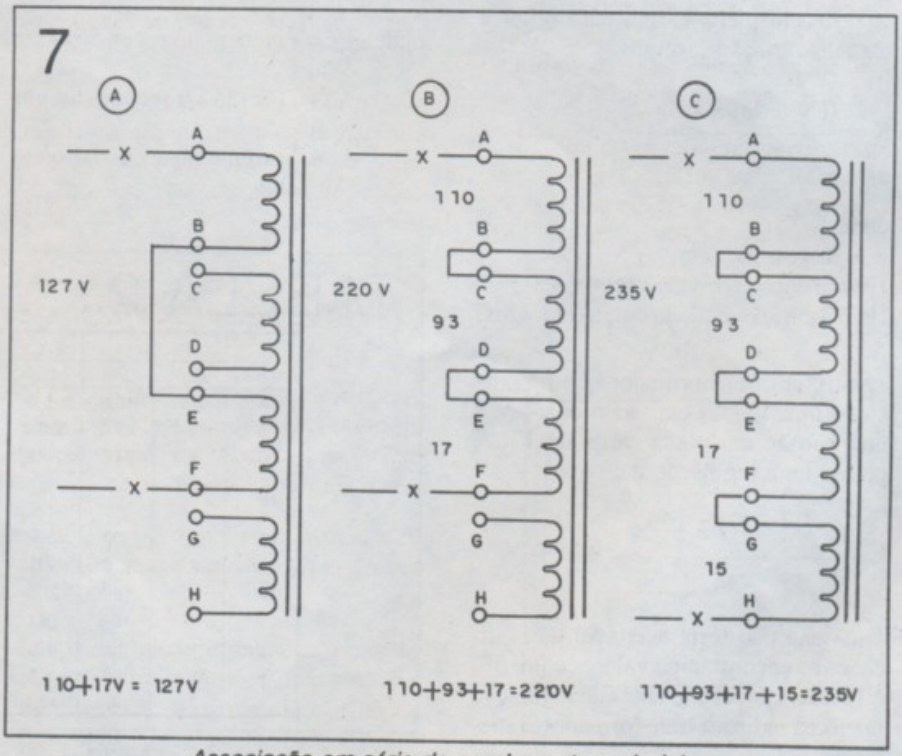
O número de espiras do enrolamento primário, que geralmente é aquele ligado a rede elétrica, é calculado com a fórmula:

$$Np = \frac{E \times 10^8}{4{,}44 \times f \times B \times S} \qquad (4)$$

onde: Np = número de espiras do primário
E = Tensão no primário em Volts
f = Freqüência da rede em Hz
B = Densidade de fluxo magnético do ferro em Gauss
S = Seção transversal do núcleo em cm²

A densidade de fluxo magnético de um núcleo de transformador é fornecida pelo fabricante e varia de material para material. Na prática adote 10.000 Gauss para chapas de ferro doce comum (igual às usadas em transformadores convencionais) caso não obtenha o valor correto com o fabricante.

Para primário simples com dois fios, para por exemplo 110 V, a fórmula (4) é usada diretamente. Se você tiver um enrolamento primário como o mostrado na **figura 6**, aplique a fórmula para cada tensão específica de cada seção, pois os enrolamentos são separados.



Associação em série de enrolamentos primários

Este tipo de transformador é empregado onde combinações em série de seus enrolamentos se fazem necessárias, para suportar diferentes tensões de entrada.

Por exemplo, ligando-se em série os enrolamentos AB + EF, a entrada do transformador suporta 127 V (110 + 17 Volts, veja a **figura 7a**), tensão disponível em algumas cidades interioranas.

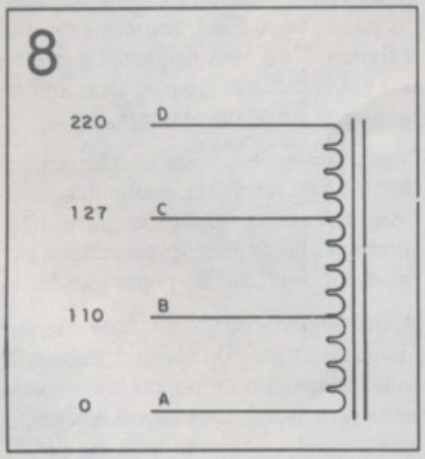
Agora, combinando os enrolamentos AB + CD + EF, teremos 220 Volts (110 + 93+17 V, veja a **figura 7b**). Com a ligação série de todos eles teríamos 235 Volts (110+93+17+15 Volts, veja a **figura 7c**).

Se usassemos só o enrolamento AB, este suportaria os 110 Volts usuais, e mudando-se para o enrolamento CD, teríamos uma entrada de 93 Volts, própria para locais de rede sobrecarregada, como em alguns bairros das metrópoles ou perto de indústrias.

Em enrolamentos primários com derivações, será necessário obter o número de espiras para cada seção do enrolamento.

No exemplo mostrado na **figura 8**, o enrolamento inicia no terminal A (0V). Este terminal é comum a todas as tensões. Se ligarmos 110 Volts a este transformador, devemos usar os terminais A e B, e assim por diante.

Para executar o cálculo do número de espiras de cada seção, deve-se debitar a tensão presente na seção anterior. Por exemplo, a seção A-B suporta 110 Volts,



Enrolamento primario com derivação

portanto o cálculo deve ser feito a partir dessa tensão, usando a fórmula (4). A seção A-C suporta 127 Volts, mas como usa as espiras da seção A-B, deve-se debitar o valor da tensão anterior (127-110=17 Volts). O cálculo então, deve usar como valor de tensão os 17 Volts. A seção CD terá então 83 Volts (220-127 V).

SECUNDÁRIO

De posse dos cálculos feitos para o primário, obtemos o valor do secundário, com a fórmula:

$$Ns = \frac{Us \times Np}{Up} \qquad (5)$$

onde: Ns=nº de espiras do secundário
Np=nº de espiras do primário
Us= Tensão no secundário
Up= Tensão no primário

Para obter Up e Np, caso o leitor tenha um primário de varias seções, escolha uma e adote sua tensão e seu número de espiras. Isso é possível pois como o transformador trabalha com relações proporcionais, um enrolamento para 220 Volts teria o dobro de espiras que um para 110 Volts.

A partir daí, a fórmula (5) deve ser empregada para cada seção do secundário, como ocorreu com os exemplos dados anteriormente, referentes ao primário.

ESCOLHA DO FIO

Antes de escolher o fio com que irá ser enrolado o transformador, é necessário definir a densidade de corrente com que o fio deverá trabalhar.

Esta densidade refere-se a corrente que circula em determinada área do condutor.

Densidades maiores geram um aquecimento maior, e expõe o transformador a falhas, como queima e curto-circuito entre espiras. Contudo há uma diminuição no tamanho do transformador e redução no custo, pois emprega menor quantidade de material.

As densidades mais usadas estão entre 1 A/mm² e 2 A/mm², sendo que a média (1,5 A/mm²) é a mais comum.

Na prática, deve-se ter em mente que 1 A/mm² é uma densidade que torna o transformador muito confiável, fazendo-o trabalhar menos aquecido. Isso o tornará caro também, pois dispenderá bem mais quantidade de material.

A densidade de 2 A/mm² só é recomendada se o transformador não for usado continuamente, tendo períodos de uso inferiores a uma hora e com períodos de descanso aproximadamente iguais.

Uma densidade limite de 3 A/mm² só é aceitável em casos de economia extrema, tanto de espaço como de material. Caso opte por esta densidade, pense em resfriar o transformador, usando por exemplo um ventilador.

A bitola do fio que deve ser empregado em cada enrolamento é calculada, então, pela expressão:

$$d = 2\sqrt{\frac{I}{J\pi}} \qquad (6)$$

onde: d=diâmetro do fio em mm
I=corrente nominal do enrolamento
J=densidade de corrente em A/mm²

Com o resultado, escolhe-se na **tabela 3**, um fio que apresente o diâmetro equivalente ou aproximado ao calculado. Por exemplo, se o resultado for 0,2345, poderia optar-se pelo fio 30 cujo diâmetro é 0,2546. Note que o arredondamento é sempre feito para um valor imediatamente superior.

CONSTRUÇÃO

A construção inicia-se com a bobinagem do enrolamento primário no carretel. Esta bobinagem pode ser feita manualmente, espira por espira, ou com bobinadora automática. Lembre-se que o fio usado deve ser de cobre esmaltado

TABELA 3

números	diâmetro em mm	seção em mm	número de espiras por centímetro	resistência em ohms por Km	limite máximo em A
0000	11.62	107.2	.....	0.158	140.7
000	10.40	85.3	....	0.197	111.3
00	9.266	67.43	. .	0.252	58.9
0	8.252	53.48	.....	0.317	70.3
1	7.348	42.41	....	0.40	55.7
2	6.544	33.63	.....	0.50	44.1
3	5.527	26.67	.....	0.63	35.0
4	5.189	21.15	.....	0.80	27.7
5	4.621	16.77	....	1.01	22.0
6	4.115	13.3	.....	1.27	17.5
7	3.665	10.55	...	1.70	13.8
8	3.264	8.36	.....	2.03	11.0
9	2.906	6.63	....	2.56	8.7
10	2.588	5.26	..	3.23	6.9
11	2.305	4.17	...	4.07	5.5
12	2.053	3.31	.....	5.13	4.4
13	1.828	2.62	.	6.49	3.3
14	1.628	2.08	5.6	8.17	2.7
15	1.450	1.65	6.4	10.3	2.2
16	1.291	1.31	7.2	12.9	1.7
17	1.150	1.04	8.4	16.34	1.3
18	1.024	0.82	9.2	20.73	1.1
19	0.9116	0.65	10.5	26.15	0.86
20	0.8118	0.52	11.6	32.69	0.68
21	0.7230	0.41	12.8	41.46	0.54
22	0.6438	0.33	14.4	51.5	0.43
23	0.5733	0.26	16.0	65.4	0.34
24	0.5106	0.20	18.0	85.0	0.27
25	0.4547	0.16	20.0	106.2	0.21
26	0.4049	0.13	22.8	130.72	0.17
27	0.3606	0.10	25.6	170.0	0.13
28	0.3211	0.08	29.8	212.5	0.11
29	0.2859	0.064	32.4	265.6	0.084
30	0.2546	0.051	35.2	333.3	0.067
31	0.2268	0.040	41.6	425.0	0.053
32	0.2019	0.032	48.0	531.2	0.042
33	0.1798	0.0254	52.0	669.3	0.033
34	0.1601	0.0201	56.0	845.8	0.026
35	0.1426	0.0159	64.0	1069.0	0.021
36	0.1270	0.0127	76.0	1338.0	0.017
37	0.1131	0.0100	78.0	1700.0	0.013
38	0.1007	0.0079	82.0	2152.0	0.010
39	0.0897	0.0063	86.0	2698.0	0.008
40	0.0799	0.0050	92.0	3400.0	0.006
41	0.0711	0.0040	96.0	4250.0	0.005
42	0.0633	0.0032	101.2	5312.0	0.004
43	0.0564	0.0025	106.0	6800.0	0.003
44	0.0502	0.0020	110.0	8500.0	0.0025

Características de fios esmaltados

para que não haja curto-circuito entre as espiras.

No caso de ser feita manualmente, o que tornará a tarefa um tanto trabalhosa, tome o cuidado de manter sempre uma espira ao lado da outra.

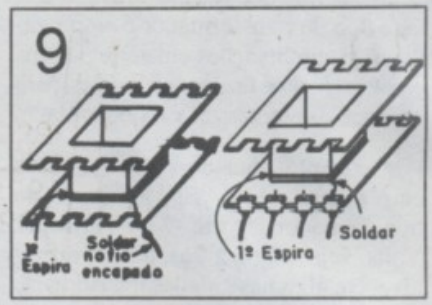
Outro cuidado a observar é enrolar de 2 a 5 % mais espiras que o calculado. Isto é necessário, porque o enrolamento manual reduz a eficiência do transformador, que deve ser compensada.

Em transformadores menores, com menos de 20 Watts, a queda de eficiência é mais acentuada e exige maior cuidado no enrolamento.

No início do enrolamento, deixe cerca de 10 cm de fio para fora do carretel (para posteriormente soldar o fio encapado) se estiver usando um carretel sem terminais, caso contrario raspe e solde a ponta do fio esmaltado em um dos terminais do carretel. Os dois tipos de carretéis são mostrados na **figura 9**.

A **tabela 4** mostra a padronização da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para as cores dos fios do primário, para transformadores ligados a rede elétrica.

Ao final de cada enrolamento, isole-o



Carretel para rabicho e carretel com terminais

TABELA 4

TENSÃO (V)	COR
0	PRETO
90	AZUL
115	AMARELO
125	VERDE
180	BRANCO
200	MARROM
220	VERMELHO

Cores de fios para primários

do próximo com papel Kraft fino ou fita plástica. Convém, também, para obter uma maior durabilidade, e caso haja disponibilidade de espaço não implicando em um aumento excessivo no custo, isolar cada camada recém terminada com papel prespan, ou outro que confie boa isolação. O aspecto que o bobinamento deverá apresentar então, é mostrado na **figura 10**.

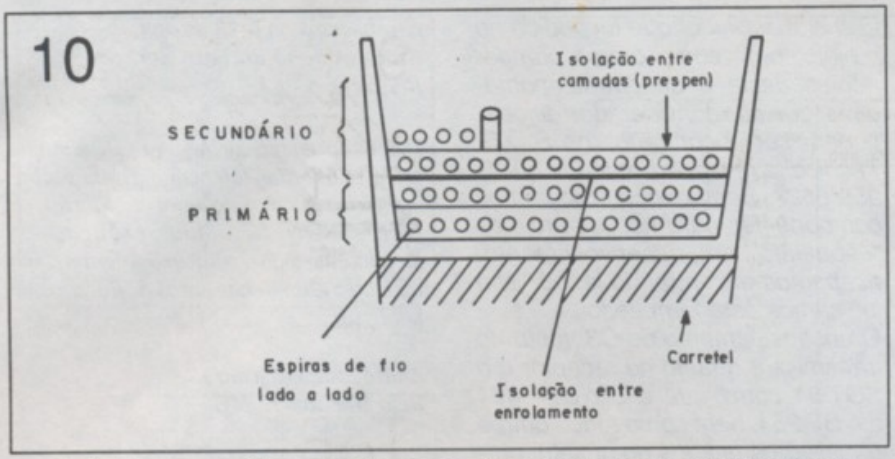
O último enrolamento, aquele externo, costuma-se proteger com mais papel ou fita, para que arranhões não comprometam seu funcionamento.

Após isso, o carretel é montado nas chapas de ferro E e I, conforme mostra a **figura 11**, e com pequenas marteladas nos cantos das chapas, estas irão se ajeitando até se encaixarem.

Nesta fase deve-se usar chapas isentas de óleo e de ferrugem, manipulando-as com luvas de camurça para não impregná-las de suor, que resultaria em posterior oxidação do ponto tocado.

A montagem poderá ser feita usando chapas E na base do carretel, deixando todas chapas I no topo, ou invertendo-se as posições delas sucessivamente, o que tornará o conjunto mais rígido.

Para carretéis grandes, as chapas vem



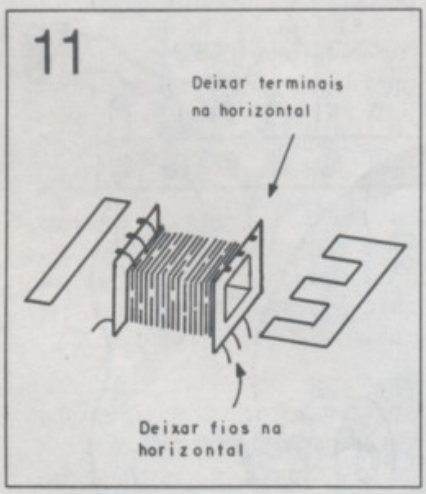
Corte de um carretel mostrando o aspecto do enrolamento em andamento

com furos nas pontas, que servem para a passagem de parafusos, para a fixação dos canecos de blindagem e sustentação e para a própria amarração das chapas. A boa amarração das chapas irá impedí-las de se soltarem e provocarem vibrações.

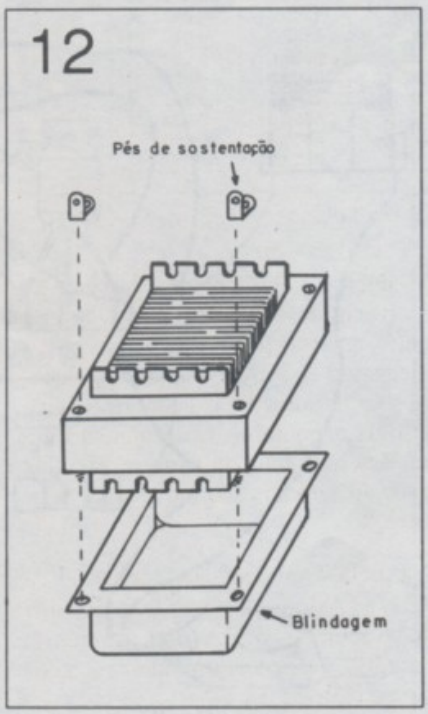
Costuma-se dar um banho de verniz especial para transformadores após a fixação das chapas EI. Este verniz, que pode ser adquirido no mesmo fornecedor dos outros materiais, penetrará nos fios do enrolamento e entre as chapas, fixando-os, reduzindo as vibrações e proporcionando uma boa isolação elétrica do conjunto. A alta resistência ao calor também é um ponto positivo da aplicação deste verniz, que torna o enrolamento mais resistente a sobrecargas elétricas.

Para proceder o banho de verniz, aqueça-o em uma lata até aproximadamente 60 graus centígrados, mergulhando totalmente o transformador nele por pelo menos 2 horas. Deve-se sacudir o transformador de vez em quando para melhor penetração do verniz.

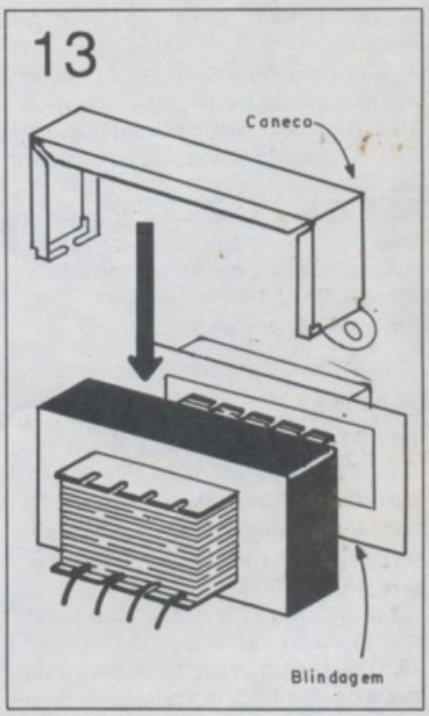
O passo final será a colocação do caneco ou blindagem no transformador. Se ele for grande com parafusos nas extremidades, como mostrado na **figura 12**, poderá ser fixado através de pés de sustentação. Ao contrário dos pequenos que devem ser fixados pelo caneco (**figura 13**).



Montagem das chapas E e I no carretel



Acabamento com pés de sustentação



Acabamento com caneco de sustentação

Após a colocação das tampas, o transformador estará pronto para o uso. Se tudo foi feito corretamente, ele deverá funcionar perfeitamente durante muito tempo e o leitor poderá se orgulhar do trabalho realizado e da economia obtida.

CONCLUSÃO

Os cálculos apresentados são em sua maioria, reduções de fórmulas complexas, usadas por grandes indústrias. Isso não quer dizer que o transformador projetado com estas fórmulas não tenha um bom funcionamento (alias ele é excelente para o uso a que se destina), mas sim, que a indústria se vale daquelas fórmula, para racionalizar o uso materiais e processos, obtendo um bom transformador a custos mais baixos.

Assim procuramos proporcionar ao leitor, dados técnicos para que ele agora possa ser auto suficiente também neste sentido, não precisando mais, depender de terceiros para realizar seus projetos e trabalhos, principalmente nas regiões do pais, com menos recursos técnicos. ●



CAÇA AUTOS

Venho por meio desta solicitar a V. Srs, a gentileza de sanar minhas dúvidas em relação ao projeto Caça Autos da revista ***ELÉCTRON*** *57, do autor T. Hara, que ora estou encontrando dificuldades na sua montagem:*

1 - Na lista de material do receptor não consta o valor das bobinas FI1 e FI2, sendo que na capa a bobina FT1 está nitidamente mostrada no cor amarelo e a FI2 não está dando para ver se é preta ou verde.

2 - Outro ponto da matéria que não foi esclarecido é de como fazer o ajuste nas bobinas FI1 e FI2.

3 - Não encontrei o cristal oscilador no valor de 38.990 MHz, embora já tenha procurado em diversas lojas do ramo na Santa Efigênia e muitas outras da grande São Paulo.

4 - Na capa o transistor Q3 está com outro tipo de encapsulamento, sendo que na matéria o projeto solicita a utilização do BF494. Gostaria de saber se posso utilizar o 2N2218.

Sendo só para o momento, aguardo resposta o mais breve possível, pois estou muito entusiasmado em montar este projeto.

Rubens Rodrigues de Souza
São Paulo - SP

Caro Rubens, os valores das bobinas FI1 e FI2 do caça-autos realmente não figuraram na lista de componentes, mas seus valores podem ser conferidos na foto da capa: FI1 - amarelo, 10 mm, 455 KHz e FI2 - branca, 10 mm, 455 KHz.

Para ajustar FI1 e FI2 proceda como mencionado na descrição "Teste e uso" da mesma revista, ajustando os núcleos das bobinas com uma chave não metálica até obter o máximo nível de sinal no multímetro.

O cristal oscilador que foi pedido no projeto, bem como outros componentes desta e de outras montagens, que são considerados difíceis, podem ser encontrados no S.O.S. Técnico através do telefone (011) 958-8627. Sempre que procuramos componentes para nossos projetos "especiais" em desenvolvimento, acabamos encontrando lá, por isso indicamos este fornecedor.

O encapsulamento de Q3, tanto no transmissor quanto no receptor é o SOT 54, com o qual é feito o BF 494 e o BF 254, bem como todos outros transistores usados no projeto, portanto não há erro neste caso.

Por fim se você quiser usar o 2N2218 no circuito talvez seja necessário uma mudança na polarização do mesmo, que pode ser feita reduzindo o valor do resistor de emissor até no máximo 50%.

MEMÓRIAS NA PRÁTICA

Parabenizo esta revista pela excelente matéria lançada na revista 57. Sentia falta desse tipo de matéria nas revistas brasileiras e esta enriqueceu muito meus conhecimentos na área de digital.

Carlos Alberto Barbosa Cordeiro
Bonsucesso - RJ

Há muito tempo eu não via alguém que pudesse abordar tão bem o assunto sobre memórias quanto o autor J. Martin na ***ELÉCTRON*** *57. Suas explicações, dirigidas ao leitor, muito me valeram como incentivo nas minhas horas de folga, como hobbysta.*

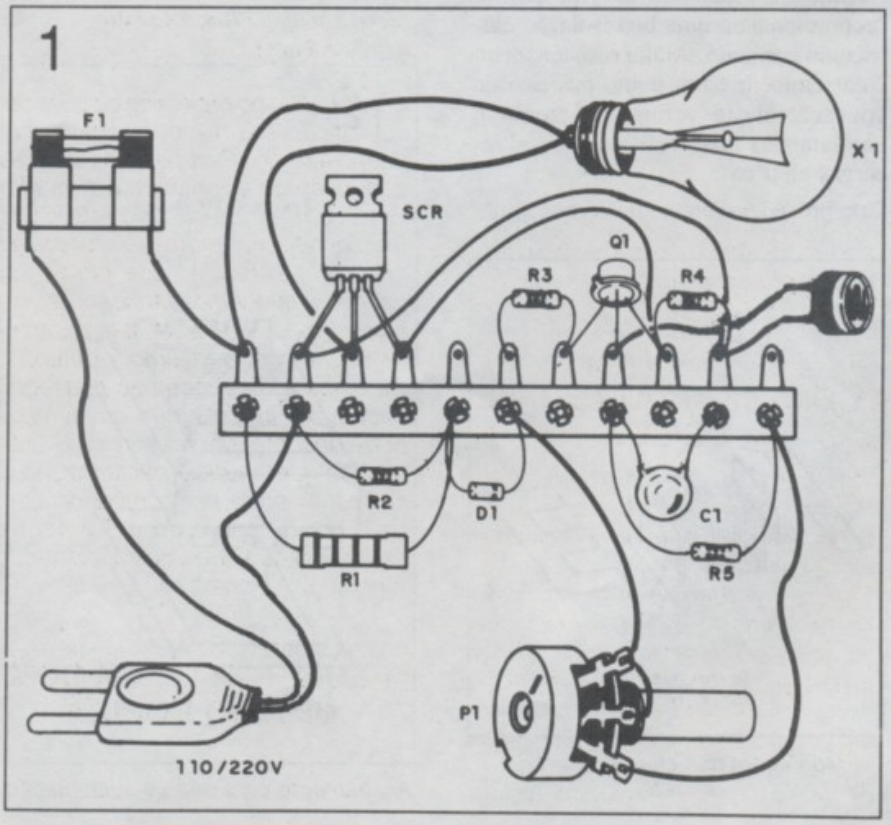
André Luiz Varscanzo
Belo Horizonte - MG

ALARME DE ULTRA-SOM

Montei para primeira vez um projeto de revista, o alarme de ultra som da ***ELÉCTRON*** *58 e fiquei muito entusiasmado.*

Há anos acompanho diversas revistas brasileiras e sempre ouço meus companheiros técnicos e engenheiros dizerem que nenhum projeto funciona.

Fui levado pela simplicidade e funcionalidade descrita no projeto, a montá-lo e este funcionou muito bem. Continuem publicando circuitos como este.



Por EDVANE R. SOARES

COMUNICAÇÃO ATRAVÉS DE FIBRAS ÓPTICAS

INTRODUÇÃO

As fibras ópticas desempenham um importante papel no desenvolvimento das transmissões.

Graça a elas, existem sistemas operando em altas velocidades de transmissão de dados e com índice de perdas muito baixo.

No entanto, a técnica de transmissão óptica já vem sendo usada há muito tempo. Os povos mais antigos já utilizavam o sol como base para as comunicações, que na época eram feitas através de manipulação de fumaça, espelhos e outros entrepostos à luz solar, possibilitando a transmissão instantânea de dados.

A tecnologia óptica sendo aperfeiçoada, foi marcada pela invenção do laser, quando, apesar do avanço tecnológico conseguido, as pesquisas e investimentos na área de transmissão óptica foram quase paralisadas. Acreditava-se que a transmissão óptica era muito limitada devido à propagação da informação através da atmosfera, que não era considerado um meio adequado, já que se sujeitava à muitas interferências como poeira, chuva, neve, neblina e outros fatores.

Após esta época buscou-se estudar, então, alguns tipos de ondas para a transmissão da luz.

Foram esses estudos que deram início à tecnologia dos sistemas de fibras ópticas. De início, a perda na transmissão era muito grande, mas posteriormente foi constatado que essa perda se dava pela presença de impurezas e não por causa da natureza intrínseca do material, e assim, com o passar do tempo foi-se melhorando a atenuação na transmissão através de fibras ópticas até chegar-se ao padrão atual, que é de apenas 0,24 dB/Km, na freqüência de 1GHz. Para se ter uma idéia, o melhor cabo coaxial existente apresenta uma perda de 120 dB/Km na mesma freqüência.

Atualmente, na área de pesquisas e estudos dirigidos à transmissão através de fibras ópticas, os esforços estão sendo orientados para sistemas com maior capacidade de transmissão e alcances cada vez maiores, sem o uso de repetidores entre distâncias relativamente curtas.

TRANSMISSÃO ATRAVÉS DE FIBRAS ÓPTICAS

A transmissão através de fibras ópticas se dá por uma série de reflexões sucessivas de raios luminosos. O sinal analógico ou digital é transformado em raio luminoso e inserido num cabo de fibras ópticas.

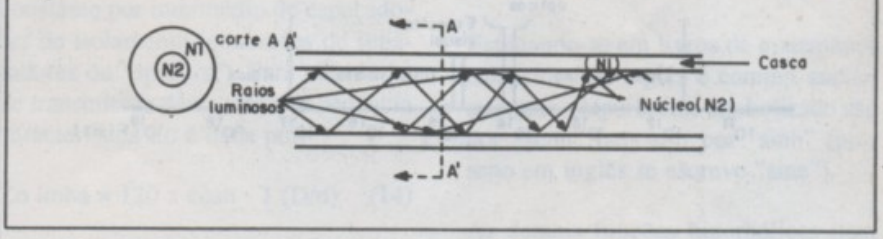
O cabo de fibras ópticas é formado por dois materiais dielétricos com índices de refração diferentes que compõe o núcleo e casca. A fibra óptica é composta basicamente por sílica (vidro) e dopantes semicondutores. Para que haja a transmissão da potência luminosa, o índice de refração da casca deve ser ligeiramente menor do que o índice de refração do núcleo.

Internamente, as reflexões se darão no núcleo não ultrapassando o meio de índice de refração diferente (casca). A **figura 1** ilustra o aspecto interno de um cabo de fibra óptica e as reflexões dos raios de luz transmitidos através do núcleo.

Um cabo óptico pode conter, conforme a aplicação, uma ou mais fibras. Na prática, o aspecto de um cabo de fibra óptica é o de um fio envolto com plástico muito fino.

Para transmitirmos o sinal, é necessá-

1



Propagacão luminosa dentro de um cabo de fibras ópticas

rio que transformemos este sinal em potência luminosa.

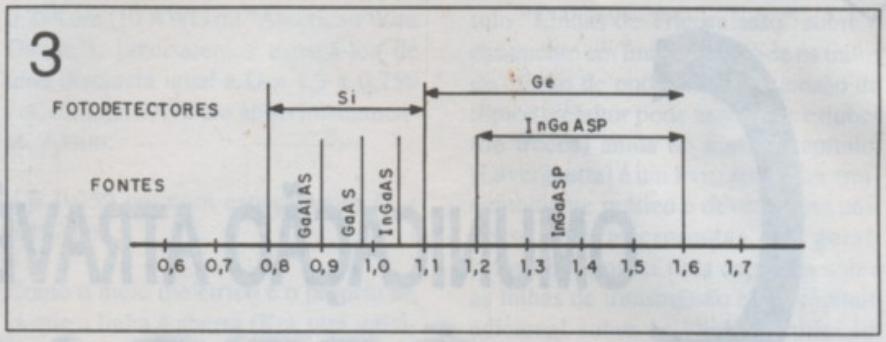
Para isso é necessário, como em todos os outros tipos de sistemas, que haja uma modulação do sinal.

Como o sinal a ser transmitido pode ser analógico ou digital, existem dois tipos de modulação, sendo que, no último caso é necessário acoplar ao sistema também um codificador e um decodificador.

No sistema analógico a modulação é feita à partir da variação da intensidade do feixe luminoso. Sendo o sinal uma senóide, a variação da intensidade do fluxo será constante. No sistema digital o princípio de modulação é o mesmo, ocasionando que a variação da intensidade de luz se dê através de pulso do tipo liga-desliga.

A relativa maior complexidade do sistema digital, devido ao uso de um codificador e de um decodificador, é, na prática, compensada pelo seu maior desempenho em relação aos sistemas analógicos, que tem menor capacidade de transmissão e menor alcance. Os sistemas analógicos se tornaram limitados também pela dificuldade de se encontrar dispositivos que transformem, precisamente um sinal analógico de alta freqüência em variação de intensidade de luz.

Uma curiosidade a respeito dos sistemas ópticos de transmissão são as freqüências ópticas que costumam ser referenciadas em termos de comprimentos de onda, a fim de diferenciar-se dos sistemas convencionais.



Espectro de freqüência óptica

As freqüências ópticas começam na região do infravermelho (aproximadamente 100μm) e terminam na faixa do ultravioleta (aproximadamente 50nm). A **figura 2** ilustra a raia de freqüência atingida pelas fibras ópticas.

Os sistemas desenvolvidos até hoje, operam principalmente na região de 0,6 a 1, 6μm, devido ao fato de que, nessas regiões já existe a presença de semicondutores em quantidade suficiente, que possibilitam a fabricação de fontes de luz de ótimo desempenho. A **figura 3** mostra as raias de freqüências em que estas substâncias estão e quais são elas.

VANTAGENS DO USO DAS FIBRAS ÓPTICAS EM SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

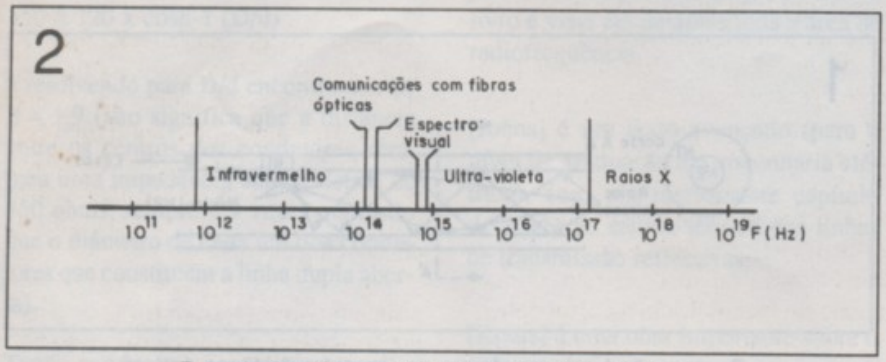
Os sistemas de transmissão através de fibras ópticas apresentam, em relação ao sistemas convencionais de transmissão, as seguintes vantagens:

- transmissão instantânea de elevado número de informações: as fibras ópticas apresentam uma capacidade elevadíssima de transmissão de dados em pouco tempo e a grande distâncias. Atualmente já existem cabos de fibras ópticas com bandas passantes de até 200GHz por Km, enquanto que um sistema convencional usando cabo coaxial, permite uma banda passante útil de no máximo 400MHz.

- pequena atenuação: as perdas de transmissão nos sistemas ópticos variam de 0, 2 a 5 dB/Km, permitindo que sejam implantados sistemas com longo alcance, sem repetidores, diminuindo os custos. Comparando-se com sistemas atuais de microondas, que exigem repetidores a cada 50 Km, as fibras ópticas podem atingir distâncias de até 200 Km.

- imunidade a interferências e ruídos: as fibras ópticas não sofrem interferências eletromagnéticas devido a sua composição de materiais dielétricos (vidros e plásticos) que não se altera em ambientes eletricamente ruidosos como descargas elétricas atmosféricas, ignição de motores e etc.

- fácil manipulação e expansão da capacidade dos sistemas: cada fibra óptica tem dimensão comparável a um fio de cabelo humano. Mesmo considerando-se a isolação, encapsulamento, blindagem e outros fatores, os cabos ópticos tem peso e tamanho bastante inferiores aos dos cabos metálicos, o que no futuro vai permitir o fim do problema de espaço nos dutos e subsolos das grandes cidades, além de vantagens operacionais consideráveis no manuseio e instalação.



Raia de freqüências atingida pelas fibras ópticas

Quanto à expansão de capacidade dos sistemas, necessita-se apenas de melhoramentos em dispositivos externos ao sistema, por exemplo: a utilização de técnicas de modulação superiores ou a substituição de diodos luminescentes por diodos a laser, que têm melhor desempenho.

- **alta isolação elétrica:** na reparação de cabos de fibras ópticas não há qualquer possibilidade de choque elétrico, explosão ou faísca de curto-circuito quando se danifica um fio, ou seja, não é necessário aterramento. Isso se dá devido ao fato do cabo óptico ser composto por vidro e plástico que são materiais dielétricos e oferecem uma excelente isolação elétrica.

- **alta confiabilidade e segurança do sistema:** no sistema óptico de comunicação não existe a possibilidade de sabotagem no sistema. Qualquer tipo de tentativa de captação de informação implicará no desvio de uma quantidade significativa de potência luminosa, sendo assim facilmente detectável. Essa propriedade das fibras ópticas é muito útil em aplicações que exigem sigilo, como por exemplo as militares, que se destacam, pois o sistema possui uma outra grande vantagem, que é de não ser detectável através de equipamentos medidores de fluxo magnético;

- **baixo custo:** se levarmos em consideração a facilidade de obtenção do quartzo, matéria-prima essencial para a fabricação das fibras ópticas em relação ao cobre, que ao contrário do quartzo não é abundante na crosta terrestre, entenderemos o porque da competitividade atual das fibras ópticas.

Apesar de o processo de obtenção de vidro ultra-puro envolver, ainda, um processo um pouco caro, a fabricação em grande quantidade de cabos de fibras ópticas tende a superar esse inconveniente.

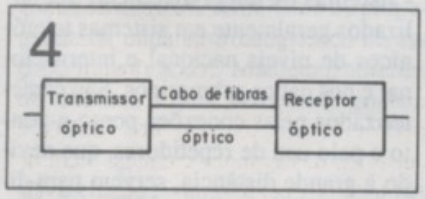
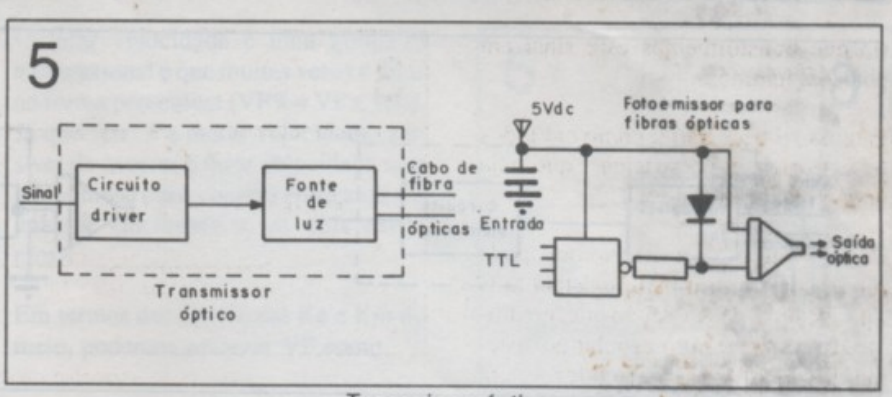


Diagrama de transmissão óptica



Transmissor óptico

PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Um sistema de transmissão por fibras ópticas necessita de, além de um cabo de fibra óptica, um transmissor óptico e um receptor óptico. A **figura 4** ilustra o esquema de uma transmissão através de fibras ópticas.

O transmissor óptico é composto por dois circuitos: a fonte de luz e o circuito driver. A fonte de luz é um dispositivo para fazer a conversão dos sinais analógicos em sinais ópticos. Como exemplo desses dispositivos podemos citar os diodos laser e os diodos eletroluminescentes, entre outros. O circuito driver é o circuito responsável pelo comando da emissão de potência luminosa através da fonte de luz. A **figura 5** ilustra o diagrama em blocos de um transmissor e seu circuito elétrico.

O receptor óptico é composto por um fotodetector e um circuito eletrônico para amplificação e filtragem. O fotodetector tem a função inversa à da fonte de luz. Ele é o responsável pela detecção e conversão do sinal luminoso em sinal analógico. Como exemplo desses dispositivos podem ser citados os fotodiodos PIN e os fotodiodos de avalanche. O circuito eletrônico é o responsável pela filtragem e posterior amplificação do sinal elétrico. O diagrama em blocos de um receptor óptico e seu circuito são mostrados na **figura 6**.

Nesses receptores ópticos estão presentes ruídos que, associados aos estágios eletrônicos, podem afetar o desempenho dos receptores. A qualidade de um receptor é medida pela quantidade de potência luminosa necessária para termos um determinado desempenho. Se a potência for muito pouca, os ruídos acabarão se sobrepondo à quantidade de potência luminosa aplicada e o resultado será uma distorção do sinal. Normalmente os receptores com fotodiodos de avalanche apresentam um desempenho bem superior aos fotodiodos PIN.

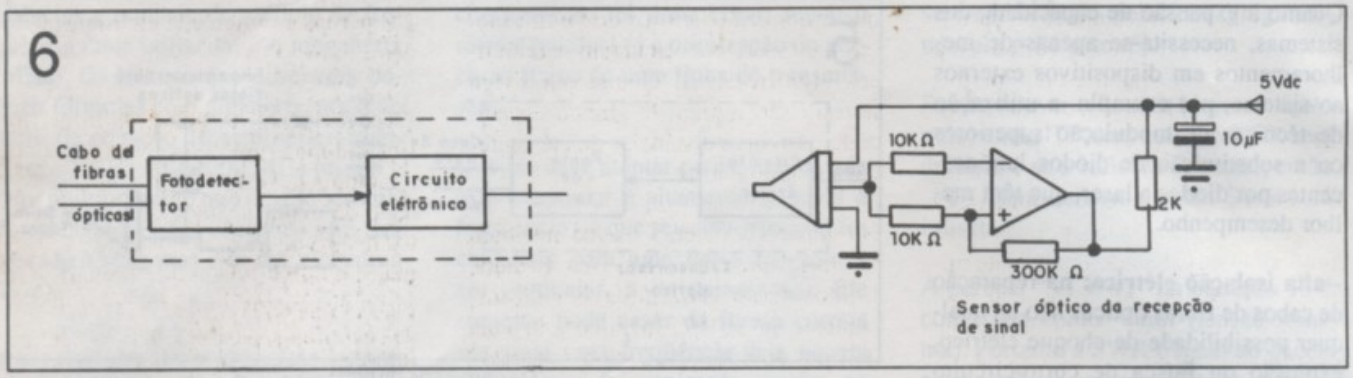
O acoplamento e conexão dos cabos de fibras ópticas aos dispositivos dos transmissores e receptores é muito delicado e são efetuados, geralmente, através de dispositivos mecânicos de precisão.

O esquema completo de um sistema de transmissão e recepção digital utilizando fibras ópticas é mostrado na **figura 7**.

TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO ATRAVÉS DE FIBRAS ÓPTICAS

Os processos de transmissão com fibras ópticas podem ser classificados em sistemas de acordo com a sua tecnologia, aplicação, configuração, porte, técnica de modulação e detecção. A seguir, serão descritos alguns dos sistemas de transmissão mais utilizados atualmente.

- **sistemas ponto-a-ponto:** esse sistema se caractetiza pela constituição básica de um sistema de transmissão



Receptor óptico

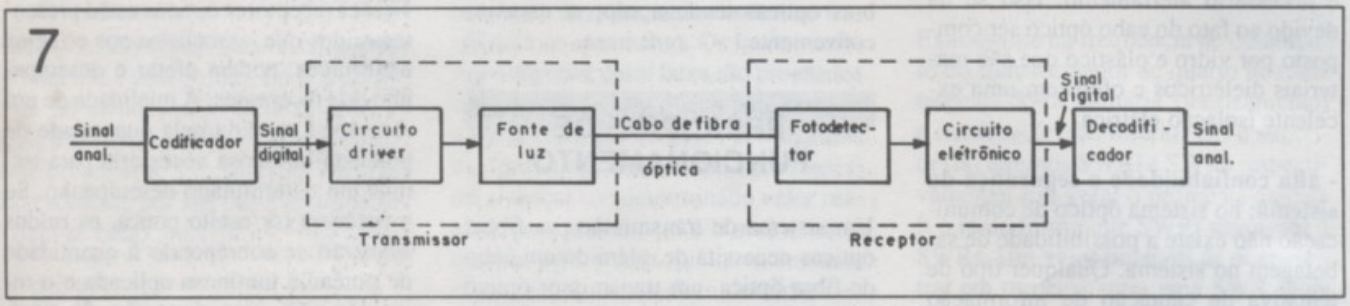


Diagrama em blocos completo de uma transmissão óptica

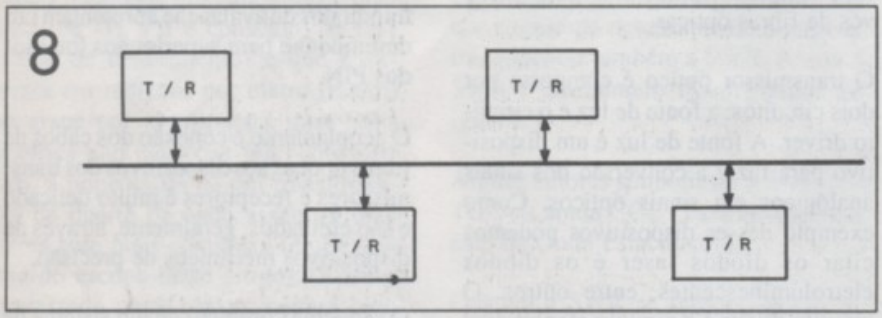
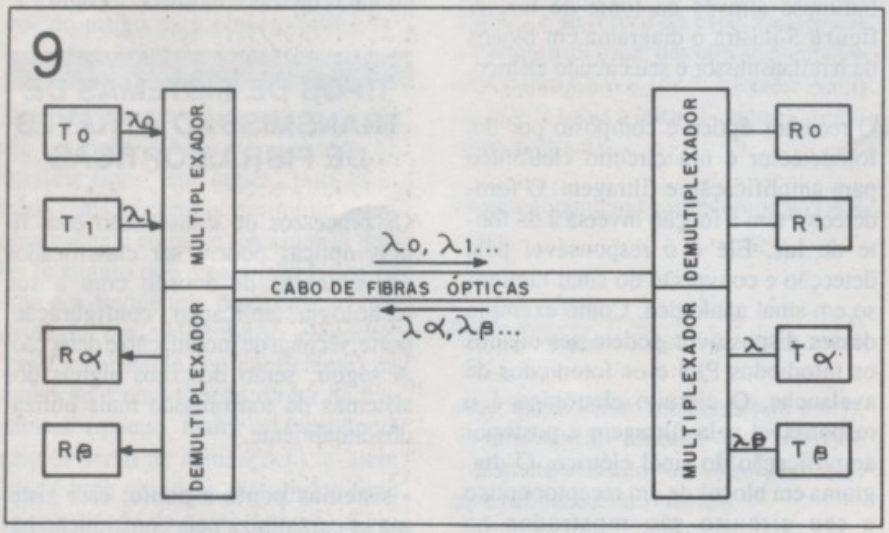


Diagrama de um sistema multiponto



Transmissão bidirecional através de fibras ópticas

óptico, conforme já foi ilustrado na **figura 6**. O acoplamento dos dispositivos para a conexão das fibras ópticas, nesse tipo de sistema, é bastante facilitado devido à característica unidirecional da informação.

- **sistemas multiponto:** um sistema multiponto se caracteriza por vários sistemas ponto-a-ponto acoplados. Esse tipo de configuração é bastante usado em sistema locais de transmissão e enfrenta alguns problemas devido ao fato de que as informações são bidirecionais e isso causa uma dificuldade na obtenção de dispositivos para conexão e recepção e transmissão, bem como da dissipação de potência luminosa nas conexões do cabo de fibra óptica com os dispositivos receptores e transmissores. O diagrama de um sistema multiponto é ilustrado na **figura 8**.

- **sistemas de longa distância:** são utilizados geralmente em sistemas telefônicos de níveis nacional e internacional e nos cabos submarinos. São caracterizados pelas conexões ponto-a-ponto e pelo uso de repetidores, que devido à grande distância, servem para diminuir a atenuação nas fibras ópticas.

Foi um dos sistemas pioneiros na utilização de fibras ópticas e viabilizou a sua produção em larga escala, permitindo o desenvolvimento de várias outras tecnologias.

- **sistemas locais:** normalmente esses sistemas são compostos por sistemas multiponto envolvendo um grande número de estações espalhadas, já que, devido a curta distância, a transmissão está limitada a alguns quilômetros.

- **sistemas de detecção direta:** sistema onde não há nenhuma consideração quanto a fase ou polarização da portadora. É largamente utilizado já que os componentes ópticos necessários são facilmente encontrados no mercado.

- **sistemas com detecção coerente:** baseiam-se no uso de técnicas de modulação em freqüência ou em fase da portadora. Estão atualmente em fase experimental e oferecem melhorias na capacidade e alcance da transmissão.

- **sistema com multiplexação:** consiste no uso de uma técnica de divisão de freqüência para os sistemas operando em freqüências ópticas, que possibilitará o aumento da capacidade de transmissão e a possibilidade de transmissão bidirecional através da transmissão em dois comprimentos de onda distintos. A multiplexação e posterior demultiplexação dos sinais é realizada por meio de lentes e acopladores especiais.

A **figura 9** mostra o esquema de uma transmissão simultânea de informações através de fibras ópticas utilizando o método da multiplexação através de comprimento de onda diferentes.

APLICAÇÕES DAS FIBRAS ÓPTICAS

Atualmente, as fibras ópticas já estão presentes em várias aplicações, entre elas, podemos destacar:

- **sistemas de rede telefônica:** uma das aplicações pioneiras das fibras ópticas, que minimiza os custos do circuito telefônico e oferece vantagens econômicas significativas. O sistema exige transmissão digital de grande capacidade e envolve distâncias de até centenas de quilômetros.

No Japão, o sistema tronco nacional foi instalado em 1985. Nos Estados Unidos desde 1987 já havia sido implantado um sistema idêntico com mais de 1 milhão de quilômetros de extensão.

- **cabos submarinos:** as fibras ópticas passaram a ser utilizadas nos sistemas submarinos, devido às distâncias entre repetidores, que dos sistemas utilizados anteriormente, cabos coaxais de alta qualidade e grande diâmetro, era de apenas 10 Km. As fibras ópticas atingem distâncias, nesse caso, de aproximadamente 100 Km, além de apresentarem maior capacidade de transmissão e menor custo operacional. Desde 1988 está em operação um cabo submarino entre os Estados Unidos e a Europa, que comporta 20 mil circuitos de voz. Também já existem sistemas operando na interligação entre a Europa e o Canadá e no Japão, entre as ilhas de arquipélagos.

- **televisão por cabo:** nesse caso também adotou-se o uso das fibras ópticas por causa da maior capacidade de transmissão e menor espaçamento entre os repetidores. No caso de televisão por cabo, o alcance das fibras ópticas é de 30 Km sem repetidores, enquanto o dos cabos coaxais é de apenas 1 Km. O sistema também é competitivo economicamente e apresenta maior confiabilidade. As fibras ópticas também estão sendo utilizadas, em distâncias mais curtas, para a interligação de estúdios e estações monitoradas de televisão.

- **sistemas de distribuição de energia e transportes:** as fibras ópticas têm sido testadas nos últimos anos, para o desempenho de tarefas como, por exemplo, geração e distribuição de energia elétrica e sistemas de transporte ferroviários. O uso das fibras ópticas é atraente, principalmente em função das baixas perdas e imunidade eletromagnética.

- **redes locais de computadores:** as fibras ópticas em redes locais de computadores buscam suprir uma necessidade de maior alcance ou de segmentos dentro da rede, maior capacidade e maior confiabilidade do sistemas. Em razão dos custos ainda elevados, o uso da tecnologia de fibra ópticas têm se limitado apenas aos grandes sistemas, a maioria deles no Japão e nos Estados Unidos.

- **aplicações médicas:** o uso de fibras ópticas em aplicações médicas têm aumentado bastante desde a invenção do fiberscope. O fiberscope é um feixe de fibras de vidro cuja função é a de iluminar o corpo humano para auxílio em cirurgias. Atualmente a fibra óptica está sendo empregada para a confecção de sensores. Existem sensores de fibra óptica miniaturizados, por exemplo, de temperatura, de pressão, de PH, de vazão e etc.

- **automóveis:** a fibra óptica nos automóveis vêm sendo utilizada para guiar a luz nos mostradores de painel e, também, substituindo os fios metálicos e no controle do funcionamento do motor, aquecimento, refrigeração, controle das janelas portas, bancos e etc.

CONCLUSÃO

A evolução das fibras ópticas permite a espera de novas aplicações, onde ainda não foi possível a sua utilização, e maior acesso à queda de custo dada pela fabricação em larga escala.

Esperamos, futuramente, poder continuar a série de artigos da área de tecnologia com novidades sobre as aplicações das fibras ópticas, só que dessa vez, esperamos poder explorar seu uso no Brasil, onde as fibras ópticas são, ainda, material de custo muito elevado e fabricação limitada. ●

Por ANA LÚCIA BELMONTE

110/220 SELETOR AUTOMÁTICO

A maioria dos aparelhos que usam transformador, vem com uma chavinha que faz a seleção de tensão de entrada para o primário de 110 ou 220 volts.

Uma idéia útil que tirei de um projeto da faculdade, é substituir esta chave por um circuito simples e confiável, que fará a comutação do primário, automaticamente.

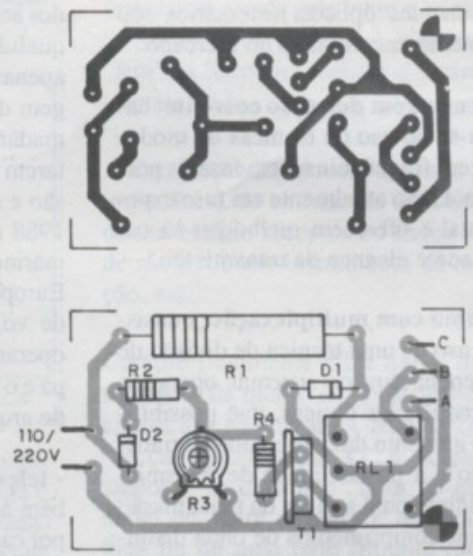
Assim será possível ligar o plug de tomada em rede de 110 ou 220 volts indistintamente, que o circuito se encarregará de comutar fisicamente o transformador.

O circuito elétrico deste projeto é visto na **figura 1**. Como o transformador tem 3 fios no primário, eles devem ser conectados aos pontos A, B e C. Ao ligar o plug à rede, o diodo D2 retifica a corrente entregando-a ao divisor resistivo R2/R3. Este divisor de relação 1:100 reduz a tensão de entrada cem vezes, portanto, o gate de T1 receberá 1,1V ou 2,2V, dependendo se a tensão for 110 ou 220 volts.

O trimpot R3 ajusta o ponto de disparo de T1 para corrigir variações do projeto. O acionamento de T1 se dará quando a rede for de 220V, e este receber perto de 2,2V em seu gate, tensão suficiente para sua comutação. Assim, T1 acionará RL1 que comutará seus contatos, de forma que o transformador receba apropriadamente os 220 volts.

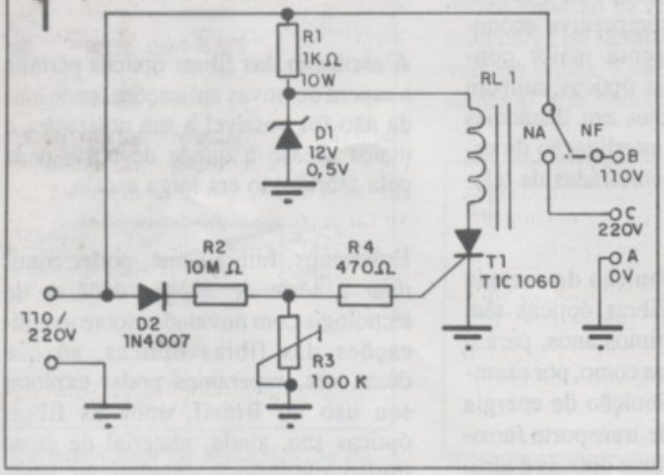
A placa para montagem é vista na **figura 2**. ●

2



Placa de circuito impresso

1



Circuito elétrico

LISTA DE MATERIAL

SEMICONDUTORES

- D1 - zener 12V 0,5w
- D2 - D1000 IN4007
- T1 - TIC106D (SCR)

RESISTORES

- R1 - 1KΩ x 10w (fio)
- R2 - 10MΩ (marrom, preto, azul)
- R3 - 100KΩ Trimpot
- R4 - 470Ω (amarelo, violeta, marrom)

DIVERSOS

- RL1 - RELÉ 12V, 10A
- Placa, fios, solda e etc.

Por PAULINO LIU

Trava Eletrônica Para Telefone

INTRODUÇÃO

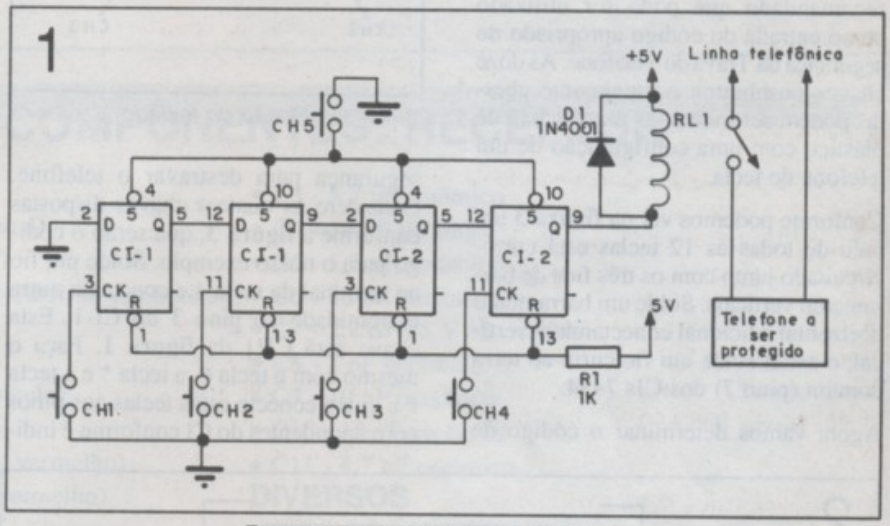
O uso não autorizado de telefone comerciais ou residências pode gerar um alto custo nas contas telefônicas e dar muita dor de cabeça para muitas pessoas. A única defesa contra tal abuso é instalar uma trava de telefone: não um daqueles circuitos de trava barato utilizando uma chave mecânica, mas um elaborado e simples sistema eletrônico de combinação.

A trava de telefone apresentada aqui é composta essencialmente por dois circuitos integrados que permite ao usuário programar qualquer código de quatro números utilizando um teclado de 4 ou 12 teclas. Recomenda-se que se use um teclado de 12 teclas como entrada porque aumentando-se o número de teclas também aumenta-se o número de combinação possíveis do código que deve ser digitado com o fim de permitir acesso à linha telefônica. Uma chamada telefônica só pode ser realizada se for introduzido o código de segurança.

FUNCIONAMENTO

A parte principal da trava de telefone é o circuito integrado 7474, flip-flop tipo D, mostrado na **figura 1**. Ele está conectado como um circuito seqüencial. O termo seqüencial é utilizado para indicar um estado onde, a fim de se obter uma saída, uma série de eventos deve ocorrer numa ordem específica.

Considere as chaves CH1 a CH4 na **figura 1**. Para o relé RL1 acionar, a chave CH1 deve ser pressionada primeiro, seguida pela chave CH2, depois a chave



Esquema elétrico da trava de telefone

CH3 e finalmente a chave CH4. Qualquer outra seqüência não energizará o relé, evitando acesso ao tom de discar do telefone.

O relé RL1 somente irá acionar com uma seqüência apropriada de acionamento das chaves, conectando o fio positivo ou negativo da linha telefônica ao telefone protegido. Na realidade, os contatos do relé RL1 atuam como uma chave liga/desliga sob o controle do código do teclado.

Quando a conversa telefônica estiver completa, pressione a chave CH5 (reset) para permitir o relé se desativar novamente, desconectando o telefone da linha.

O circuito dos CIs funciona da seguinte maneira: como a tecla de reset (CH5) pressionada, o pino 5 do CI-1 e o pino 9 do CI-1 vão para o estado lógico "1" (alto). Quando CH1 é pressionada, um nível lógico "0" (baixo) é colocado no pino 3 do CI-1. Este nível "0" muda o estado do pino 5 do CI-1 de alto para baixo (0 volts). Este nível baixo (0 volts) é passado para o segundo flip-flop D contido no mesmo CI-1.

Pressione CH2, um segundo nível "0" é colocado no pino 11 (CI-1). O nível "0" no pino 11 muda o estado do pino 9 de alto para baixo. Este pino 9 é então ligado ao pino 2 do CI-2, onde a mesma seqüência de eventos ocorre agora no CI-2, pressionando-se as chaves CH3 e CH4.

Cada flip-flop mudará de estado (de alto para baixo) somente quanto a saída do flip-flop do estágio precedente for baixa ou zero. Se isto não ocorrer, o flip-flop não alterará de estado, fazendo com que o próximo estágio não entre em operação.

MONTAGEM

A placa para a montagem do projeto é

vista na **figura 2**. Ao soldar os componentes, tome o cuidado de não sobre aquecê-los, principalmente os integrados.

A conexão do teclado ou teclas é feita nos pontos indicados, com o terminal de terra da placa ligado ao ponto comum de todas as chaves (vide **figura 1**).

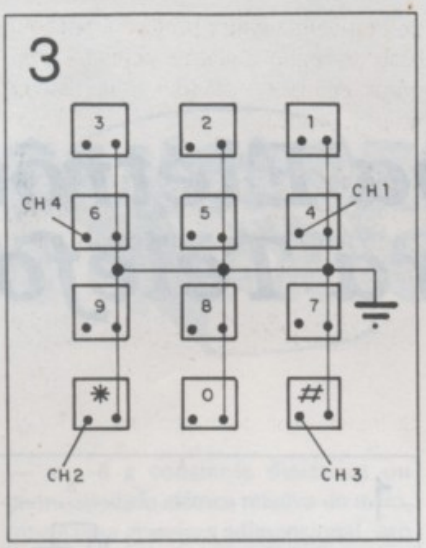
A alimentação é conectada entre o +9V e o terra.

J1, J2, J3 e J4 são fios jumpers tipo cabinho com isolação, para ligar dois pontos.

A **figura 3** mostra a conexão do teclado recomendado que pode ser utilizado como entrada do código apropriado de segurança da Trava de Telefone. As doze chaves pushbutton normalmente abertas podem ser montadas numa caixa de plástico com uma configuração de um telefone de tecla.

Conforme podemos ver na **figura 3** um lado de todas as 12 teclas está curto-circuitado junto com os três fios de barramento verticais. Solde um barramento horizontal adicional conectando a vertical, e então solde um fio curto ao terra comum (pino 7) dos CIs 7474.

Agora vamos determinar o código de segurança para destravar o telefone. Considere as quatros chaves dispostas conforme a **figura 3**, que serão o código para o nosso exemplo. Solde um fio ao terminal da tecla 4 e conecte a outra extremidade ao pino 3 do CI-1. Esta chave será CH1 da **figura 1**. Faça o mesmo com a tecla 6, a tecla * e a tecla # e então conecte estas teclas aos pinos correspondentes do CI conforme é indicado na **figura 3**.



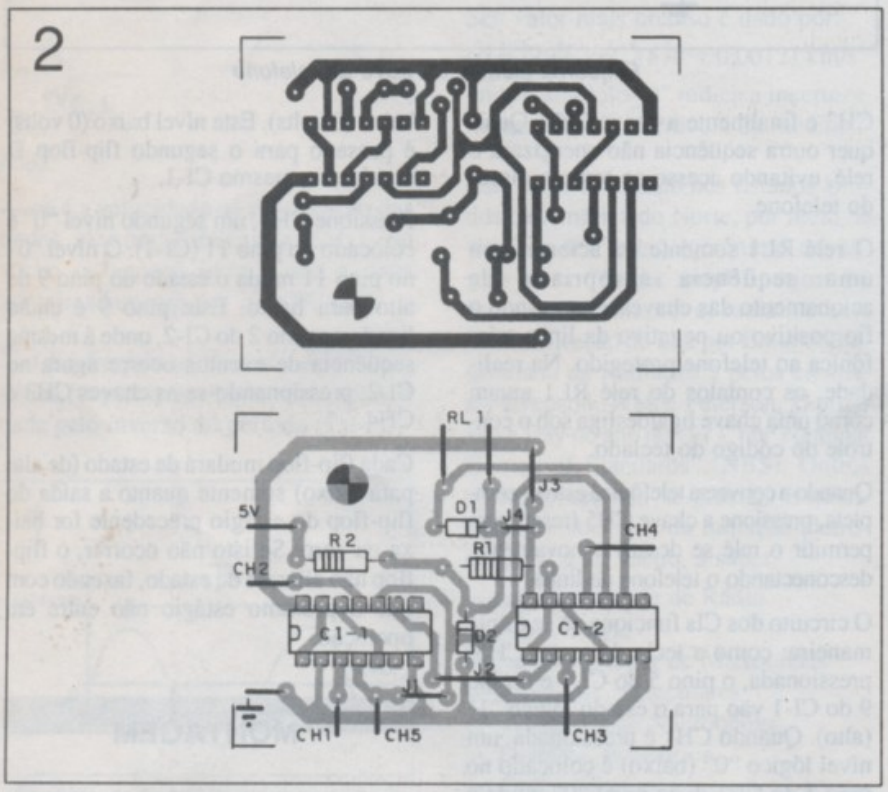
Fiação do teclado

Com este exemplo, para destravar o telefone protegido, o código 4, *, #, 6 deverá ser introduzido pelo usuário na seqüência apresentada, caso contrário não se ouvirá no telefone o tom de discar. Este é o único código que pode ser utilizado. Você pode fazer qualquer combinação desejada. A única coisa a ter em mente é que um número só pode ser utilizado uma única vez no código de segurança. Um exemplo de código inválido é 1, 5, 3, 1 e 5, 5, 6, 0. Note que o número 1 é utilizado duas vezes no primeiro exemplo enquanto que o número 5 é utilizado duas vezes no segundo.

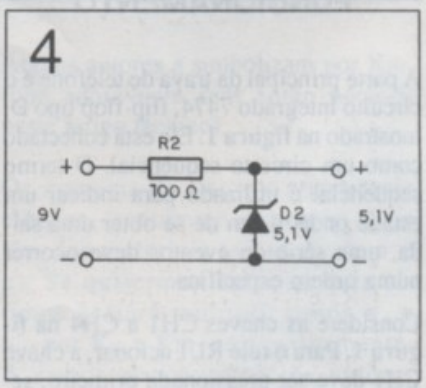
Uma bateria de 9 Volts pode ser utilizada como fonte de energia para esta trava. Os CIs requerem 5 Volts para operação, logo, um diodo zener será utilizado para baixar os 9 Volts da bateria para os 5 Volts requeridos. A **figura 4** mostra o divisor de tensão que pode ser utilizado. Para operação apropriada da mesma, um diodo (D2) zener com tensão de 5,1 Volts será usado.

Com um LED, um resistor em série deve ser colocado no circuito. O valor deste resistor (R2) depende da quantidade de corrente consumida pelos dois circuitos integrados 7474. No manual do fabricante, verificamos que é necessário uma corrente de 17 mA por integrado. Como estamos utilizando 2 CIs, a corrente total requerida pelo projeto é 34 mA.

Para permitir obter 5,1 Volts e uma corrente de 34 mA, o valor de R2 deve ser 100 ohms 1/2 Watt. Na **figura 4** estes 5,1 Volts são tomados diretamente do diodo zener. Conecte um fio vermelho à saída de tensão positiva e um fio preto



Placa de circuito impresso



Fonte de alimentação

à saída negativa. Estes dois fios são conectados aos CIs da Trava de Telefone conforme indica o esquema.

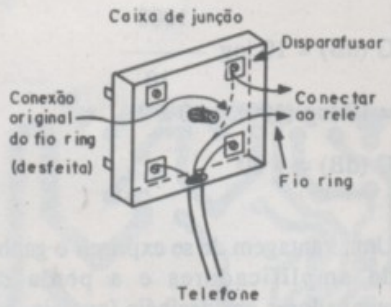
INSTALAÇÃO

Assim que a montagem da trava estiver completa, determine qual telefone deve ser protegido. A única fiação a ser feita é a do fio positivo ou negativo (tip ou ring) da linha telefônica que deve ter os contatos do relé normalmente aberto em série para atuar como chave liga/desliga. Isto pode ser feito na caixa de junção ou se você desejar, dentro do telefone.

a) Fiação na caixa de junção

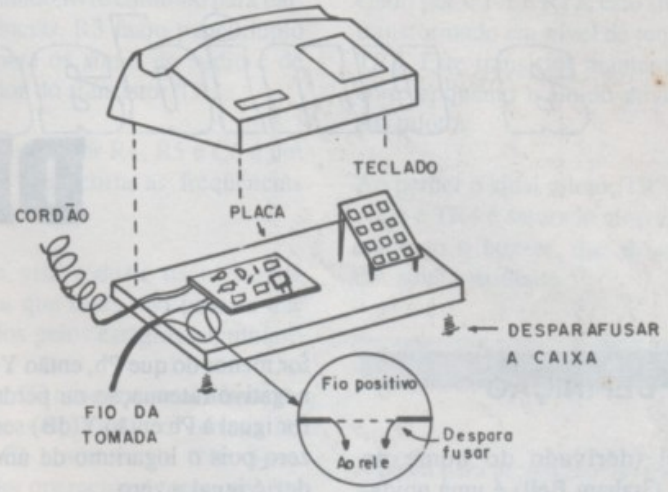
Remova a cobertura da caixa de junção com uma chave de fenda. Localize o fio telefônico positivo (tring) e remova-o de seu terminal, desparafusando-o (**figura 5**). Conecte a este fio um dos contatos do relé RL1. Conecte o segundo contato de RL1 ao terminal desparafusado onde a linha foi removida. A instalação agora está completa. Recoloque a cobertura da caixa de junção.

5



Conexão na caixa de junção

6



Instalação dentro do aparelho

b) Fiação interna no telefone

Remova a cobertura do telefone e localize os fios positivo ou negativo (**figura 6**). Desparafuse o fio positivo ou negativo e conecte a este condutor um dos contatos do relé RL1. Agora conecte o segundo contato de RL1 ao terminal do condutor que acabou de ser removido. Recoloque a cobertura do telefone.

USO

Se você for fazer uma chamada no telefone protegido, primeiro levante o monofone. Nesta ocasião, não se deverá escutar o tom de discar.

Utilizando o teclado, digite o código de segurança (na **figura 3**, este código é 4, *, #, 6). Após a entrada do último número do código, deverá ser ouvido no aparelho o tom de discar.

Quando a chamada estiver terminada, coloque o fone no gancho e então pressione a tecla de reset, esta ação forçará o relé RL1 a desativar, desconectando o telefone protegido da linha. Nenhuma outra chamada pode ser feita até que o código de segurança seja reintroduzido.

LISTA DE MATERIAL

SEMICONDUTORES

- CI1 e CI2 - (7474 flip-flop TTL tipo D)
- D1 - 1N4001 (diodo retificador)
- D2 - Diodo Zener - 5,1V 1/2 W

RESISTORES

- R1 - 1K (marrom, preto, vermelho) - 1/8 Watt
- R2 - 100 ohms (marrom, preto, marrom) - 1/2 Watt

DIVERSOS

- RL1 - relé reed 5 Volts
- CH5 - Chave Push-Button de retorno
- CH1 a CH4 - Chave Push-Button de retorno ou teclas de um teclado de 12 teclas
- Bateria de 9 Volts

a unidade DECIBEL

DEFINIÇÃO

O decibel (derivado do nome de Alexander Graham Bell) é uma unidade logarítmica relativa que serve para relacionar duas potências (ambas sendo expressas nas mesmas unidades de medida). Expressando na forma de equação matemática teremos:

$$Y\,(DB) = 10 \log \frac{Pa}{Pb} \qquad (1)$$

onde:

* Y é o valor da relação logarítmica de potências expresso em decibéis;

* Pa e Pb são duas potências quaisquer (ambas medidas na mesma unidade, Watts ou miliwatts por exemplo);

* log é o logaritmo de base dez (também chamado decimal, vulgar ou de Briggs). O cálculo do log é feito facilmente por meio de uma calculadora eletrônica científica (normalmente simbolizada pela função LOG), através de tabelas de logaritmos encontradas em livros de matemática ou por intermédio de uma régua de cálculo.

O decibel é uma unidade de transmissão relativa pois a potência Pb pode assumir qualquer valor à exceção de zero (lembre-se de que a divisão por zero não é definida na matemática).

Caso Pa seja maior do que a Pb então Y(dB) será positivo (ampliação, ganho ou amplificação), do contrário, se Pa for menor do que Pb, então Y(sB) será negativo (atenuação ou perda). Se Pa for igual à Pb então Y(dB) será igual à zero pois o logaritmo de um na base dez é igual a zero.

Algumas relações úteis para os práticos estão agrupadas a seguir.

1. Se dobrarmos a potência (de P para 2P) teremos uma variação positiva de + 3,0103 dB (aproximadamente + 3 dB)

2. Se dividimos a potência por 2 (de 2P para P) teremos uma variação negativa de - 3,0103 dB (aproximadamente - 3 dB)

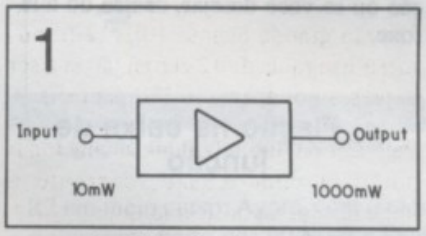
3. Se multiplicarmos a potência por 10 (de P para 10P) teremos uma variação positiva de + 10 dB

4. Se dividirmos a potência por 10 (de 10P para P) teremos uma variação negativa de - 10 dB

Existe uma simetria nos valores debelizados de uma dada relação de potências (= Pa/Pb) e o seu recíproco (= Pb/Pa). A regra geral é dada por:

$$\text{Se } \frac{Pa}{Pb} \text{ implica em X (dB) então } \frac{Pb}{Pa} \text{ implica em -X (dB)} \qquad (2)$$

Um exemplo prático do cálculo com esta unidade é dado a seguir. Na **figura 1** temos um amplificador (ou ampliador) e queremos saber qual o valor em decibéis do seu ganho. Aplicando-**se a equação 1** teremos:



Amplificador de potência

$$G\,(dB) = 10 \log \frac{Pa}{Pb}$$

onde Pa = 1000 mW e Pb = 10 mW

$$G\,(dB) = 10 \log \frac{1000}{10}$$

$$= 10 \log (100) = 10 \times 2$$

$$G\,(dB) = + 20$$

Uma vantagem de se exprimir o ganho de amplificadores e a perda de atenuadores em decibéis (ou seja, em uma unidade logarítmica) é que em se tendo uma conexão em cascata de diversos desses blocos funcionais podemos somar e subtrair os valores em dB de cada um deles, para acharmos o valor final. Ganhos têm sinal positivo sendo pois adicionados. Atenuações ou perdas têm sinal negativo sendo pois subtraídas. Observe a **figura 3**. Esta cascata de amplificadores e atenuadores fixos tem o efeito global de um amplificador de 2 dB (= 1,5 - 2 - 1 +3 + 0,5) para um sinal que é aplicado em sua entrada (na extremidade esquerda da figura) e que é medida na sua saída (extremidade da figura).

Outra vantagem é que as relações muito grandes (ou muito pequenas) de potências passam a ser expressa por números condensados em tamanhos. Veja por exemplo uma relação de potência de 1 milhão (Pa sendo 1.000.000 de vezes maior do que Pb; como se Pb fosse 1 nanowatt e Pa fosse 1 miliwatt). Essa relação seria expressa por 60 dB (uma forma muito mais conveniente).

A **tabela 1** mostra as principais relações de potência, ou seja, Pa dividido por Pb, e os respectivos valores expressos em decibéis. Observe que uma razão tão grande quanto 10E+12 (o número 1 seguida de 12 zeros) passa a ser expressa por apenas + 120 decibéis.

Pela Lei de Joule podemos relacionar potência com tensão, corrente e impedância, de tal forma que:

$$P = U \times I = Z \times I \times I = \frac{U \times U}{Z} \quad (3)$$

Assim sendo poderemos escrever para Pa e Pb:

$$Pa = Za \times Ia \times Ia = \frac{Ua \times Ua}{Za} \quad (4)$$

$$Pb = Zb \times Ib \times Ib = \frac{Ub \times Ub}{Zb} \quad (5)$$

Substituindo-se estes valores na equação 1 chegaremos a duas novas expressões para o nível Y (em dB), a saber:

$$Y\,(dB) = 20 \log \frac{Ua}{Ub} + 10 \log \frac{Zb}{Za} \quad (6)$$

$$Y\,(dB) = 20 \log \frac{Ia}{Ib} + 10 = \frac{Za}{Zb} \quad (7)$$

A segunda parcela da equações 6 e 7 é também conhecida como "fator de correção de impedância" e será diferente de zero sempre que ambas as impedâncias (Za e Zb) forem diferentes entre si. O fator de correção de impedância costuma ser simbolizado pela letra maiúscula K (fator K). Não devemos confundir esta simbologia com aquela adotada para a representação do fator K da propagação das ondas eletromagnéticas através da atmosfera.

TABELA 1

Valor em decibéis	relação de potências (= Pa/Pb)
+ 120,00	10 E+12
+ 110,00	10 E+11
+ 100, 00	10 E+10
+ 90,00	10 E+9
+ 80,00	10 E+8
+ 70,00	10 E+7
+ 60,00	1 000 000 = 10 E+6
+ 50,00	100 000 = 10 E+5
+ 40,00	10 000 = 10 E+4
+ 30,00	1 000 = 10 E+3
+ 20,00	100 = 10 E+2
+ 13,01	20
+ 10,00	10
+ 9,54	9
+ 9,03	8
+ 8,45	7
+ 7,78	6
+ 6,99	5
+ 6,02	4
+ 4,77	3
+ 3,01	2
zero	1

Relações de potência versus dB onde 10 E+X significa "dez elevado à +X"

DÉCADAS E OITAVAS

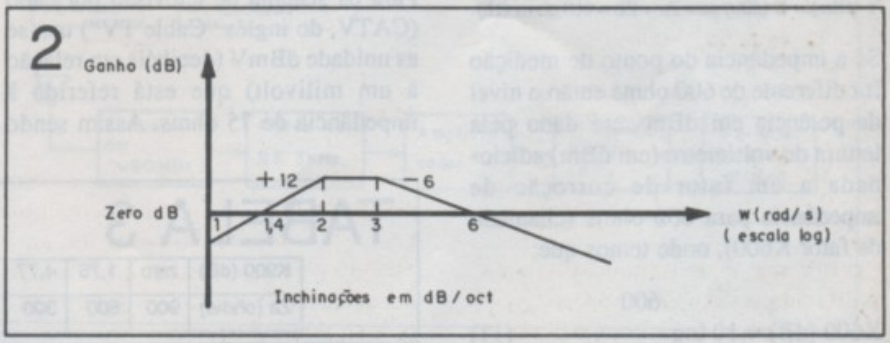
Chamamos "década" a qualquer intervalo fechado de freqüência tal que a freqüência superior da faixa seja dez vezes maior do que a freqüência inferior da faixa. Desta forma o intervalo entre 40 e 400 Hertz corresponde à uma década bem como o intervalo entre 30 e 300 Megahertz.

Chamamos "oitava" a qualquer intervalo fechado de freqüência, tal que, a freqüência superior da faixa seja o dobro da freqüência inferior da faixa. Desta forma o intervalo entre 250 e 500 Hertz corresponde à uma oitava bem como o intervalo entre 7 e 14 quilohertz.

Nos gráficos onde estão plotadas curvas de ganho versus a freqüência é costume se medir a inclinação das respectivas curvas usando-se decibéis por década (dB/dec) ou decibéis por oitava (dB/oct). Uma inclinação positiva de 10 decibéis por década, por exemplo, significa que à cada década a curva aumenta de 10 decibéis.

Além do ganho as curvas de atenuação versus freqüência costumam ser medidas nas mesmas unidades (dB/dec ou dB/oct).

A **figura 2** mostra a curva de resposta de um filtro tendo no eixo das ordenadas (eixo vertical) o ganho (expresso em decibéis) e no eixo das abscissas (eixo horizontal) a freqüência angular ω (expressa em radianos por segundo, rad/s). Note que o trecho ascendente tem uma inclinação positiva de 12 dB/oct e o trecho descendente tem uma inclinação negativa de -6 dB/oct. Há ainda um trecho plano de inclinação nula (slope igual a zero).



Resposta de um filtro em termos de ganho

dBu

Na equação 5 se fizermos corresponder à Zb o valor 600 ohms (que é a impedância característica dos circuitos de voz em telecomunicações) e à Pb o valor um miliwatt (1 mW) acharemos para Ub o seguinte valor:

$Ub = \sqrt{Pb \times Zb} = \sqrt{0{,}001 \times 600} = 0{,}775$ (775 milivolts)

Assim sendo define-se a unidade dBμ de acordo com a equação 8 e que indica quantos decibéis uma dada tensão elétrica está acima ou abaixo do valor de referência 0,775 V para uma impedância característica de 600 ohms.

$$U\,(dBu) = 20 \log \frac{Ua}{0{,}775} \qquad (8)$$

onde log é logaritmo de base dez a Ua deverá ser expressa em Volts.

Se porventura quisermos exprimir Ua em milivolts (ao invés de Volts) deveremos reescrever a equação 8 conforme segue:

$$U\,(dBm) = 20 \log \frac{Ua}{775} \qquad (9)$$

onde Ua será então em milivolts.

Caso a impedância do ponto de medição seja 600 ohms (Za = Zb = 600 ohms) então o nível de potência em dBm (ver item "O DECIBEL ABSOLUTO") será dado pela leitura de um voltímetro calibrado previamente para exibir valores em dBμ, ou seja:

$$Y\,(dBm) = U\,(dBu) \text{ para } Za = Zb = 600 \text{ ohms} \qquad (10)$$

Se a impedância do ponto de medição for diferente de 600 ohms então o nível de potência em dBm será dado pela leitura de voltímetro (em dBm) adicionada a um fator de correção de impedância para 600 ohms (chamado de fator K600), onde temos que:

$$K600\,(dB) = 10 \log \frac{600}{Za} \qquad (11)$$

TABELA 2

K600 (dB)	- 1,76	zero	3,01	6,02	8,10	9,03	10,00	10,79
Za (ohms)	900	600	300	150	93	75	60	50

K600 versus Za

e portanto,

$$Y\,(dBm) = U\,(dBu) + K600\,(dB) \qquad (12)$$

Note que o fator K600 é o fator de correção de impedância (fator K) para a impedância particular de 600 ohms. A **tabela 2** mostra alguns valores de K600 à proporção em que a impedância Za varia (a tabela contém valores típicos de serem encontrados no âmbito das telecomunicações, ou seja, 900, 600, 300, 150, 93, 75, 60 e 50 ohms). Note que à medida em que nos afastamos de 600 ohms o valor de K600 aumenta (pois o descasamento é cada vez maior).

A **tabela 3** mostra os valores de K900 (fator de correção de impedâncias para 900 ohms) à medida em que a impedância Za varia. Note a diferença que existe entre os valores de K600 e de K900 (para uma mesma impedância Za).

O leitor poderá construir outras tabelas (K300, K150, K93, K60, K50 e outras mais) semelhantes às tabelas anteriores apenas adequando o numerador do logaritmando da equação 11 à impedância desejada.

dBmV

Para os sistema de televisão por cabo (CATV, do inglês "Cable TV") usa-se as unidade dBmV (decibéis em relação à um milivolt) que está referida à impedância de 75 ohms. Assim sendo poderemos escrever:

$$U\,(dBmV) = 20 \log \frac{Ua}{1\ mV} \qquad (13)$$

onde log é o logaritmo da base 10, Ua deve ser expressa obrigatoriamente em milivolts e a equação está referida à uma impedância de 75 ohms.

Note que zero dBmV corresponde à uma tensão de 1 milivolt sobre uma impedância de 75 ohms.

Se a impedância for diferente de 75 ohms usa-se um fator corretivo (fator de correção de impedâncias) conhecido como K75 e que é dado por:

$$K75\,(dB) = 10 \log \frac{75}{Za} \qquad (14)$$

Em sua forma mais geral o dBmV será portanto dado por:

$$U\,(dBmV) = 20 \log \frac{Ua}{1mV} + 10 \log \frac{75}{Za} \qquad (15)$$

Caso Za seja igual à 75 ohms o fator K75 será igual a zero e a equação 15 se reduzirá à equação 13.

A **tabela 4** mostra os valores de K75 para diferentes valores de impedância.

O DECIBEL ABSOLUTO

Sempre que fixarmos Pb em um deter-

TABELA 3

K900 (dB)	zero	1,76	4,77	7,78	9,86	10,79	11,76	12,55
Za (ohms)	900	600	300	150	93	75	60	50

K900 versus Za

TABELA 4

1,76K75 (dB)	-10,7	-9,0	-6,0	-3,0	-0,9	zero	0,97	1,76
Za (ohms)	900	600	300	150	93	75	60	50

k75 versus Za

minado valor teremos uma unidade de medida absoluta (já que agora a referência tem um valor estipulado fixo). As referências mais comuns de potência em telecomunicações são o miliwatt (mW) e o Watt (W) embora outras unidades possam também ser utilizadas (quilowatt, megawatt, etc).

Se a referência for o miliwatt a unidade absoluta resulta se chama dBm (decibel em relação a miliwatt). O dBm é usado em telecomunicações para a medida de níveis de potência em geral (em sistemas multiplex, ópticos e rádio). Matematicamente o dBm é definido pela equação 16, ou seja:

$$X\ (dBm) = 10 \log \frac{Pa}{1\ mW} \qquad (16)$$

onde Pa obrigatoriamente deve ser dada em miliwatts e log é o logaritmo de base dez.

Se a referência for o Watt temos que a unidade absoluta resultante se chama dBW (decibel em relação ao watt). O dBW é muito utilizado para medir a EIRP ("Effective Isotropic Radiated Power") ou PIEI ("Potência Isotrópica Efetivamente Irradiada") das estações terrenas transmissoras de satélite.

Matematicamente o dBW é definido pela equação 17, ou seja:

$$X\ (dBW) = 10 \log \frac{Pa}{1\ W} \qquad (17)$$

onde Pa deve obrigatoriamente estar expressa em Watts e log é o logaritmo de base dez.

Se tivermos, por exemplo, uma potência de 10 miliwatts e quisermos exprimí-la em dBm e em dBW teremos:

$$P\ (dBm) = 10 \log \frac{10\ mW}{1\ mW} =$$

$$= 10 \log 10 = +\ 10\ dBm$$

$$P\ (dBW) = 10 \log \frac{10\ mW}{1\ W} = 10 \log \frac{10\ mW}{1000\ mW} =$$

$$= -20\ d/BW$$

Cumpre notar que zero dBm corresponde a 1 miliwatt e que zero dBW corresponde a 1 Watt.

CONVERSÃO ENTRE DECIBEL E NEPER

Em telecomunicações nós utilizamos como unidade preferencial de transmissão o decibel muito embora o neper (oriunda do nome de John Napier) seja também empregado em determinadas referências bibliográficas e em certos instrumentos de medida.

Às vezes pode ser útil transformarmos o ganho (ou a atenuação) de um amplificador (ou de um atenuador) de seu valor expresso em decibéis para valores expressos em nepers (ou vice-versa). As relações de transformação são facilmente obtidas, vejamos:

$$G\ (dB) = 10 \log \frac{Pa}{Pb} \text{ e } G\ (Np) = 0{,}5\ in \frac{Pa}{Pb}$$

onde log é o logaritmo de base dez e In é o logaritmo natural (base "e") ou logaritmo neperiano.

Convertendo as bases dos logaritmos podemos escrever que:

$$In\ Y = In\ 10 \times \log Y$$

ou seja, o logaritmo neperiano de Y é igual ao logaritmo neperiano de dez multiplicado pelo logaritmo de Y na base dez. Nesse caso Y é igual à Pa/Pb. Mas o logaritmo neperiano de dez é igual à 2,3026 aproximadamente, portanto:

$$In\ Y = 2{,}3026 \times \log Y$$

onde log Y vale $\frac{G(dB)}{10}$

portando,

$$0{,}5\ In\ Y = 0{,}5\ In\ Pa/Pb = G\ (Np) =$$

$$= 0{,}5 \times 2{,}3026 \times \frac{G(dB)}{10}$$

finalmente

$$G\ (Np) = 0{,}1151 \times G\ (dB) \qquad (18)$$

$$G\ (dB) = 8{,}6859 \times G\ (Np) \qquad (19)$$

e assim temos que:

$$1\ dB = 0{,}1151\ Np \qquad (20)$$

ou

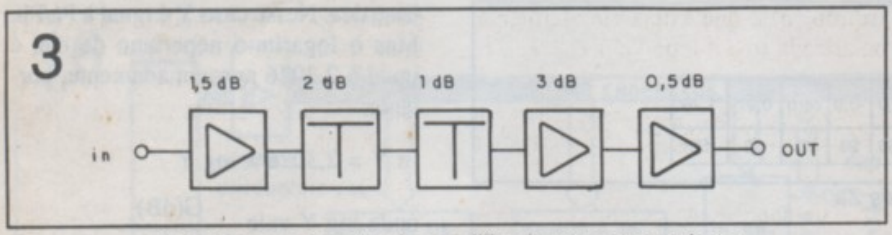
$$1\ Np = 8{,}6859\ dB \qquad (21)$$

Assim sendo, para convertermos decibéis em nepers basta multiplicar o valor existente em decibéis por 0,1151 e para convertermos nepers em decibéis devemos efetuar a multiplicação do valor existente em nepers por 8,6859.

dBr

O dBr (decibel relativo) é uma unidade de transmissão relativa. Ela mede o quanto um determinado nível está abaixo ou acima (em dB) de um outro nível, em um ponto qualquer arbitrário do circuito, que é tomado como sendo a referência e que é dito ser o ponto de nível relativo zero (zero dBr). Esse ponto de nível relativo zero pode ser ou não ser acessível em nosso circuito de transmissão (pode mesmo não fazer parte do circuito em questão). Quando trabalhamos com a unidade dBr não sabemos quais os valores absolutos de níveis que temos mas tão somente o quanto estes níveis estão acima ou abaixo da referência que foi escolhida por nós.

Veja a **figura 3**. O ponto de nível relativo zero está localizado em meio aos



Conexão em cascata de amplificadores e atenuadores

dois atenuadores (e vale zero dBr por definição). Caminhamos para a direita o sinal sofre uma atenuação de 1 dB caindo seu nível para -1 dBr (= 0 dBr - 1 dB). A seguir temos uma amplificação de 3 dB o que faz subir o nível para 2 dBr (= -1 dBr + 3 dB) e, finalmente, um ganho de 0,5 dB levando para 2,5 dBr o nível do sinal na saída. Partindo-se do ponto zero dBr para a esquerda o raciocínio é análogo (lembre-se, contudo, que você está indo em sentido contrário e, por conseguinte, um atenuador irá agir como se fosse um amplificador e vice-versa).

O diagrama exibido na **figura 4** chama-se diagrama de níveis relativos e constitui uma plotagem dos níveis relativos de um circuito de transmissão. Nesse caso o diagrama da **figura 4** corresponde ao circuito mostrado na **figura 3** (circuito de transmissão).

dBc

O dBc (decibel em relação à portadora que é dita "carrier" em inglês, daí a letra c em dBc) é uma unidade de transmissão que mede o quanto o nível de um sinal está acima ou abaixo do nível da portadora (o qual é tomado como sendo zero dBc). Se por exemplo, tivermos uma portadora de 3 dBm (= 0 dBc) e sinais espúrios de -20 dBm então tais sinais espúrios estarão com nível de -23 dBc (23 dB abaixo do nível da portadora).

Costumam ser medidas com o dBc o ruído, os espúrios, os produtos de intermodulação (IM) e os produtos de distorção.

dBmp

No dBmp (dBm ponderado psofimetricamente), o apêndice p é oriundo do francês "pondére" (ponderado) e significa que o nível absoluto de ruído em um circuito telefônico (em dBm) está sendo considerado por um filtro de ponderação psofométrica do CCITT (Comitê Consultivo Internacional de Telegrafia e Telefonia) que é um órgão da UIT (União Internacional de Telecomunicações). A sigla CCITT é oriunda do francês "Comitê Consultatif International Télégraphique et Téléphonique".

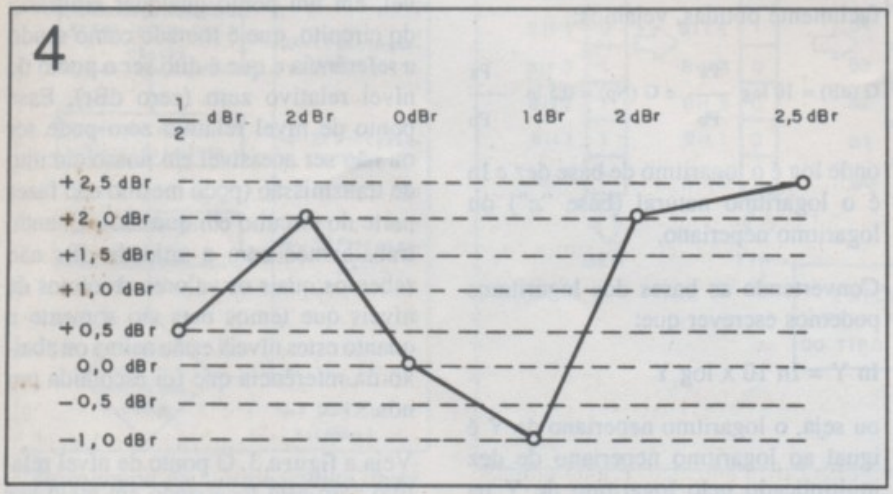


Diagrama de níveis relativos

Em um canal multiplex padrão (com uma faixa de voz indo desde 300 até 3400 Hertz) a potência de ruído branco medida com o psofômetro (em dBmp) estará relacionada com valores em dBm segundo a relação a seguir:

$$X\ (dBmp) = Y\ (dBm) - 2,5\ (dB) \quad (22)$$

onde a constante real positiva de valor 2,5 é chamada "fator de ponderação psofométrica" (FPP ou PWF iniciais de "psophometric weighing factor").

Se a faixa passante do canal de voz for diferente de 3100 hertz (como é, por exemplo, nos canais multiplex de 3 KHz e de 6 KHz) a equação 22 deverá ser corrigida e o fator de ponderação psofométrica (que é uma função da faixa passante do canal de voz) não mais valerá 2,5 decibéis.

A equação geral é dada por:

$$X\ (dBmp) = Y\ (dB) - 2,5 - 10 \log \frac{BW}{3,1}\ (dB) \quad (23)$$

onde log é o logaritmo de base dez e BW é a faixa efetiva do canal de voz dada em quilohertz. Observe que se BW = 3,1 KHz (canal mux típico) teremos log (1) que é igual a zero e a equação 23 se reduzirá à equação 22.

Assim sendo temos:

- Canal Mux de 6 KHz —>>> BW = 3,9 - 0,3 = 3,6 KHz

- Canal Mux de 3 KHz —>>> BW = 3,05 - 0,2 = 2,85 KHz

Assim teremos os seguintes fatores de ponderação psofométricas:

- Canal Mux de 6 KHz —>>> FPP6 = 2,5 + 10 log(3,6/3,1)

FPP6 = 3,15 dB

- Canal Mux de 3 KHz —>>> FPP3 = 2,5 + 10 log(2,85/3,1)

FPP3 = 2,13 dB

Portanto podemos finalmente escrever:

X (dBmp) = Y (dBm) - 3,15 (dB) para um canal mux de 6 KHz (24)

X (dBmp) = Y (dBm) - 2,15 (dB) para um canal mux de 3 KHz (25)

dBm0 e dBm0p

Podemos medir a potência absoluta de um dado sinal no ponto de nível relativo zero (zero dBr) fazendo uso da unidade dBm0. Similarmente temos que a potência absoluta de ruído ponderada psofometricamente no ponto de nível relativo zero será medida em dBm0p. Como exemplo seja um piloto com nível de -30 dBm no ponto de zero dBr. Então dizemos que este piloto tem um nível de -30 dBm0.

dBi e dBd

Quando nos referimos ao ganho de antenas (produto de rendimento das mesmas por sua diretividade) utilizamos normalmente duas unidades, a saber: dBi (decibel em relação ao Irradiador isotrópico) e dBd (decibel em relação ao do pólo de meia-onda). No âmbito das microondas é padrão utilizar-se o dBi enquanto que nas freqüências de HF ("High Frequency") e de VHF ("Very High Frequency") o dBd é muito utilizado. Lembramos que o HF cobre a faixa desde 3 até 30 MHz enquanto que o VHF vai desde 30 até 300 MHz (cada um deles, por conseguinte, engloba um intervalo de freqüência de uma década).

A relação existente entre o dBi e o dBd é dada pela equação número 26 que é mostrada logo a seguir.

dBi = dBd + 2,15 (26)

onde o fator constante "2,15" é dado em decibéis.

dBic

Esta unidade mede o ganho de um antena (em decibéis em relação ao Isotrópico) e que esteja circularmente polarizada (daí a letra "c").

dBil

Esta unidade mede o ganho de uma antena (em decibéis em relação ao Isotrópico) e que esteja linearmente polarizada (daí a letra "l").

dBrn

O dBrn (db above reference noice) é uma unidade de medida de ruído oriunda da rede de ponderação 144 (medidor de número 2A). A curva de ponderação que resulta da rede 144 é usada nos Estados Unidos e é referida à freqüência de 1000 Hertz (um quilohertz).

O ruído de referência vale 1 picowatt (1 pW ou dez elevado à -12 Watts), ou seja, -90 dBm. Assim sendo temos:

rn = -90 dBm = 1pW (27)

dBrnC

O dBrnC (decibel above referente noice C-message) é uma unidade de medida de ruído que diz ao ruído de referência ("reference noise" ou "rn") medido por uma rede de ponderação do tipo "C-message" (que é usada nos Estados Unidos e é referida à freqüência de 1000 Hertz).

dBrnC0

O dBrnC0 (dBrnC no ponto de nível relativo zero) é uma unidade de medida de ruído no ponto de nível zero do circuito (ponto de zero dBr) através de uma rede de ponderação do tipo "C-message".

dBa

O dBa (dBrn adjusted) é uma unidade de medida de ruído oriunda da rede de ponderação F1A (medidor de ruído número 2B). A curva de ponderação que resulta da rede F1A é usada nos estados Unidos e está referida à uma freqüência de 1000 Hertz.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

Aos leitores interessados em adquirir maiores conhecimentos sobre o assunto recomenda-se a leitura das seguintes referências:

[1] Bidlingmaier, Meinrad; Haag, Albert e Kuehnemann, Karl. Técnicas de Medição em telecomunicações. Livraria Nobel S.A., Siemens AG, 1984.

[2] Pines, José e Barradas, Ovídio C. Machado. Sistemas Multiplex.

Terceira Edição. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983.

[3] Telecomunications Technology - Elements of Measurement Technology and Applications. Wandel & Goltermann.

[4] Yomas, Wayne e Alisoukas, Vicent F. Telecomunications Voice Data with Optic Applications. Prentice-Hall International Editions, 1988.

Um livro de matemática, a nível de segundo grau, será suficiente para um bom entendimento de logaritmo. Neste particular sugiro a leitura do volume dois da coleção Fundamentos da Matemática Elementar ("Logaritmos") dos autores Gelson Iezzi, Osvaldo Doice e Carlos Murakami da editora Atual como uma excelente referência existente em língua portuguesa. Outra opção é o volume um da coleção Tópicos de Matemática também da editora Atual.

Para o universitário uma ótima referência é o volume um do livro "O Cálculo com Geometria Analítica" de Louis Leithold (segunda edição, editora Harper & Row do Brasil) que no seu oitavo capítulo trata das funções logarítmicas e das funções exponenciais com um grande rigor matemático. Outra boa referência é a obra "Cálculo" de Mustafa A. Munem e David J. Foulis da Editora Guanabara Dois (Volume 1). ●

Por EDVANE R. SOARES

RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

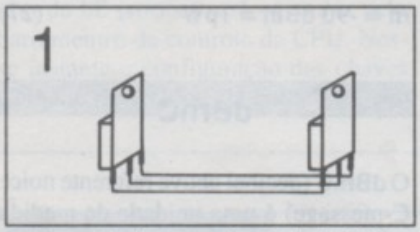
INTRODUÇÃO

O uso de relés para comutar altas potências na rede elétrica é bastante custoso e com durabilidade reduzida. Como sabemos, os contatos do relé, que são de liga metálica, vão se aquecendo com a operação desgastando-se com o tempo. Isso resulta em uma substituição do relé completo, já que não é possível substituir o contato danificado, o que torna a manutenção muito cara.

Um outro fator é a alta corrente exigida por um relé comum. Um relé que precise acender um dispositivo qualquer, por exemplo, pode precisar de até 100 miliampéres para ser acionado, corrente nem sempre disponível em todos circuitos. Dependendo do dispositivo a ser acionado, muitas vezes têm-se que pagar por um relé de 5 ampères quando se precisa de um de apenas 2 ampéres, já que não encontramos relés com essa amperagem no mercado.

Outros dos inconvenientes dos relés comuns é o fato de que eles não podem ser consertados quando quebram. Os melhores relés têm sua caixa fechada a vácuo e lacrada, impossibilitando sua abertura. Alguns dos relés nacionais, ao contrário, permitem que se desencaixe suas tampas, mas isso não aumenta as chances de arrumá-lo e com certeza se isso fosse possível, o custo de um relé novo seria inferior ao custo do conserto.

Para tentar pôr um fim a esses inconvenientes, propomos neste artigo um relé com componentes semicondutores de estado sólido, o que possibilitará uma diminuição de custos, na troca do mesmo, caso necessário, e a escolha da amperagem. Um relé de 30 ampères, por exemplo, possui um custo elevadíssimo enquanto que um TRIAC de corrente equivalente têm um custo inferior, além do fato de que pode-se aumentar a potência usando TRIACs em paralelo, como mostra a **figura 1**.



Exemplo de associação de TRIACs em paralelo

FUNCIONAMENTO

O relé é uma chave, no nosso caso, um circuito controlado por uma entrada de corrente ou tensão. Ele é usado para ligar e desligar dispositivos de acordo com o que se determina na entrada do circuito. A **figura 2** ilustra o diagrama em blocos simbólico de um relé.

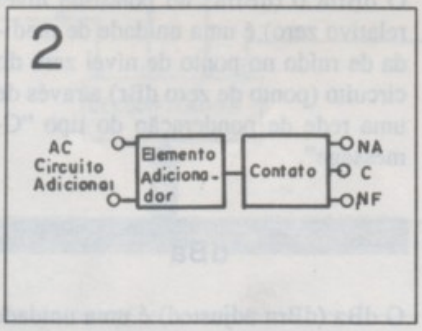


Diagrama de um relé

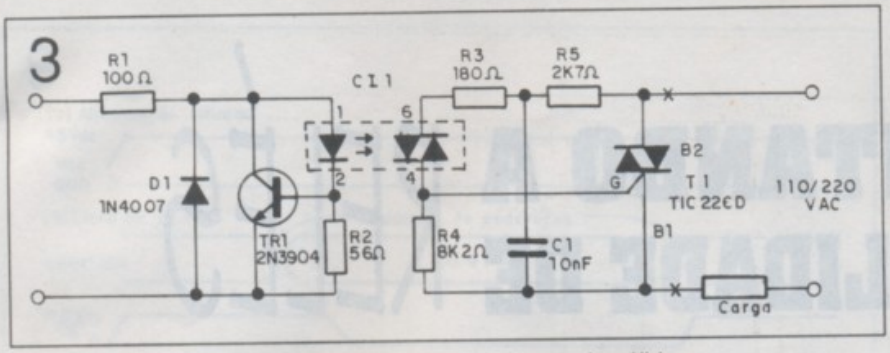
O princípio de funcionamento de nosso circuito é bastante simples. Qualquer sinal existente na entrada entre 4 e 24 Volts, vai acender um LED transmissor que em seguida, acionará o TRIAC e habilitará o circuito de saída.

O circuito a ser chaveado deve ser um circuito que utilize corrente alternada, já que utilizamos um TRIAC. O TRIAC funcionará da seguinte forma: toda vez que um determinado nível de tensão atingir o seu GATE, ele disparará. Se o circuito a ser acionado utilizar corrente contínua, o TRIAC nunca desligará.

Por outro lado, não podemos alimentar o GATE do TRIAC constantemente. Necessitaremos então de um dispositivo chaveado para indicar quando o TRIAC deve ser disparado. O dispositivo usado foi o optoisolador. Ele consiste de um LED transmissor e um receptor que são encapsulados num integrado de seis pinos.

CIRCUITO

A **figura 3** mostra o diagrama elétrico do relé de estado sólido eletrônico. O diodo D1 protege o circuito de polarização inversa. O resistor R1 é um limitador de corrente de entrada. Quanto maior o valor de R1, maior será o valor da voltagem que deve ser aplicada na entrada para que o relé funcione.



Esquema elétrico do relé de estado sólido

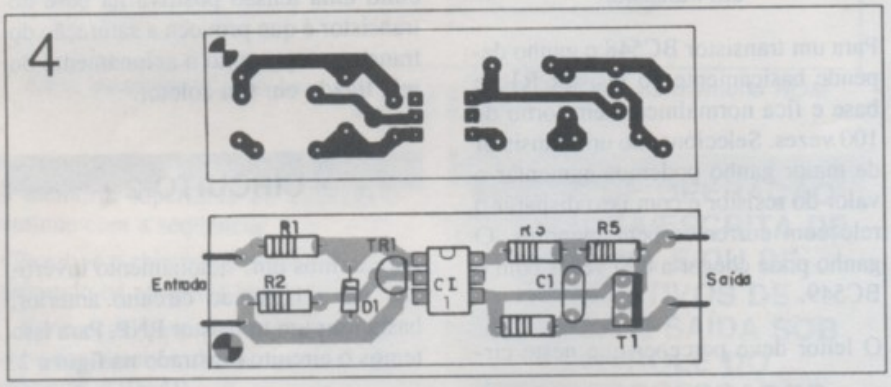
A voltagem mínima necessária para que o relé passe a funcionar será o valor de R1 vezes a corrente mínima necessária para que o LED conduza e comece a emitir luz. R2 controla a corrente máxima a passar pelo LED. Quando a voltagem em R2 atinge a tensão entre base e emissor do transistor, aproximadamente 0,65 volts, este passa a conduzir, dividindo a corrente que está entrando no circuito com o LED e assim, estabilizando-a.

No nosso circuito foi usado um TRIAC para 10 ampères, mas se o leitor necessitar para uma maior corrente, pode-se ligar outros TRIACs em paralelo, conforme já foi ilustrado na **figura 1**, já que dois TRIACs associados dessa maneira podem ter custo inferior a um TRIAC com corrente equivalente.

O sinal de entrada vai passar por R1 e acender o LED, que acionará o TRIAC e o disparará, possibilitando a circulação normal de corrente no circuito da saída.

MONTAGEM

O lay-out da placa de circuito impresso do relé de estado sólido é mostrado na **figura 4**.



Placa de circuito impresso

Todos os componentes devem ser soldados à placa de circuito impresso, com exceção do optoisolador e do TRIAC, que deve ser fixado ao dissipador, devidamente isolado com mica e com bucha isolante. Se o leitor dispuser de pasta térmica, também é indicado o seu uso, já que o TRIAC tende a esquentar bastante.

O último componente a ser soldado deve ser o optoacoplador, tomando-se muito cuidado para não esquentá-lo ecessivamente, já que ele é um componente bastante delicado.

Recomenda-se bastante atenção para a montagem da placa já que se está trabalhando com tensões relativamente altas, acima de 110 Volts.

PROVA E AJUSTE

Para testar o circuito basta que se substitua o relé comum pelo relé de estado sólido eletrônico, alimentando-o devidamente. Elé deverá substituir o relé comum sem problemas, controlando o circuito de saída. Um circuito simples aconselhado para testes é usar uma lâmpada comum de 110 Volts. Na entrada, use uma fonte variável para verificar a voltagem mínima e a máxima exigida para que o relé comece a funcionar acendendo a lâmpada.

O relé de estado sólido pode substituir o relé comum em qualquer situação em que este seja das mesmas características. ●

LISTA DE COMPONENTES

SEMICONDUTORES

- CI - MOC 3010 (optoacoplador)
- D1 - 1N4007 (diodo retificador)
- T2 - TIC 226D (triac)
- TR1 - 2N3904 (transistor NPN)

RESISTORES

- R1 - 100Ω (marrom, preto, marrom)
- R2 - 56Ω (verde, azul, preto)
- R3 - 180Ω (marrom, cinza, marrom)
- R4 - 8,2 KΩ (cinza, vermelho, vermelho)
- R5 - 2,7KΩ (vermelho, violeta, vermelho)

CAPACITORES

- C1 - 10 nF (cerâmico)

DIVERSOS

- dissipador
- placa, fios, solda e etc...

Por J. MARTIN

AUMENTANDO A SENSIBILIDADE DE RELÉS

Os relés são dispositivos comutadores de grande utilidade, podendo controlar correntes fortes a partir de baixas correntes em suas bobinas. No entanto, mesmo essas baixas correntes às vezes são muito fortes para serem geradas por um circuito eletrônico. Precisamos neste caso aumentar a sensibilidade do relé o que poderá ser feito de muitas formas que serão vistas neste artigo.

Um relé nada mais é do que um interruptor acionado por uma corrente que circula por uma bobina. Os relés mais comuns como os da série MCH e G da Metaltex e os RU da Schrack precisam de correntes que vão de 50 a 100 mA para os tipos de 12 e de 6 Volts respectivamente.

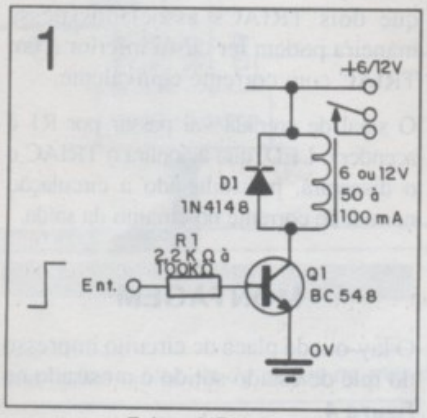
Mesmo sendo pequenas, estas correntes podem ser consideradas altas para os circuitos eletrônicos mais simples, o que exige o emprego de recursos especiais para disparar o relé.

Esses recursos são circuitos que "aumentam" a sensibilidade de um relé e podem ser elaborados de muitas maneiras.

A seqüência de circuitos que vemos a seguir permite aumentar de 50 a 30.000 vezes a sensibilidade de relés de 6 ou 12V com correntes entre 50 a 100 mA.

CIRCUITO 1

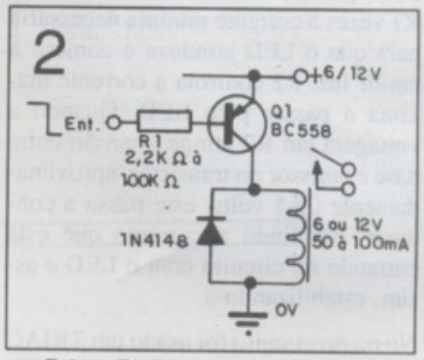
O modo mais simples de se aumentar a sensibilidade de um relé é com um único transistor NPN, conforme mostrado na **figura 1**.



Driver NPN com um transistor

Para um transistor BC548 o ganho depende basicamente do resistor R1 de base e fica normalmente em torno de 100 vezes. Selecionando um transistor de maior ganho podemos aumentar o valor do resistor e com isso disparar o relé com correntes bem menores. O ganho pode chegar a 800 vezes com o BC549.

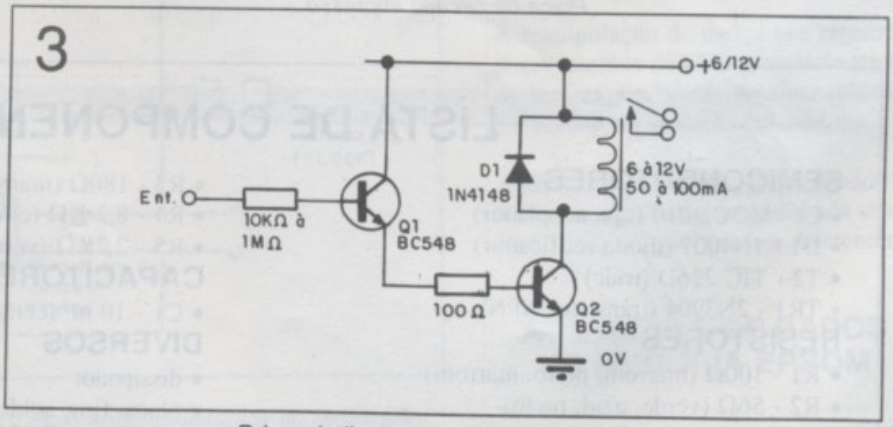
O leitor deve perceber que neste circuito uma tensão positiva na base do transistor é que provoca a saturação do transistor e portanto o acionamento do relé ligado em seu coletor.



Driver PNP com uum transistor

CIRCUITO 2

Para termos um "acionamento invertido" em relação ao circuito anterior, basta usar um transistor PNP. Para isso temos o circuito mostrado na **figura 2**.



Driver darlington com dois transistores

As características são exatamente as mesmas do anterior, com a única diferença de que o relé permanece desligado quando o resistor está positivo e aciona com uma tensão de 0V na entrada. Em outras palavras, precisamos "aterrar" a entrada para obter o disparo.

CIRCUITO 3

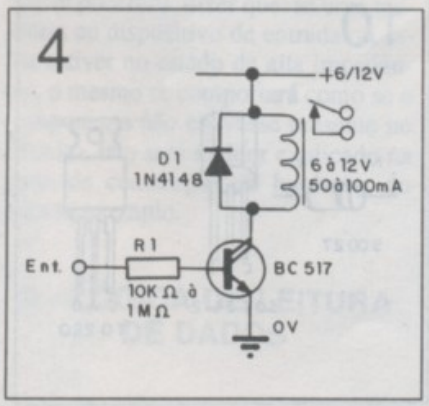
Mais sensibilidade pode ser conseguida com a ligação de dois transistores na etapa Darlington mostrada na **figura 3**.

Nesta etapa os ganhos dos transistores se multiplicam e podemos ter um resistor muito grande de entrada. Com dois transistores de ganho 100, por exemplo, o ganho total da etapa vai a 10.000. Com transistores com ganhos maiores podemos chegar a valores mais elevados para o ganho total.

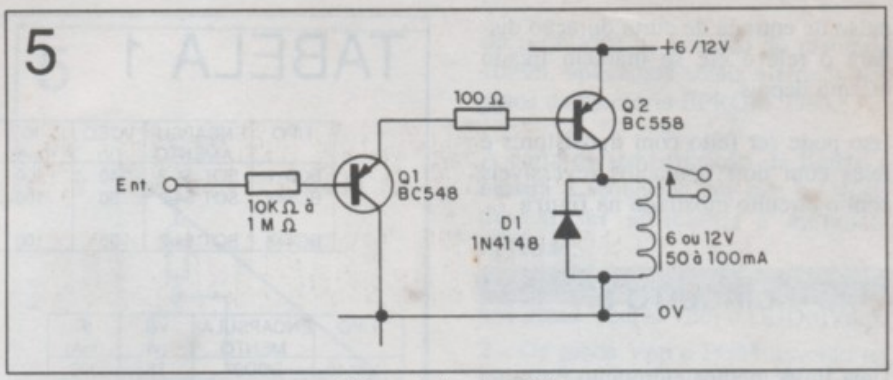
Entretanto, se na configuração com 1 transistor só precisávamos de 0,6 V para obter a condução, nesta a corrente é menor, mas a tensão precisa ser de pelo menos 1,2 Volts.

CIRCUITO 4

Não precisamos usar transistores separados para ter uma etapa Darlington. Existem transistores como o BC517 que já são Darlington, e este é um caso de um componente com ganho 30.000. Na **figura 4** temos o circuito em que este transistor é usado no acionamento de um relé.



Driver com transistor Darlington



Driver darlington PNP

O resistor de entrada pode ser modificado de modo a se obter a máxima sensibilidade no acionamento.

CIRCUITO 5

Também podemos ter uma versão PNP Darlington, e ela é mostrada no circuito da **figura 5**.

As características obtidas para este circuito são as mesmas do equivalente Darlington NPN.

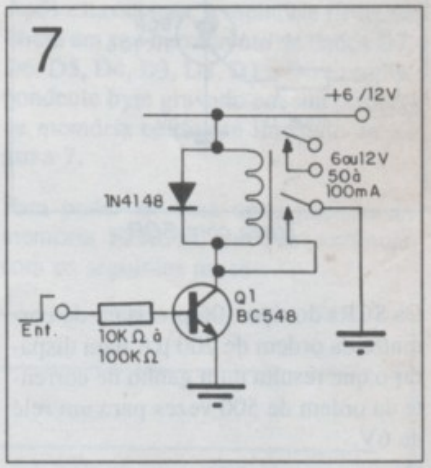
CIRCUITO 6

O circuito da **figura 6** é um acionador complementar em que o ganho é aproximadamente dado pelo produto dos ganhos dos transistores usados.

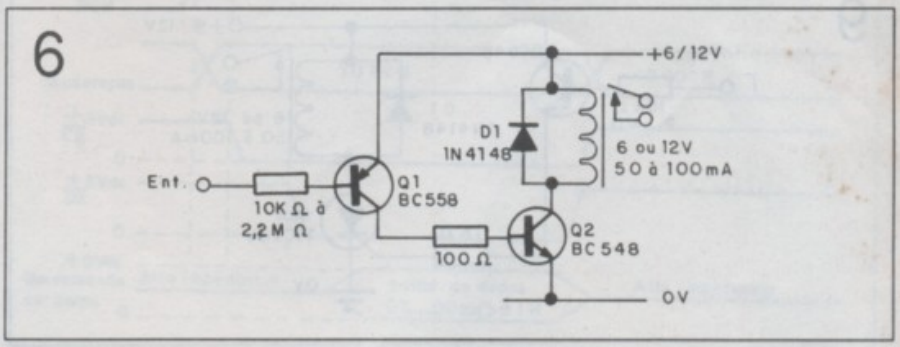
Assim, para a configuração mostrada temos um ganho que pode chegar a 10.000 vezes para a corrente. A tensão de entrada teve ser de pelo menos 0,6 V para uma saída de 6V o que resulta num ganho total de potência máxima da ordem de 100.000 vezes.

CIRCUITO 7

Uma condição importante que pode ser necessária a um circuito com relé é a chamada trava ou latch em que um



Driver com trava



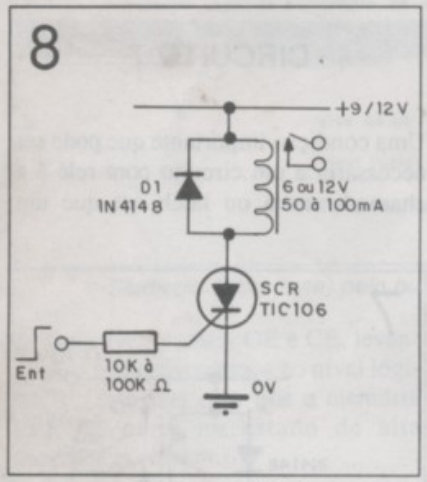
Driver complementar

pulso de entrada de curta duração dispara o relé e ele se mantém ligado mesmo depois.

Isso pode ser feito com transistores e relés com dois contactos reversíveis com o circuito mostrado na **figura 7**.

CIRCUITO 8

Uma trava melhor entretanto é obtida quando se usa um SCR em lugar de um transistor e isso pode ser feito, num primeiro circuito, conforme mostramos na **figura 8**.



Trava com SCR

Os SCRs do tipo 106 precisam de correntes da ordem de 200 µA para disparar o que resulta num ganho de corrente da ordem de 500 vezes para um relé de 6V.

No entanto, os SCRs quando conduzem "perdem" 2V de queda de tensão que precisam ser compensados com uma tensão de alimentação uns 2V maior. Por isso, para um relé de 6V será preciso alimentar o circuito com 8 ou 9V para se obter um funcionamento normal.

Para desligar o relé é só cortar a alimentação por um instante.

CIRCUITO 9

Para aumentar a sensibilidade do relé no circuito com SCR, multiplicando-a pelo ganho de um transistor podemos usar o circuito mostrado na **figura 9**.

Neste circuito, a tensão de disparo, é da ordem de 1V para um SCR fica aumentada para aproximadamente 1,6 V, mas a corrente pode ser extremamente pequena, o que significa uma sensibilidade muito grande.

O uso de um Dalington neste ponto aumenta ainda mais a sensibilidade obtida, mas precisaremos de uma tensão da ordem de 2,2 V para o disparo.

Lembramos apenas para completar que os SCRs se comportam como diodos e portanto conduzem a corrente num único sentido.

Todos os semicondutores mencionados tem suas características elétricas apresentadas na **tabela 1** e suas pinagens vistas na **figura 10**.

TABELA 1

TIPO	ENCAPSULAMENTO	VCEO (V)	IC (mA)	PTOT (W)	HFE	VCE (mV)	FT TIP (MHz)
BC517	SOT 54-2	40	400	0,65	>2000	600	100
BC548	SOT 54-2	30	100	0,5	110-800	600	300
BC448	SOT 54-2	30	100	0,5	75-800	650	150

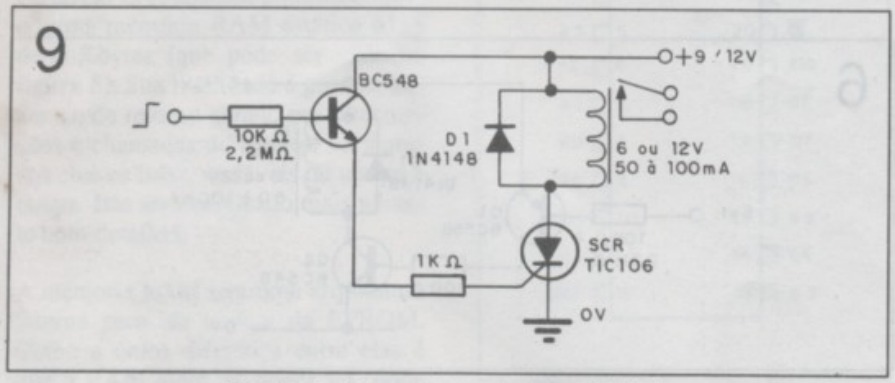
TIPO	ENCAPSULAMENTO	VR (v)	IF (mA)
1N4148	SOD27	75	300

TIPO	ENCAPSULAMENTO	VDRM (v)	Imax (A)	IG (µA)
TIC106D	T0220	100	5	<200

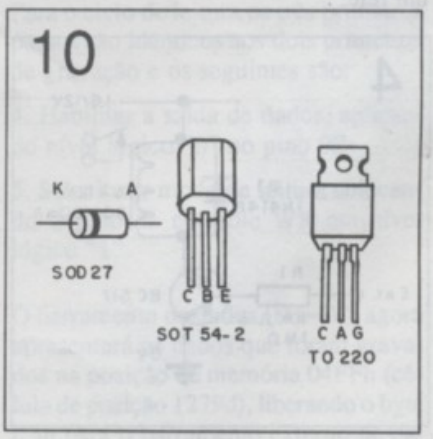
Características elétricas dos componentes

CONCLUSÃO

Os métodos que vimos são apenas alguns que permitem aumentar a sensibilidade de um relé. Com estes circuitos poderemos usar os relés em aplicações que disponham de corrente muito menores que as necessárias ao disparo e mesmo a partir de correntes fornecidas diretamente por transdutores tais como LDRs e NTCs. ●



Circuito 9 - Trava com maior sensibilidade



Encapsulamento dos semicondutores

Por WAGNER CAPANO

PORTÃO Automático

O automóvel é uma necessidade que melhora a vida, encurta distâncias, economiza tempo, proporciona conforto e comodidade. Podem ser atribuídos diversos motivos para sua utilização, mas sempre haverá algo de comum em todas: o cidadão que possui um automóvel está procurando mais conforto e segurança no seu dia-a-dia.

Há ocasiões em que estar de automóvel significa justamente o contrário: um atraso de vida. Abrir ou fechar o portão da garagem no inverno, de madrugada ou debaixo de chuva, causa aborrecimento, além da falta de segurança que isso pode representar.

Para resolver estes problemas, a indústria eletrônica automatizou o portão de garagem através de um controle remoto digital, que abre e fecha 2 até portões independentes.

Este sistema, utilizado no Brasil e exportado para vários países, existe há mais de dez anos e é totalmente confiável. Contudo, seu custo é relativamente alto, principalmente quando oferecido por empresas de instalação, que acrescentam ao preço do aparelho sua mão-de-obra.

Entretanto, se o sistema for montado pelo leitor seu custo se reduzirá significativamente, podendo ser, então, instalado em qualquer tipo de portão, em casa, no prédio, ou na casa de amigos, automatizando-o.

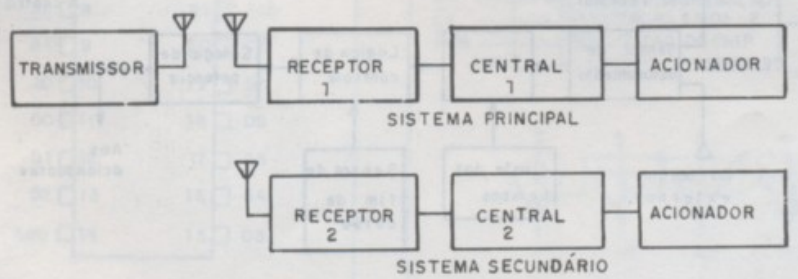
APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

O tradicional sistema de controle remoto para garagem, visto na **figura 1**, é composto por no mínimo 4 e no máximo 7 componentes, que são descritos à seguir:

A - TRANSMISSOR

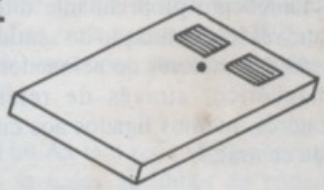
Seu aspecto físico é visto na **figura 2**. Possui 2 botões que permitem controlar 2 sistemas de acionamento para 2 portões, independentemente. Essa característica é muito utilizada em residência que possuem um portão na fachada e um portão na garagem interna. Contudo, nada impede que um botão seja usado para abrir o portão de casa e o outro para a garagem de serviço ou controlar o alarme de casa, por exemplo.

1



Exemplo em blocos de um sistema tradicional de controle remoto

2



Aspecto físico do transmissor

B - RECEPTOR

O receptor trabalha na freqüência próxima a 300 MHz, captando o sinal codificado emitido pelo transmissor.
A cada toque do transmissor o receptor aciona um relé interno que vai comutar a central de comando dos motores.
Como este relé está em estado NA (normalmente aberto) fechando-se ao detectar o sinal do transmissor, o receptor pode ser acoplado a uma central de alarme ou a um acionador de luzes da garagem automatizando também estas funções com o mesmo controle remoto.
Dentro do receptor existe um jumper que seleciona a unidade para operar como RX1 ou RX2. É esta seleção que permite acionar 2 receptores distintos através de dois botões do transmissor.

C - CENTRAL DE COMANDO

A central é constituída de circuitos lógicos e timers que farão o acionamento

do portão, com ciclo de abertura, pausa e fechamento. Durante o ciclo de abertura e fechamento a central permite pronta interrupção do movimento do portão ao simples toque no botão do controle remoto. Essa característica ajuda a evitar acidentes como esmagamento do carro ou ferimento em pessoas e animais.

O ciclo de pausa pode ser ajustado para manter o portão aberto indefinidamente, até que seja comutado para fechar, ou durante um tempo pré-ajustado. Esse tempo deverá ser ajustado em um trimpot na central.

O acionamento propriamente dito, se faz através da comutação do sentido de rotação dos motores do acionador eletromagnético, através de relés ou contatores internos ligados aos circuitos da central.

Estes relés ou contatores, podem acionar diversos tipos de motores de várias potências, monofásicos ou trifásicos.

D-ACIONADOR ELETROMECÂNICO

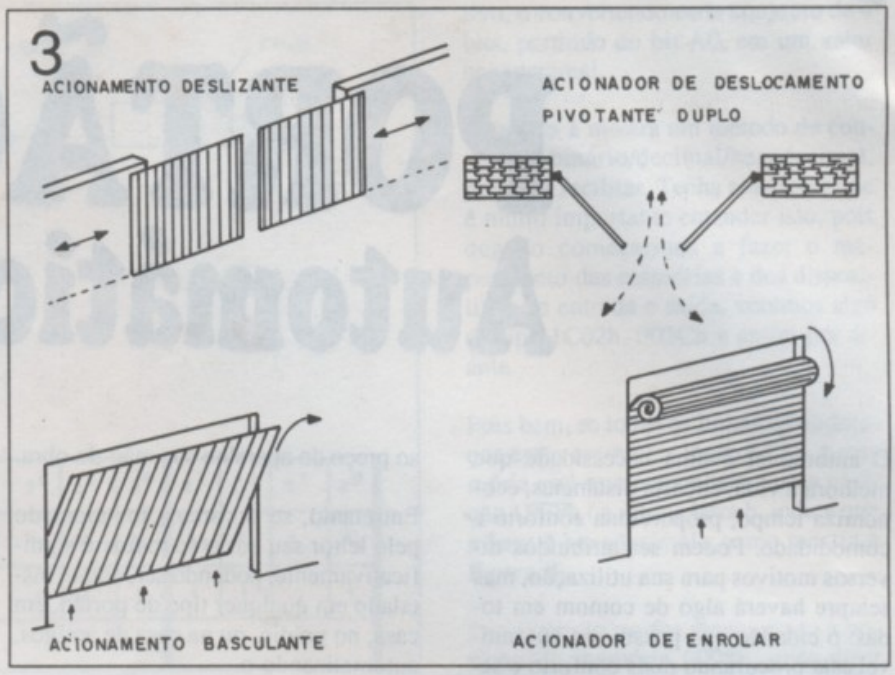
O acionador é composto por um motor elétrico e um conjunto mecânico, próprio para cada tipo de portão.

A título de exemplo, ilustramos na **figura 3** os tipos de acionamentos usados em cada tipo de portão e seu deslocamento.

Em todos os acionadores temos um motor, engrenagens e uma parte móvel que fica presa ao portão, transmitindo a ele os movimentos desejados.

O motor movimenta as engrenagens através de uma embreagem simples, que evita o esmagamento em caso de acidentes. Essa embreagem pode ser aliviada através de um parafuso de regulagem no acionador.

A maioria dos acionadores ainda possuem sensores de fim de curso, que visam detectar quando o portão encostou no batente e quando está totalmente aberto. Os sensores comutam, então, a central que desligará os motores do portão, evitando forçá-los, aumentando sua vida útil.



Acionadores de portão e seus movimentos

E-SISTEMA SECUNDÁRIO

Este sistema, nada mais é do que outro conjunto de receptor, central e acionador para controlar outro portão.

O acionamento do sistema secundário é independente do principal e é configurado pelo segundo receptor, conforme apresentado anteriormente.

NOSSO SISTEMA

O sistema que iremos apresentar é um sistema totalmente compatível com os

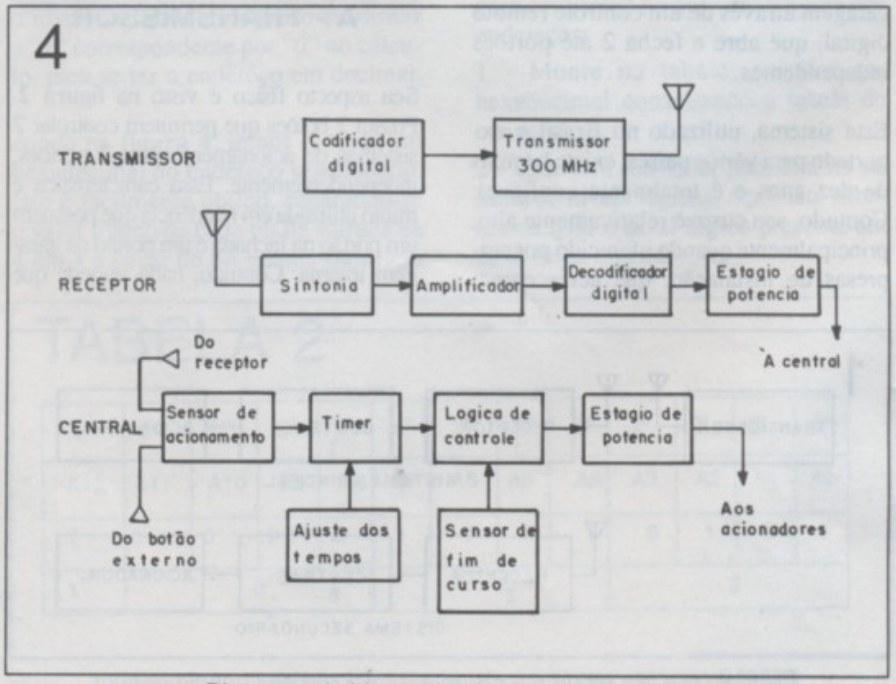


Diagrama de blocos do sistema desenvolvido

disponíveis no comércio, tornando-o um projeto de nível profissional.,

Para que isso fosse possível, tivemos que trabalhar com a freqüência de 300MHz, o que torna a montagem um pouco delicada na parte de RF. Contudo, procuramos minimizar as dificuldades, usando bobinas impressas e outros artifícios que serão explicados.

O diagrama de blocos do nosso sistema é visto na **figura 4**. O codificador envia um entre 512 códigos possíveis,pela configuração implementada, através do estágio de RF.

O receptor, sintonizado na freqüência do transmissor, reconhece o código enviado e decodifica-o digitalmente, acionando o estágio de potência.

O sensor de acionamento da central, acionado pelo receptor, põe em ação os timers que comandam a lógica de controle, acionando por sua vez, o estágio de potência onde estão os relés do motor. Os sensores de fim de curso irão comutar o bloco de lógica de controle para desligar o motor ao detectarem o fim de curso do portão.

CIRCUITO DO TRANSMISSOR

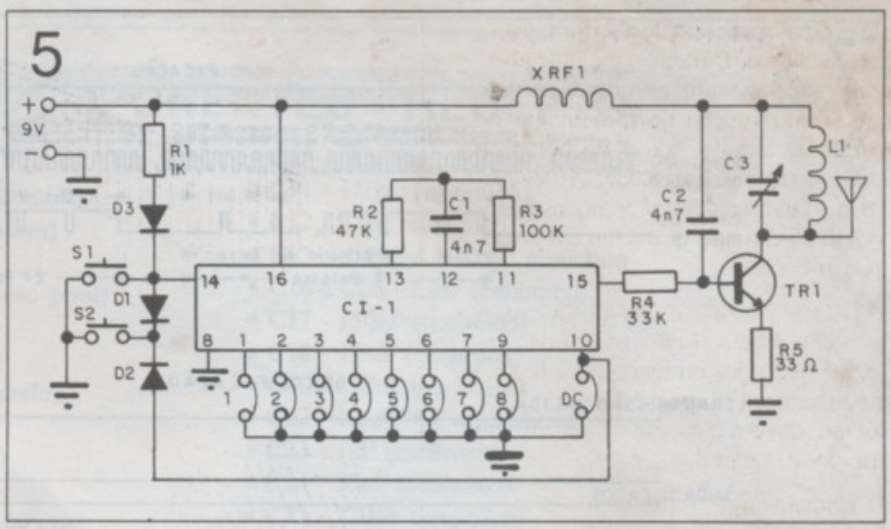
O transmissor do nosso projeto tem seu circuito elétrico mostrado na **figura 5**. Nela, podemos ver que o sinal de RF é gerado através de TR1, L1, C2 e C3, sendo que estes três últimos determinam a freqüência de operação do conjunto.

O resistor R5 controla a estabilidade de operação do transmissor e R4 a corrente de base do transistor.

O sinal codificado é enviado por CI-1 que é um integrado especial da Motorola, o 145026P.

Este integrado permite gerar até 19683 diferentes códigos, sendo que em nosso projeto utilizamos 512 combinações.

A pinagem e o diagrama interno do



Circuito eletrico do transmissor

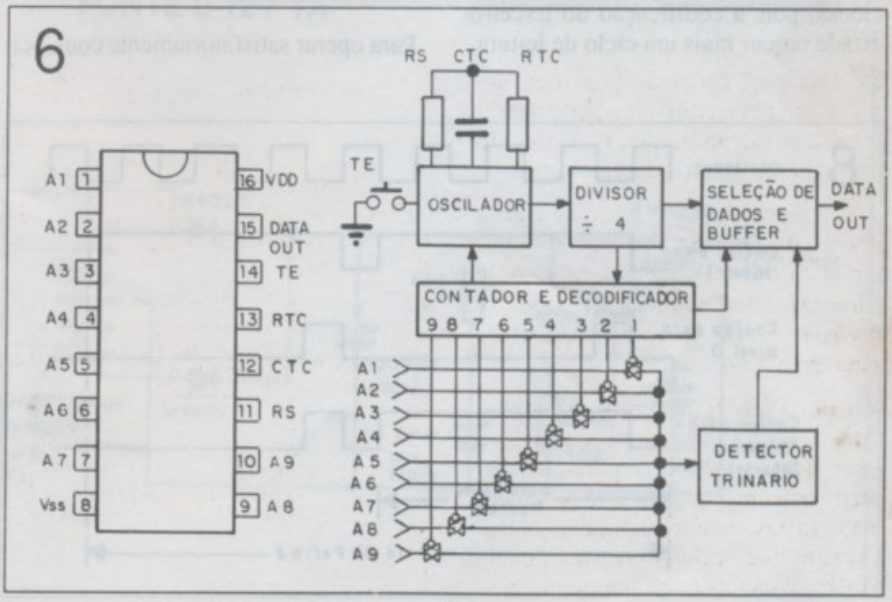
MC 145026P são vistos na **figura 6**. Através dela podemos entender seu funcionamento.

Ao acionar a chave TE, o oscilador é habilitado. Os componentes Rs, Rtc e Ctc irão determinar a freqüência do clock, que será dividida por 4 pelo bloco seguinte e fará a varredura dos pinos A1...A9. Como resultado, essa varredura detectará os estados 0 e 1 de cada pino levando-os para o buffer de seleção de dados.

Uma característica interessante é a inserção do bloco detector trinário. Ele faz a varredura dos mesmos pinos A1...A9 para saber qual deles está em aberto, codificando também esta informação e levando-a ao buffer de seleção de dados. Esta característica possibilita ao integrado trabalhar com três estados lógicos além do 0 e 1, resultando em 19683 códigos possíveis.

No término da varredura, o buffer entrega sua informação codificada ao pino 15, sob a forma de um trem de pulsos, como o da **figura 7**, na qual vemos também o pulso de acionamento TE e o clock.

Este trem de pulsos codificado acionará o decodificador, se aquele tiver em



Pinagem e diagrama interno do MC 145026P

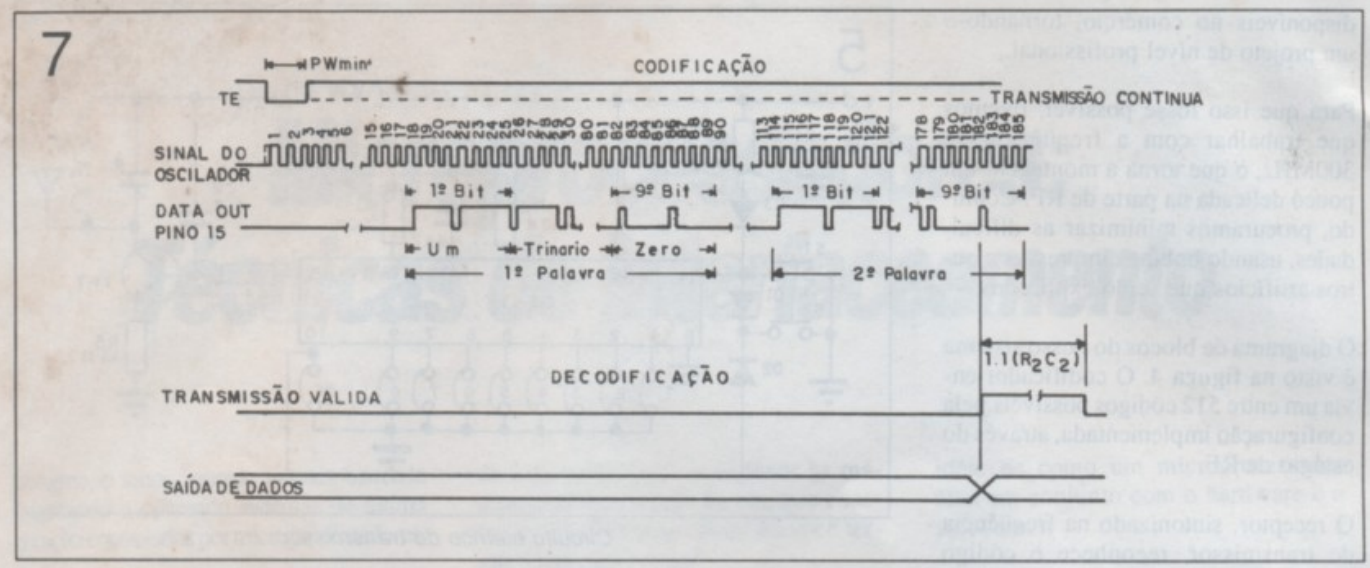


Diagrama de tempo do MC 145026P

seus pinos A1...A9 os mesmos níveis lógicos destes. Assim, se tivemos todos os pinos do codificador em nível 0, o decodificador só reconhecerá o trem de pulsos se todos os seus pinos estiverem em nível 0 também.

Os aspectos dos níveis 0, 1 e OPEN (aberto) ja processados pelo codificador, são mostrados na **figura 8**. Podemos ver que os dados 0 e 1 codificados tem o comprimento de 4 pulsos de clock, devido a divisão por 4 mostrada no diagrama de blocos, mas devido a presença do detector de trinário, a palavra (word) tem o comprimento de 8 clocks, pois a codificação do terceiro estado requer mais um ciclo de leitura.

A rede RC externa que determina o valor do clock pode ser calculada pela fórmula:

$$f = \frac{1}{2{,}3 \times Rtc \times Ctc}$$

onde:
f = freqüência em Hertz
Rtc = resistência em ohms
Ctc = capacitância em Farads

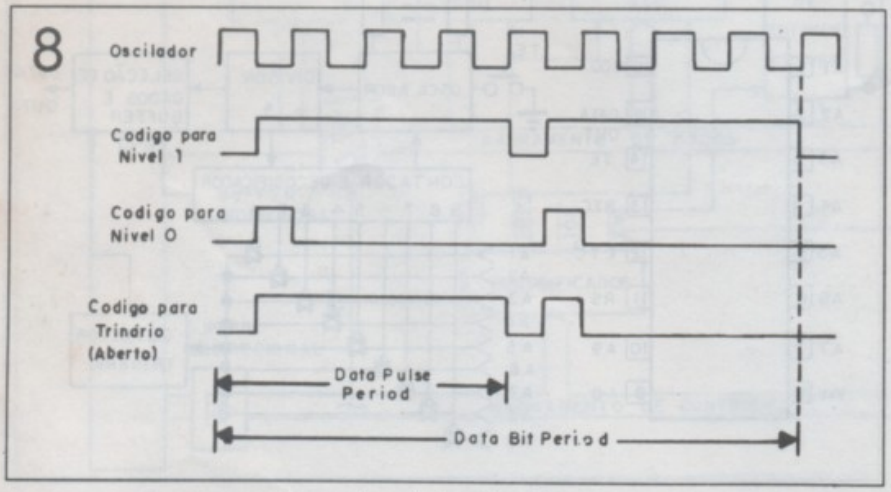
limites:
f : >=1KHz e < = 400 KHz
Rtc : >= 10KΩ
Ctc : >= 400pF e < = 15µF

Para operar satisfatoriamente com 2 ciclos, deve-se adotar para Rs o dobro do valor de Rtc.

Agora que sabemos o princípio de operação do codificador, fica fácil entender o restante do circuito. A rede formada por R2, C1 e R3 determina a freqüência de clock do codificador. As chaves S1 e S2 acionam TE que libera um trem de pulsos codificado relativo as leituras feitas nos pinos 1 a 8 e 10. Estes pinos tem jumpers ligando-os ao terra, que ao serem ou não cortados codificam o sinal.

A chave S1 codifica o sinal de duplo comando. É este sinal que acionará o segundo receptor do sistema, se houver. Para isso o pino DC deverá estar sem jump, assim, ao acionar S2 o pino 14 será aterrado via D1 e o pino 10 receberá um nível 0 através de D2, o que fará o C1 transmitir o bit A9 = 0. Acionando-se S1, D1 bloqueia qualquer sinal para o pino 10 e o C1 transmitirá o bit A9= 1, acionando o segundo sistema, que deverá estar com seu jump DC também cortado.

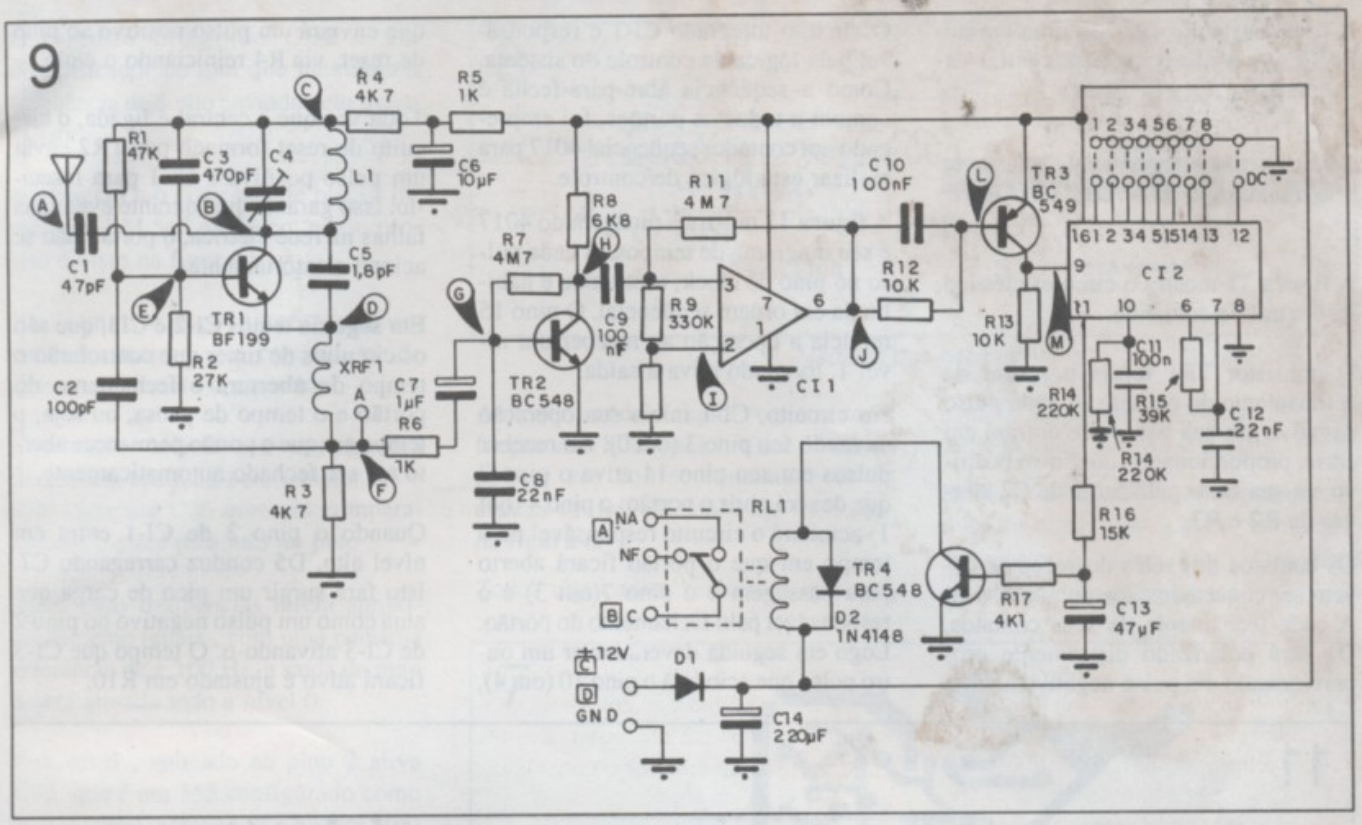
Por último, D3 que é um LED comum, se iluminará indicando quando uma das chaves foi pressionada.



Forma dos dados já codificados

CIRCUITO DO RECEPTOR

O circuito do receptor é visto na **figura**



Circuito elétrico do receptor

9. Ele é baseado em um circuito super regenerativo muito comum, sintonizado na freqüência de 300MHz por C4, C3 e L1. O capacitor C5 garante a regeneração do circuito e XRF1 bloqueia o sinal de RF deixando passar somente freqüências abaixo de 10KHz. R3 serve como carga para estas freqüências e ao mesmo tempo polariza o circuito, juntamente com R1 e R2.

O sinal então, segue via R6 e C7 para a base de TR2 que o amplificará, entregando-o a CI1 via C9 para amplificá-lo ainda mais.

Na saída de CI1 teremos um sinal de aproximadamente 10 Vpp. TR3 então, inverte este sinal para colocá-lo na fase correta e entrega-o a CI2.

O circuito integrado decodificador, cujo diagrama de blocos interno é visto na **figura 10**, faz a comparação do trem de pulsos recebido em seu pino 9 com os níveis lógicos programados pelos jumps nos seus pinos A1...A9. Se o sinal recebido for idêntico ao programado, a lógica interna do integrado fará a validação dos dados, levando o pino 11 a nível 1.

Para que isso transcorra normalmente, o bloco de extração de dados deve estar operando na mesma freqüência do clock do codificador. Isso é conseguido fazendo as redes RC com constantes de tempo CaxRa=3,95xRtcxCtc e CbxRb=77xRtcxCtc. Todas as redes RC de clock não têm suas constantes muito críticas e podem usar componentes com 5% de tolerância.

Após os dados serem considerados válidos, CI2 aciona o transistor TR4 que liga o relé.

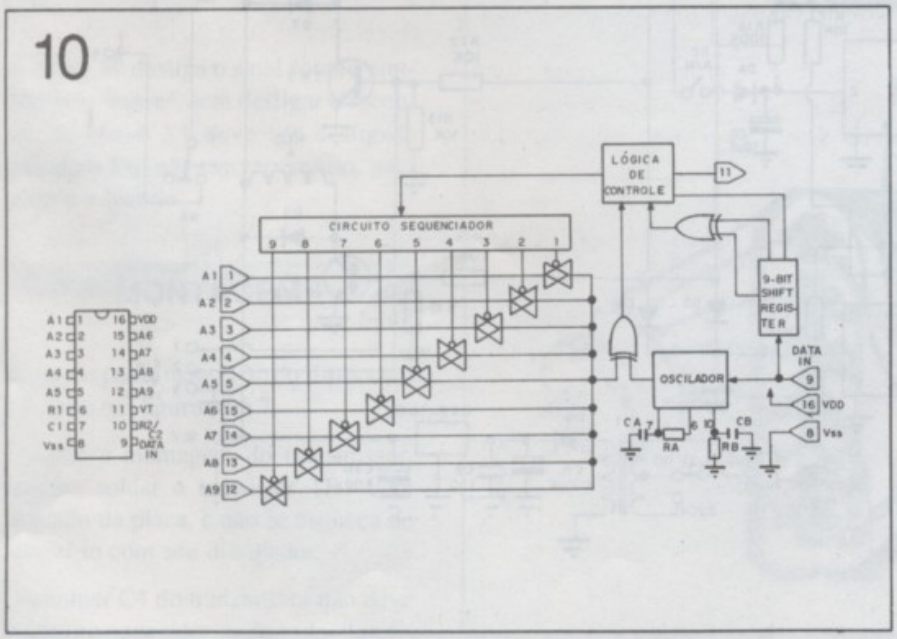


Diagrama interno e pinagem do MC145028P

A fonte deste circuito usa uma tensão de 12 Volts fornecida pela central de comando.

CIRCUITO DA CENTRAL

A **figura 11** mostra o circuito elétrico da central de comando.

O transistor TR1 forma o sensor de acionamento do circuito. A cada pulso negativo em sua base, este entrará em corte, proporcionando um pulso positivo em sua saída pela carga de C2 através de R2 e R3.

Os contatos dos relés do receptor devem ser conectados aos pontos A e B. A cada fechamento de seus contatos, D1 será polarizado diretamente proporcionando um pulso negativo à TR1.

O circuito integrado CI-1 é responsável pela lógica de controle do sistema. Como a seqüência abre-pára-fecha é comum a todos os portões, foi empregado um contador seqüencial 4017 para realizar esta lógica de controle.

A **figura 12** mostra a pinagem do 4017 e seu diagrama de tempos. A cada pulso no pino de clock, uma saída é habilitada em ordem seqüencial. O pino 15 reinicia a operação ao receber um nível 1, tornando ativa a saída.

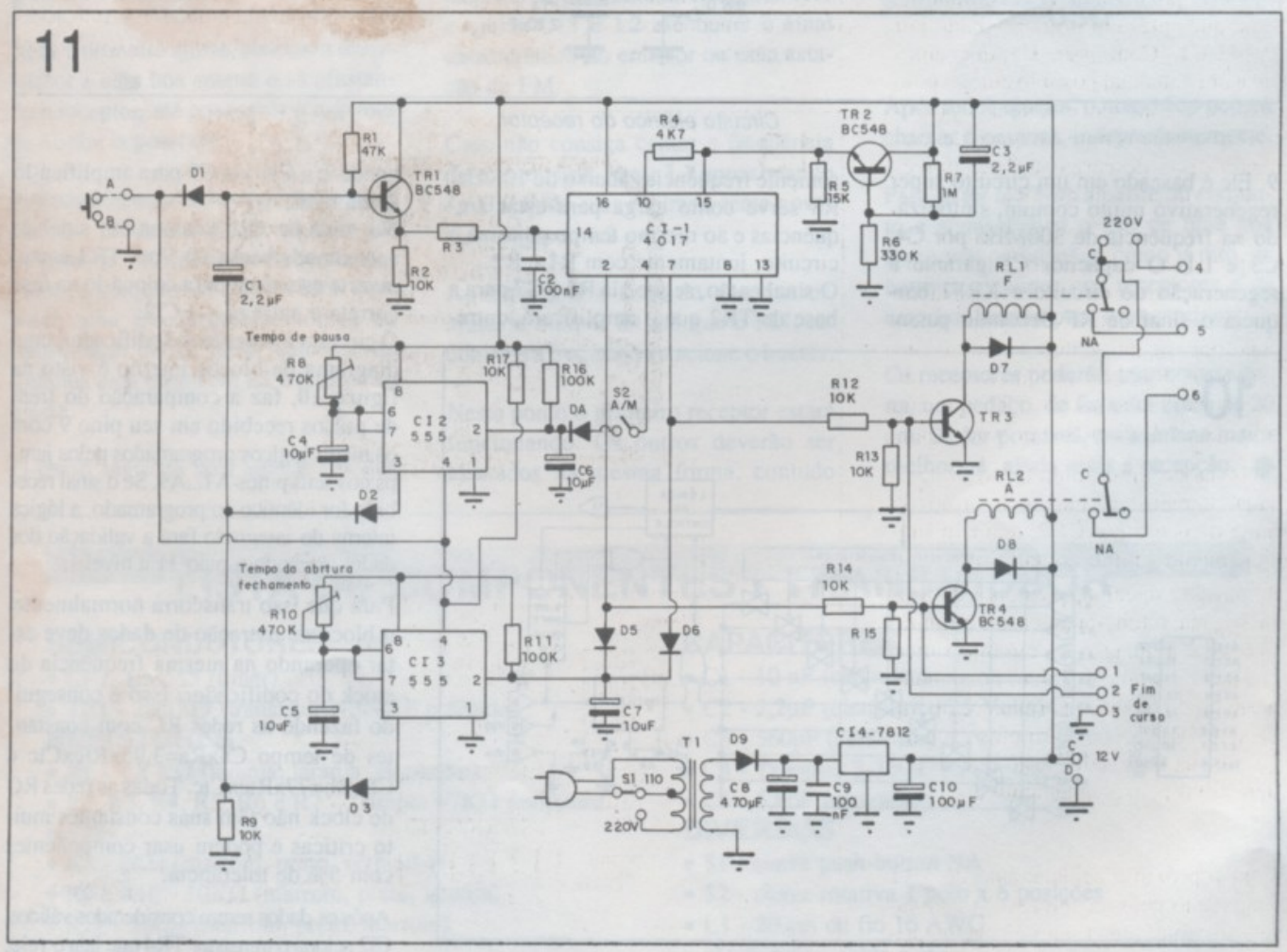
No circuito, CI-1 inicia sua operação ativando seu pino 3 (out 0). Ao receber pulsos em seu pino 14 ativa o pino 2 que deverá abrir o portão; o pino 4 (out 1) acionará o circuito responsável pelo tempo em que o portão ficará aberto para passagem e o pino 7(out 3) é o responsável pelo fechamento do portão. Logo em seguida deverá haver um outro pulso que acionará o pino 10 (out 4), que enviará um pulso positivo ao pino de reset, via R4 reiniciando o ciclo.

Toda vez que a central é ligada, o circuito de reset formado por TR2 envia um pulso positivo a CI-1 para resetá-lo. Isso garante que, durante eventuais falhas na rede elétrica, o portão não se acione aleatoriamente.

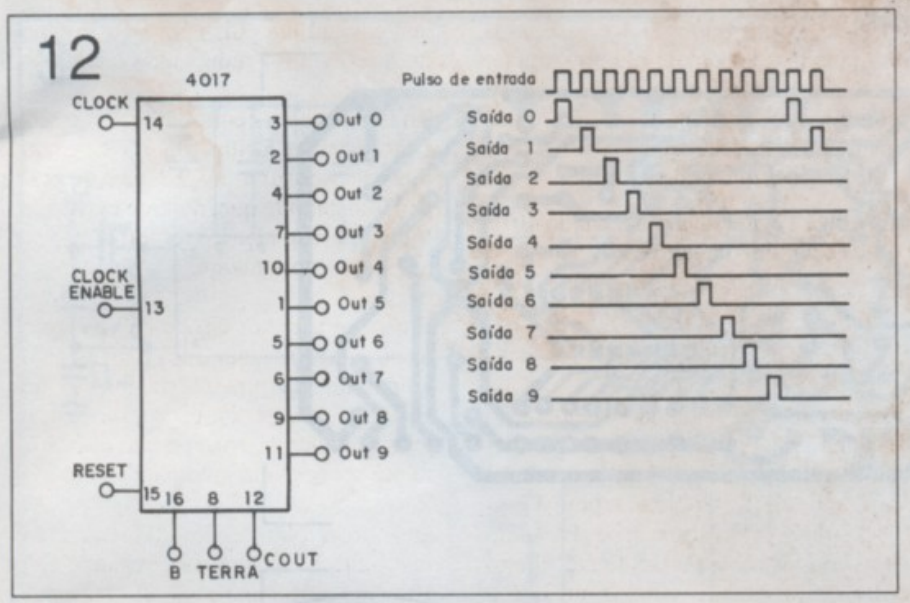
Em seguida temos CI-2 e CI3, que são os circuitos de timer que controlarão o tempo de abertura e fechamento do portão e o tempo de pausa, ou seja, o tempo em que o portão permanece aberto até ser fechado automaticamente.

Quando o pino 2 de CI-1 entra em nível alto, D5 conduz carregando C7. Isto fará surgir um pico de carga que atua como um pulso negativo no pino 2 de CI-3 ativando-o. O tempo que CI-3 ficará ativo é ajustado em R10.

11



Circuito da central



Pinagem do 4017 e diagrama de tempos

Quando isso ocorrer, CI-3 leva seu pino 3 à +Vcc, polarizando D3 e retirando o terra, que antes era proporcionado por R9 de C1. Com isso, C1 que antes tinha um potencial positivo em seu pólo positivo, agora tem potenciais positivos em seus dois pólos, o que o descarregará. Essa descarga se dará através de R2 e do emissor de TR1.

Assim que decorrer o período de temporização do circuito, CI-3 levará seu pino 3 a nível 0, despolarizando D3. Essa operação restabelecerá o terra no pólo negativo de C1, que se carregará via R9. Isso proporcionará um pico negativo na base de TR1, que fará com que CI-1 acione sua próxima saída.

Com sua próxima saída (pino 4) acionada, teremos ou não a ativação do timer de pausa por CI-2, que tem funcionamento similar ao anterior.

A chave S2 seleciona os modos de pausa. Ligada, o funcionamento é automático, com a atuação do circuito timer. Desligada, o funcionamento é manual, neste modo o portão permanece aberto até que TR1 receba outro pulso negativo em sua base, pulso este que só poderá advir pelo acionamento do receptor.

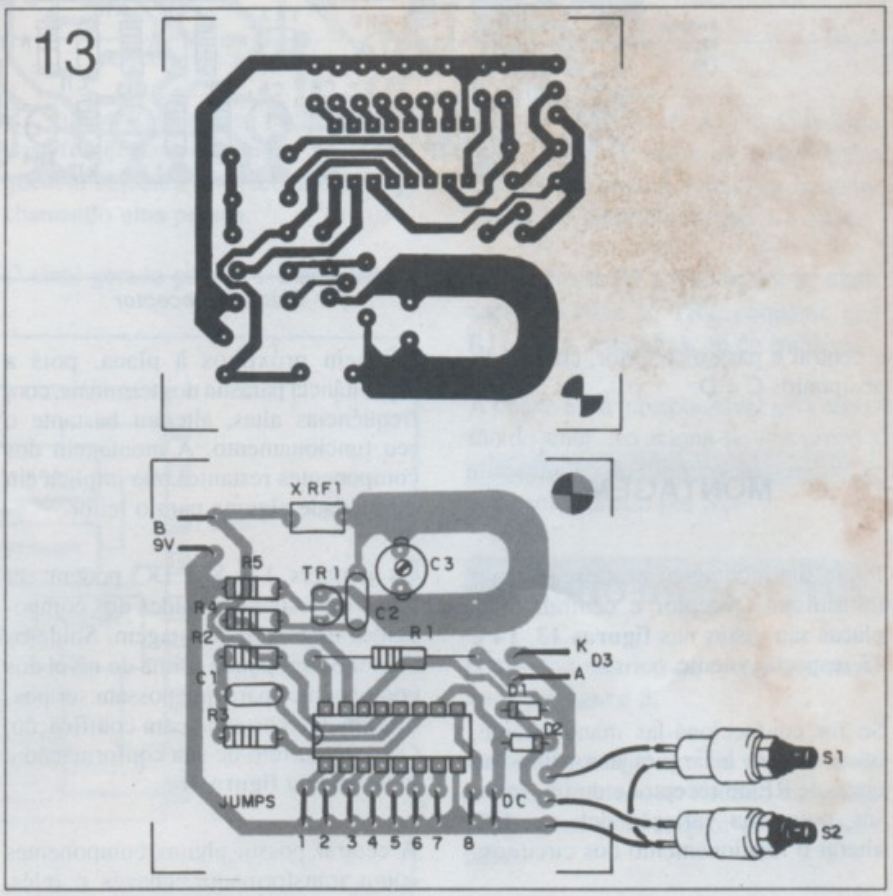
Com o próximo acionamento de TR1 propiciado pelo receptor, CI-1 acionará a próxima saída (pino 7) que polarizará D6 causando um acionamento do timer formado por CI-3. Essa operação deverá fechar o portão, por isso utilizamos o mesmo timer de abertura, já que o período de abertura e fechamento são iguais.

O transistor TR3 forma o estágio de potência de fechamento. O pulso, do pino 7 de CI-1 chega a sua base através de R12, fazendo-o conduzir e acionando o relé RL1.

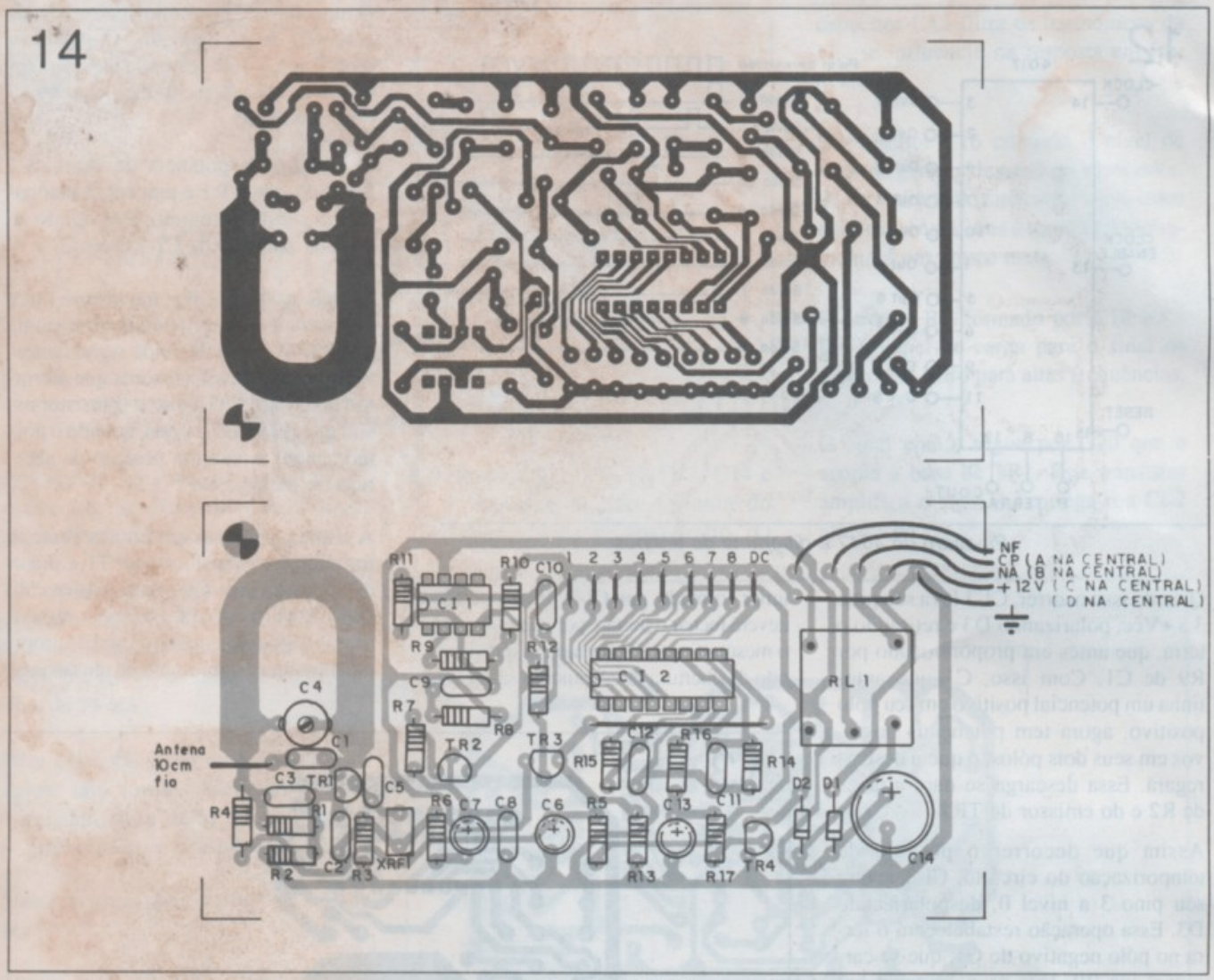
O circuito de potência de abertura é formado por TR1 e tem seu funcionamento similar, contudo, está ligado ao pino de abertura de CI-1 (pino 2).

Ambas as bases dos transistores tem uma terminação externa de fim de curso (pontos 1, 2 e 3), onde serão conectadas microchaves sensoras que aterrarão suas bases cortando o transistor assim que foram acionadas, quando o portão chegar a máxima posição de abertura ou fechamento.

A última parte do circuito, a fonte, é formada pelo transformador T1, o diodo de retificação D9, capacitores de filtragem C8, C9 e C10 e pelo regulador de tensão integrado CI-4. Ela propicia uma boa estabilidade de tensão para



Placa do transmissor



Placa da receptor

a central e para o receptor, conectado aos pontos C e D.

MONTAGEM

Inicie sua montagem nesta seqüência: transmissor, receptor e central. Suas placas são vistas nas **figuras 13, 14** e **15** respectivamente.

Se for confeccioná-las manualmente, observe bem a largura das trilhas na etapa de RF do receptor e do transmissor, pois uma variação delas poderá alterar o funcionamento dos circuitos.

Coloque os componentes das etapas de RF bem próximos à placa, pois a capacitância parasita dos terminais, com freqüências altas, alteram bastante o seu funcionamento. A montagem dos componentes restantes não implica em dificuldade alguma para o leitor.

Os jumpers 1 a 8 e DC podem ser feitos com sobras de lides dos componentes usados na montagem. Solde-os dobrados um pouco acima do nível dos componentes para que possam ser posteriormente cortados para codificação. O modo correto de sua conformação é mostrado na **figura 16**.

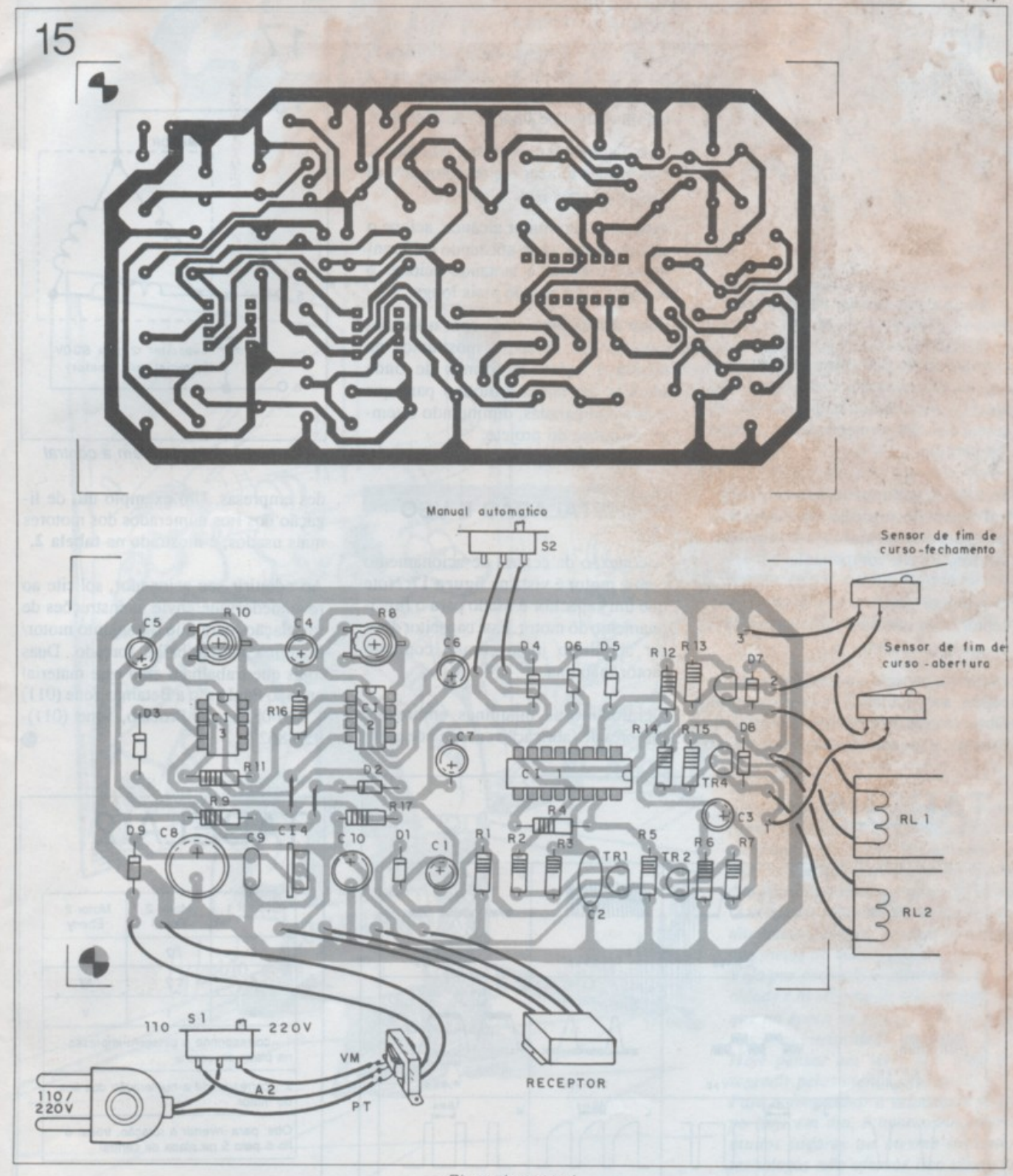
A central possui alguns componentes como transformador, chaves e relés, externos à placa. Isso foi concebido para que o leitor possa adaptar os componentes que forem mais fáceis de encontrar, o que não seria possível se os padronizássemos.

PROVA E AJUSTE

O primeiro passo será ajustar o transmissor. Para isso, conecte a bateria de 9 Volts no rabicho de alimentação e acione S1. Com um bom frequenciímetro calibre C3 usando uma chave plástica até que indique a freqüência de 300MHz.

Depois, ligue a central à tomada e curto circuite os pontos A e B, verificando se um dos relés aciona. Se isso ocorrer,

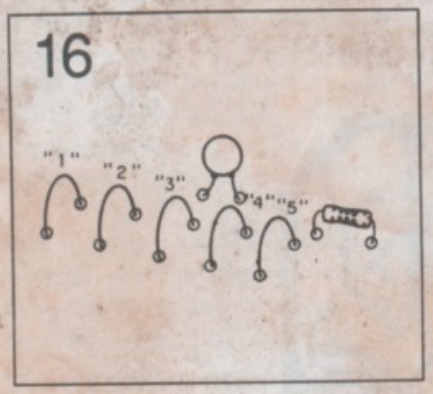
15



Placa da central

verifique se seu acionamento é intercalado (primeiro RL2, depois nenhum e depois RL1).

Em seguida, comprove o funcionamento dos timers colocando R8 e R10 a 1/10 de volta, fechando S2 e curto circuitando os pontos A e B novamente. O relé RL2 deve ficar acionado por um instante, desacionando-se e assim



Modo de conformar os lides para fazer os Jumpers

permanecendo por outro período e em seguida RL1 deverá acionar-se por mais um instante, desacionando-se em seguida, e assim permanecendo por mais um período.

Se tudo ocorreu como descrito a central estará funcionando, caso contrário, há algum erro na montagem ou problema com algum componente.

O próximo passo será o ajuste do receptor. Para isso será necessário dispor de um osciloscópio.

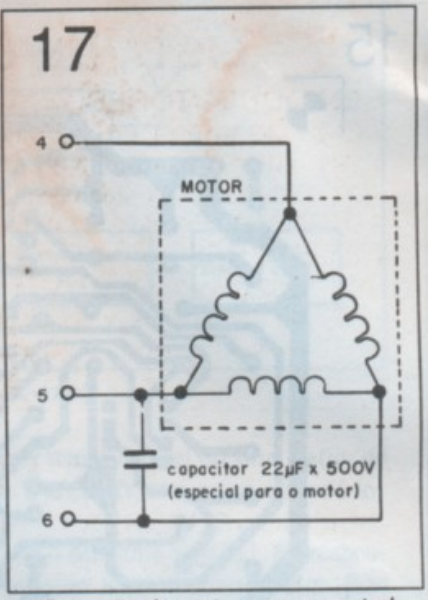
Primeiro, conecte a alimentação do receptor aos pontos C e D da central. Observe suas polaridades. Em seguida, conecte a ponta do osciloscópio no ponto A do receptor.

Agora com o transmissor acionado a cerca de 1 metro de distância, use a chave plástica para variar C4 e obter o máximo nível de sinal no osciloscópio.

Como a bobina é impressa, não há outros ajustes a fazer e o receptor deverá funcionar após isto.

Para obter um maior alcance, acione o transmissor e vá se afastando calibrando o seu trimmer e tentando acionar o receptor cada vez de mais longe.

Caso ocorra problemas com o funcionamento do receptor, mostramos na **tabela 1** todas as formas de onda aferidas em nosso protótipo para que sejam comparadas, diminuindo o tempo de ajuste do projeto.



Conexão do motor com a central

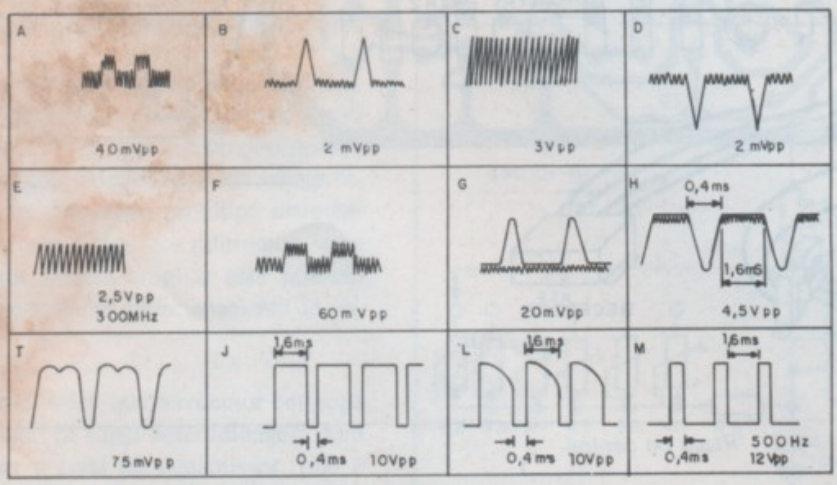
INSTALAÇÃO E USO

A conexão da central de acionamento com o motor é vista na **figura 17**. Note que um capacitor é usado para o funcionamento do motor. Este capacitor deve ser adquirido junto com o conjunto motor/máquina.

Geralmente as máquinas empregam motores de fabricação em série de grandes empresas. Um exemplo útil de ligação dos fios numerados dos motores mais usados, é mostrado na **tabela 2**.

Ao adquirir seu acionador, solicite ao revendedor que envie as instruções de instalação, para que o conjunto motor/máquina não trabalhe forçado. Duas lojas que trabalham com esse material em São Paulo são a Betamax fone (011) - 296-0825 e a Proelco, fone (011)-958-8627. ●

TABELA1



Formas de onda do receptor (tempos aferidos em osciloscópio de 15 MHz e freqüências com freqüencímetro de 1 GHz)

TABELA 2

Central 1	Motor 2 Portal	Motor 2 Eberly
4	7	U
5	2	W
6	1	V
1 - corresponde a pinagem impressa na placa da central		
2 - corresponde a numeração dos fios do motor		
Obs: para inverter a rotação, trocar o fio 6 pelo 5 na placa da central		

Correspondência dos fios de motores mais vusados

LISTA DE COMPONENTES - TRANSMISSOR

SEMICONDUTORES
- CI-1 - MC 145026P (codificador digital)
- TR1 - BF199 (transistor NPN de RF)
- D1 e D2 - 1N4148 (diodo de uso geral)
- D3 - FLV110 (diodo LED vermelho)

RESISTORES
- R1 - 1KΩ (marrom, preto, vermelho)
- R2 - 47KΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R3 - 100KΩ (marrom, preto, amarelo)
- R4 - 33KΩ (laranja, laranja, laranja)
- R5 - 33Ω (laranja, laranja, preto)

CAPACITORES
- C1 e C2 - 4,7nF - cerâmico
- C3-trimmer 3-60 pF miniatura murata

DIVERSOS
- XRF1-microchoque 10μH
- chaves
- placa

LISTA DE COMPONENTES-RECEPTOR

SEMICONDUTORES
- CI-1-LM741 (amplificador operacional)
- CI-2-MC145028P (decodificador digital)
- D1-1N4002 (diodo retificador de silício)
- D2-1N4148 (diodo de uso geral)
- TR1-BF199 (transistor NPN de RF)
- TR2 e TR4-BC548 (transistor NPN de uso geral)
- TR3-BC 549 (transistor PNP de uso geral)

RESISTORES
- R1 - 47KΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R2 - 27KΩ (vermelho, violeta, laranja)
- R3, R4 e R17 - 4,7KΩ (amarelo, violeta, vermelho)
- R5 e R6 - 1KΩ (marrom, preto, vermelho)
- R7 e R11 - 4,7MΩ (amarelo, violeta, verde)
- R8 - 6,8KΩ (azul, cinza, vermelho)
- R9 - 330KΩ (laranja, laranja, amarelo)
- R10, R12 e R13 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)
- R14 - 220KΩ (vermelho, vermelho, amarelo)
- R15 - 39KΩ (laranja, branco, laranja)
- R16 - 15KΩ (marrom, verde, laranja)

CAPACITORES
- C1 - 4,7pF - cerâmico
- C2 - 100pF - cerâmico
- C3 - 470pF - cerâmico
- C4 - trimmer 1-50 pF miniatura murata
- C5 - 1,8μF/16 Volts - eletrolítico
- C6 - 10μF 116 Volts
- C7 - 1μF/16 Volts - eletrolítico
- C8 e C12 - 22nF - cerâmico
- C9, C10 e C11 - 100nF - cerâmico
- C13 - 47μF/25 Volts - eletrolítico
- C14 - 220μF/25 Volts - eletrolítico

DIVERSOS
- XRF1-microchoque 10μH
- RL1-relé tipo 2F412012 shrack ou similar
- placa
- fios
- caixa

LISTA DE COMPONENTES-CENTRAL

SEMICONDUTORES
- CI-1- CD 4017 - (contador decimal)
- CI-2 e CI-3 - NE555 (timer)
- CI-4 - LM7812 (regulador de tensão 12V)
- D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D8 - 1N4148 (diodo de uso geral)
- D9 - 1N4007 (diodo retificador de silício)
- TR1, TR2, TR3 e TR4 - BC548 (transistor NPN de uso geral)

RESISTORES
- R1 - 47KΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R2, R3, R9, R12, R13, R14, R15 e R17 - 10KΩ (marrom, preto, laranja)
- R4 - 4,7KΩ (amarelo, violeta, vermelho)
- R5 - 15KΩ (marrom, verde, laranja)
- R6 - 330KΩ (laranja, laranja, amarelo)
- R7 - 1MΩ (marrom, preto, verde)
- R8 e R10 - trimpot 470KΩ mini
- R11 e R16 - 100KΩ (marrom, preto, amarelo)

CAPACITORES
- C1 e C3 - 2,2μF/16 Volts - eletrolítico
- C2 e C9 - 100nF - cerâmico
- C4, C5, C6 e C7 - 10μF/16 Volts - eletrolítico
- C8 - 470μF/50 Volts - eletrolítico
- C10 - 100μF/25 Volts - eletrolítico

DIVERSOS
- RL1 e RL2 - relés de 12 Volts com corrente de contato superior ao do motor usado
- T1-transformador 110 ou 220 24 Volts
- S1 e S2 - chave H-H mini
- placa, fios, solda e etc

PROMOÇÃO

PACOTE ABERTO®

UMA NOVA OPÇÃO EM COMPONENTES

RESISTORES

1/8 W 5% série E24

de 10 Ω a 10 MΩ	0,015

(no mínimo 10 peças por valor)

CAPACITORES CERÂMICOS

pF a 10 nF	0,028
22 nF	0,044
47 nF	0,053
100 nF	0,10

(no mínimo 10 peças por valor)

CAPACITORES POLIÉSTER

10 nF 400 V	0,08
22 nF 400 V	0,08
47 nF 250 V	0,09
100 nF 250 V	0,12
220 nF 250 V	0,16

CAPACITORES ELETROLÍTICOS

1 uF/63 V	0,05
2,2 uF/63 V	0,05
4,7 uF/63 V	0,05
10 uF/63 V	0,06
22 uF/25 V	0,06
47 uF/25 V	0,08
100 uF/25V	0,12
220 uF/25V	0,13
470 uF/25V	0,22
1000uF/25V	0,40

TRANSISTORES

BC327 a 338	0,11
BC548 a 559	0,08
BD139	0,40
BD241A	0,50
BD244A	0,52
BF199	0,22
BF245	0,62
BF254	0,12
BF494	0,19
BF495	0,18
MJ15003	7,00
MJ15004	7,00
TIP29 a 42	1,00
TIP120	1,00
TIP127	1,00
TIP140	2,40
2N2219	0,80
2N2222	0,40
2N2055	2,05
2N3904	0,15
2N3906	0,15

CIRCUITOS INTEGRADOS

UM 317T	1,00
UM 393	0,60
UM 555	0,60
UM 556	0,80
UM 567	0,60
UM 723	1,00
UM 741	0,60
MC 1458	0,90
MC 145026P	4,00
MC145028P	5,00
RC 4558	0,50
STK 080	28,00
STK 437	24,00
STK 20005	22,00
TA 7102	14,00
TA 7193	1,50
TC 9303	16,00
TDA 1514A	9,00
TDA 1516Q	8,00
TDA 2005	4,00
TDA 7000	9,00
TEA 5591	6,00
TIL 111	0,80
TL 084	2,20
7805 a 7824	1,60

DIGITAL

ADC 0809	16,00
CD 4001	0,60
CD 4011	0,40
CD 4013	0,60
CD 4017	1,00
CD 4018	1,00
CD 4029	1,00
CD 4040	1,00
CD 4049	0,65
CD 4069	0,64
CD 4081	0,80
CD 4093	0,80
PAL 10H	83,60
SD 7400	0,50
SD 7404	0,60
SD 74HC00	0,60
SD 74LS00	0,35
SD 74LS14	0,40
SD 74LS27	0,35
SD 74LS123	0,80
SD 74LS133	0,35
Z 80	5,00
27128	6,00
27256	6,50
2764	5,60
41256	3,00
6116	5,00
65C02	9,00
68000	16,00
8080	4,00
8085	6,40
8088	6,00
80287	80,00
80387	90,00
81256	7,00
8255A	6,00
8259A	4,00
8288	9,00

TRIACS

TIC 106D	1,40
TIC 116D	1,40
TIC 126D	1,40
TIC 206	1,40
TIC 216D	1,50
TIC 226D	1,80
TIC 236D	1,90
TIC 236M	2,50

DIODOS

1N60	0,12
1N4004	0,03
1N4148	0,03
1N4151	0,03
1N5401	0,16
OA90	0,12
BB113	0,20
BB205	0,22
BB405	0,26
BB809	0,28

ZENER

2 a 15 V 1/2 W	0,07

MICROCHOQUES

1uH - 10uH - 47uH - 100uH - 1mH - 4,7 mH

cada	0,15

POTENCIÔMETROS

220 a 4,7 MΩ (LIN)
1 K a 2,2 MΩ (LOG)

Sem chave	2,10
Com chave	3,50

TRIMPOTS

100Ω a 4,7 MΩ	0,25

(vertical ou horizontal 10mm)

DIVERSOS

Trimmer ceramico	0,50
Transcoder Atari	25,00
Tranc. Nitendo	25,00
Bater. 1,5 V LR44	3,00
Reed switch	0,50
LDR 3mm	1,40
Microf. eletreto	0,65
Pilha recarr 1,24V	3,00
Variável AM	2,00
Variável FM	2,00
NTC	0,50
VDR	0,50
Filtro cer. 455KHz	0,45
Filtro 10,7MHz	0,45
Sup. bobina 6mm	1,00
Boteria 9V HU	1,00
Cristal 3,5756	1,50
Cristal 3,58	1,50
Cristal 7,1541	1,50
Cristal 14,3024	2,00
Cristal 21,0453	2,00
Motor 6V hor.	4,00
Motor 6V anti-hor	4,00
Motor 9V hor.	4,00
Motor 9V anti-hor	4,00
Soq. CI 8 pinos	0,10
Soq. CI 14 pinos	0,12
Soq. CI 16 pinos	0,14
Soq. CI 18 pinos	0,16
Bobinas FI toko	0,20
Chave HH	0,50
Led 5mm verm.	0,12
Led 5mm verd.	0,12
Led bicolor	0,30
Led pisca-pisca	0,66
Led infravermelh	0,60
Mica TO220 (10)	0,20
Mica p/ TO3 (10)	0,20

FERRAMENTAS

Sugador SS15	7,39
Sugador SS20	10,21
Sugador SBG10	10,21
Injetor de sinais	10,21
Perfurador placa	14,08
Suporte p/ ferro	5,81
Caneta ci7	2,99
Caneta Nipopen	6,21
Tinta Nipopen	2,11
Percloreto 300g	5,28
Suporte de placa	7,39
Laboratório CK10	35,20
Laboratório CK3	29,26
Laboratório CK15	22,22
Cortador placa	8,80
Alicate de corte	4,62
Punção perfurad.	1,10
Alicate descasc.	4,62
Placa padrao 4x4	1,10
Placa virgem 5x10	0,88
Placa virgem 8x10	1,76
Placa virgem 5x12	1,76
Placa virgem 10x10	1,76
Placa virgem 10x12	2,20
Placa virgem 10x15	2,64

COMPRANDO UM PACOTE ABERTO VOCÊ GANHA GRÁTIS AS PLACAS PARA MONTAR A CENTRAL DE BIP

Agora você pode adquirir todos os componentes necessárioa às suas montagens a um preço verdadeiramente baixo.

Não compre mais sucata só pelo preço. Este pacote, diferentemente dos outros, você mesmo fecha; e com componentes de qualidade que realmente serãousados.

Enviando sua lista com a quantidade do material desejado , no valor mínimo de 20,00 URV, seu pacote será montado e enviado para seu endereço.

Esta lista não representa a totalidade de nossos itens caso necessite de outos componentes , consulte-nos.

Preencha corretamente seus dados no cupom ao lado .**Não mande dinheiro agora , aguarde uma confirmação pelo correio.**

☐ Sim, desejo compor meu pacote aberto com os componentes na quantidade que especifiquei nesta folha e recebê-lo no endereço abaixo, **juntamente com o meu brinde**:

NOME: .....

ENDEREÇO: .....

CIDADE: .....

CEP: ..... ESTADO: ..... FONE: .....

ASSINATURA: ..... DATA: / /

Caso não queira recortar sua revista , envie cópia desta folha

Pagarei : ☐ Com Cartão de crédito:

☐ Através do aviso que receberei pelo correio.

PACOTE ABERTO - CAIXA POSTAL 14.544 - SÃO PAULO - SP - 03698-970

APITO ULTRA SONICO PARA CAES: Através do som produzido, inaudível ao homem, alerte ou chame seu cao mesmo que ele esteja longe ou dormindo. **cod.** KT061.

MODULO ROE METER: Compare a onda direta com a onda refletida do seu transmissor. O seu correto ajuste poderá aumentar muito o alcance de transmissao. Acopla-se a um multimetro comum. **cod.** KT062.

PRODUTOS MONTADOS:

Prontos para uso, estes produtos já vem calibrados com garantia de 6 meses e manual de instalação.

TRANSMISSOR DE CONTROLE REMOTO: Sistema de controle remoto codificado digitalmente que opera em 300 MHz. Com ele é possível acionar independentemente até 2 receptores num raio de até 100 metros. Funciona com bateria de 9 Volts e já vem montado e acondicionado em caixa plástica medindo 90 x 60 x 20 mm. E indicado para controle de portões automáticos, alarmes sem fio e outros dispositivos a serem comandados à distância. **cod.** KT103.

RECEPTOR DE CONTROLE REMOTO: Funciona com tensão de alimentação entre 15 e 24 VCA. Comuta carga ou sensor através de relé NA de 10A. Através de um temporizador é possível ligar e desligar lampadas, motores, televisores, carros e diversos outros. Montado e acondicionado em caixa plástica. **cod.** KT105.

CENTRAL DE COMANDO: Para acionar motores monofásicos ate 220V e 10A. Recebe um pulso do receptor de controle remoto podendo abrir e fechar portoes, ligar e desligar esteiras, bombas d'agua, etc. Já vem montada e acondicionada em caixa plastica. **cod.** KT106.

SENSOR DE INFRA-VERMELHO PASSIVO: Pode detectar a presença de pessoas através de radiaçoes infra-vermelho, num alcance de 15 m e ângulo de 160°. Alimentado com 12 VDC, aciona cargas ou alarmes através de um rele NF de 0,5 A. Possui ajuste de sensibilidade. Montado, importado de ISRAEL. **cod.** KT111.

PROGRAMAS PARA PC:

Todos os programas são de **DOMINIO PÚBLICO (SHAREWARE)**; temos jogos e aplicativos para engenharia, comércio, musica, inteligência artificial e outros. **PEÇA CATÁLOGO.**

AS.EASY.AS - Planilha de cálculos "clone" do lotus SW 001.

EZ FORMS - Permite a criação de formulários comerciais. SW004.

PC ECAP - Programa que analisa circuitos eletronicos, com editor de textos para imprimir relatorios, alem de um analizador que calcula a resposta de frequencia e a fase. Pode-sse utilizar impressora padrao IMB/EPSON. SW005.

MORSE - Programa que gera código morse na tela do seu computador ou amplificador do seu PC. SW006.

ELETRO - executa orçamentos de projetos de instalação elétrica, gera lista de itens com os preços. Na versão SHAREWARE, comporta até 6 pontos. SW007.

PC SCHEMATIC - Com este programa da pra executar tudo relacionado a um projeto de eletronica : digrama de bloco, eletrico, circuito impresso e graficos em geral. SW011.

SMART CAD - Programa gráfico que auxilia na execucao de circuitoimpresso, e faz a ligacao entre ilhas automaticamente. Pode imprimir em impressoras matriciais. Necessita de video CGA,EGA ou VGA. SW012.

SPEECH - programa que gera voz no computador, lendo a frase que lhe foi apresentada na tela. SW013.

DANCAD 3D V2.5 - CAD para PC que permite criar e animar peças técnicas. Macros comandos. SW017.

PHILIPS BF - Book eletronico da Philips Holandesa de transistores bipolares e fet's. SW018.

PHILIPS DOTH - O mesmo do anterior so que paradiodos, optoacopladores,trigger devices e amplificadores hibrido. SW019.

PROFISSIONAL CAM/CAD - Programa que faz calculos complexos para projetar pfecas rotativas que transmitam movimento, da o contorno exato da peca e o caminho de cote. Necessario 512K de memoria. SW020.

BAR CODE - Desenha e imprime Código de Barras. SW021.

PC BREEZE II - Sofisticado programa para execucao de circuito impresso, aceita mouse padrao Microsoft. SW022.

EDRAW - Programa sofisticado para desenhar circuito impresso e diagramas. SW023.

HYDROFILO - Calculos para engenharia Hidráulica. SW024.

PC CALIB - Programa que gera curvas padrao para calibracao de instrumentos analiticos. SW025.

BANNER - Para criação de faixas, para em anuncios. SW026.

TURBO FLOW - Para desenhar fluxogramas, usa os mesmos padroes do programa CAD -EZACAD. SW027.

CHEMICAL MOLECULAR MODELING - Programa tridimensional que permite a criacao de moleculas, podendo estas serem observadas no espaco atraves de movimento de rotacao. SW029.

MERCURY - Resolve equacoes matematicas, similar ao EUREKA, imprime graficos e relatorios na impressora. SW030.

EASY PROJECT - analisa 20 fases de um projeto usando escala de GANTT. SW031.

GANTT - Cria gráficos de GANTT, partindo de uma lista de datas e horas. Faz medicao critica de tarefas, gerenciando projetos. SW032.

SHEETCUT - Auxilia na otimizacao do corte de chapas de circuito impresso e outras, fazendo um mapa de corte que permita o menor disperdicio de material. SW033.

3D IMAGERY - Programa para criação de figuras geometricas em 3 dimensões, permitindo ampliações, rotações, etc. SW034.

STOCK INVENTORY - Controle de estoque, classificação de itens por numero de ordem, manutenção de inventario. SW035.

CONSTRUTION BANKER STOCK - Calcula o custo de construcao de um projeto e tambem a amortizacao financeira de um emprestimo e custo em geral. SW036.

SPC INVENTORY PLUS - Controle de estoque que atualiza-se diariamente quanto as quantidades em estoque, precos e custos de reposicao. SW037.

EASY INVENTORY - Sistema completo de controle de materiais incluindo 9 relatórios diferentes, e lista de preços. Requer disco rigido. SW038.

INFORMATION PLEASE - Banco de dados para amarzenagem de textos, tais como: artigos de jornal, teses, trechos de livros, Etc. SW039.

PAPERS - Cria indice geral especifico para artigosde publicacoes periodicas tais como revistas e jornais. SW040.

SURVEYOR - Para engenheiros civis e topógrafos, Preparo de mapas, com ajuda de um CAD genérico. SW041.

CURVE DIGITALIZER - Poderoso utilitário de CAD 2 dimensões, projetado para criar gráficos profissionais. Aceita CGA ou EGA. SW042.

QUICK COMMAND - Série de comandos práticos para uso no programa AUTO CAD, Implemaneta facilidade para o uso de comandos de blocos, cria calculadora e muito mais. SW043.

CHARTS UNLIMITED - Integra programa grafico e editor de texto em um unico programa. Cria edita, e imprime, fluxogramas, organogramas, diagramas eletricos, gráficos de GANTT, formulários comerciais, e outros documentos. Os gráficos são desenhados em planilhas de 226 colunas e 1000 linhas, com uma área gráfica de 2 milhões de pontos. Contem ainda várias figuras geometricas além de simbolos matemáticos, flechas, codigos de barra, etc. Com textos em caixa alta, baixa ou intensificados e impressão na vertical e horizontal. SW044.

BIORRITIMO - Programa que define o biorritimo pessoal. SW045.

MAX CATT - Catalogador de disquetes. SW046.

CONTACT PLUS - Para cadastramento de clientes. SW047.

FORM FILL - Para criação de formulários. SW048.

SIMPY LABELS III - Poderoso sistema, para criação de etiquetas. SW049.

BOB - Calcula com precisao todos dados para confeccao de bobinas de RF a partir do fio, forma e indutancia desejados. SW050.

PROMOÇÃO

Todos os programas com preço único: apenas 4,00 URV

S.O.S. Técnico

Componentes difíceis de achar?

Esquemas de aparelhos

Placas da ELECTRON

Ferramentas

Instrumentos de medição

Componentes para montagem

Agora você poderá ter tudo o que precisa para eletrônica, pedindo através do telefone e recebendo em sua casa. Não importe-se se o que você necessita é raro, nós procuramos, e achamos a um baixo custo.

Ligue ou escreva para nós, e peça um orçamento sem compromisso. Você verá que é muito mais barato e fácil do que imagina receber aquela peça que você necessita.

TABELA DE PREÇOS EM URV

KT001	4.85	KT046	39.86
KT002	4.30	KT047	49.13
KT003	3.65	KT048	6.8
KT004	32.64	KT049	6.9
KT005	11.12	KT050	24.
KT012	15.11	KT051	
KT013	12.19	KT052	4
KT014	5.15	KT053	
KT016	11.95	KT054	4.
KT017	24.95	KT055	4.
KT019	20.45	KT056	6.
KT021	12.81	KT057	39.50
KT022	10.37	KT058	50.25
KT024	13.16	KT060	4.13
KT025	20.21	KT061	45.00
KT026	21.19	KT062	33.49
KT028	9.77	KT103	20.89
KT032	8.36	KT105	50.54
KT042	21.19	KT106	94.46
KT043	52.43	KT111	45.00

ATENÇÃO

Faça seu pedido usando o cupom ao lado e anexe cheque ou vale postal no valor das mercadorias acrescido de 3,86 URV referente às despesas de envio.

Optando pelo pagamento em cheque envie-o através de carta registrada e nominal.

No caso da falta de um item em estoque devolveremos o importância relativa. Pedido mínimo: 12.00 URV.

Não desejando recortar sua revista, aceitaremos uma copia do cupom pedido.

Shop Kit, S.O.S. Técnico e PACOTE ABERTO são marcas de produtos e serviços da PROELCO COMERCIAL

PROELCO COMERCIAL

(011) 958 8627

Segunda à Sexta das 8:00 às 17:00 h

CAIXA POSTAL 14544

SÃO PAULO - SP

CEP 03695-970

CUPOM PEDIDO

EL59

Peço que me enviem os produtos aqui discriminados:

NOME: _____

END: _____

CIDADE: _____

CEP: _____ ESTADO: ____ FONE: _____

TELÃO

A NOVA MANIA DE VER TV



programas
, Novelas,
es, etc, vistos
nhas (TVs co-
já era, estão per-
graça.
NIA DO MOMENTO, é
s programas de TV com
gens ampliadas tipo CINEMA
ELÃO), a mania (TELÃO), está em
oda parte, como estabelecimentos co-
merciais, escolas, hotéis, e principalmente
nas RESIDÊNCIAS
A exemplo de outros países como na Europa
e Estados Unidos, o brasileiro aderiu definiti-
vamente ao TELÃO
O SUPER TELÃO (primeiro no Brasil), já
conquistou o mercado brasileiro.
Lançado pelas B.S. Lançamentos Eletrôni-
cos à vários anos o SUPER TELÃO foi
crescendo e aperfeiçoando-se, conquis-
tando a cada dia mais e mais
adeptos à nova mania TELÃO
A B.S. Lançamentos Eletrônicos
é a única Empresa Brasileira a
produzir TELÃO acessível à to-
das as classes.
Diferenciado dos Telões Impor-
tados (porém não menos eficiente),
que custam verdadeiras fortunas, o



SUPER
TELÃO, tem
baixíssimo custo,
podendo ser adquirido
por qualquer empresa ou
pessoa.
Seu funcionamento é perfeito e
muito prático. Qualquer pessoa ins-
tala ou tira o SUPER TELÃO da TV
em minutos.
Acoplado em frente a TV, a imagem é
projetada diretamente na parede ou numa
tela. A projeção é feita numa sala escura e a
parede ou tela deve ser branca (como num
cinema). O aparelho é acompanhado de chave
inversora para a reversão da imagem à ser
projetada.
Se você ainda não possui um SUPER TELÃO
então você já sabe o que está perdendo. Por
isto pegue o telefone agora mesmo, e ligue
para B.S. Lançamentos Eletrônicos e desfru-
te em TELA GIGANTE, os campeonatos
nacional e regional, fórmula 1, fil-
mes no seu vídeo cassete, novela,
carnaval, etc., enfim toda a progra-
mação da TV, num SUPER TELÃO
Ligue agora (011) 950 - 6599, SP e
fique por dentro da NOVA MANIA
BRASILEIRA, o SUPER TELÃO

AUMENTE A IMAGEM DA SUA TV DE 1 A 4 METROS E VEJA A COPA DO MUNDO NUM SUPER TELÃO. F: (011)950-6599