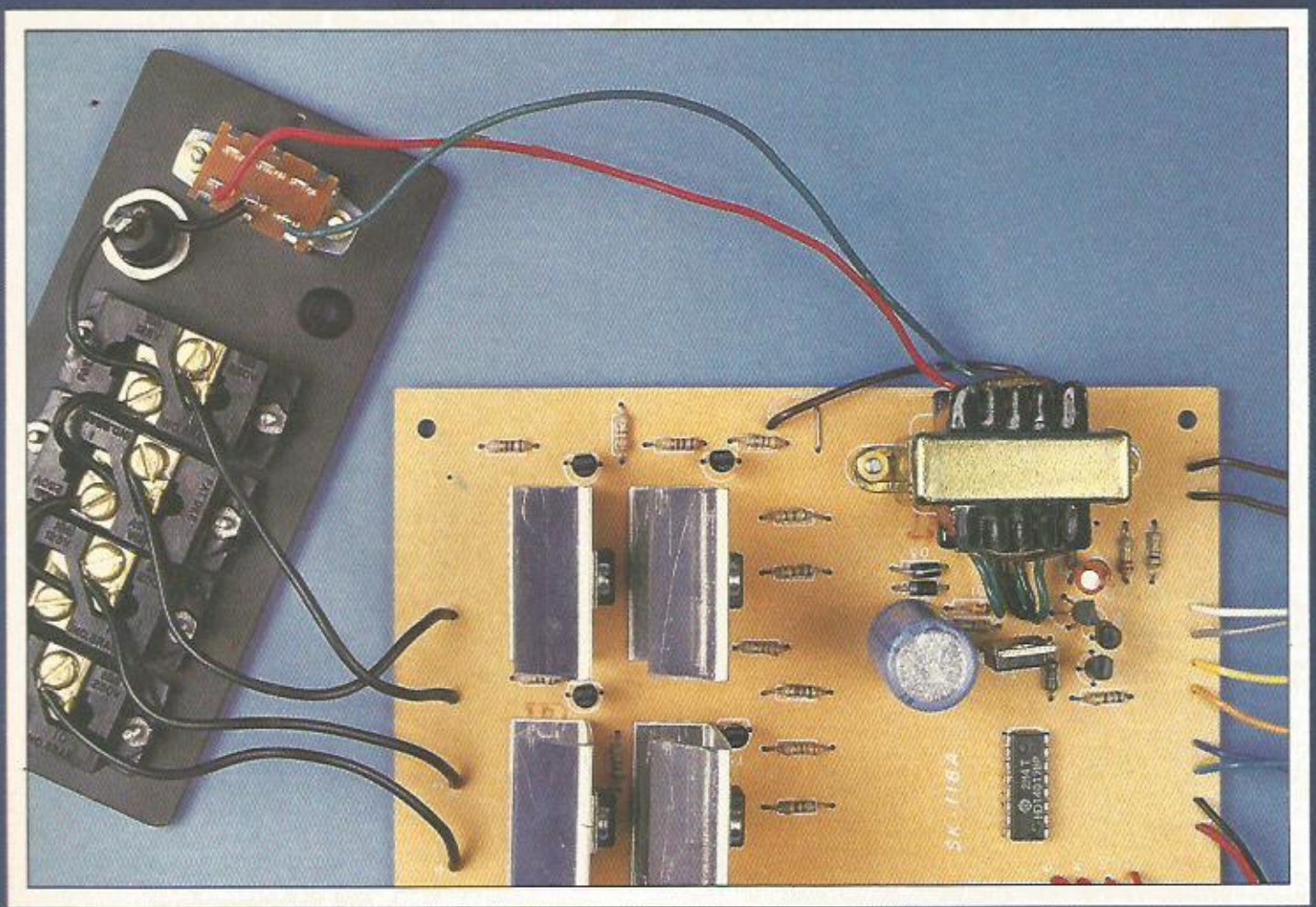
ELETRÔNICA

9 PASSO A PASSO Cr$ 2.200

Abril Cultural



COMPONENTES

O TRANSISTOR

MONTAGEM

OS MÉTODOS PARA DESSOLDAR

SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS

INSTRUMENTAÇÃO

O TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR

GRANDE CONCURS
O SELO VALE MILH
Abril Cultural
Colecione fascículos

9
TRÔNICA

Recorte este selo. Leia, ao lado, o regulamento do concurso ELETRÔNICA PASSO A PASSO

ABRIL CULTURAL

Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Gerente:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO

Conselho Editorial
Diretor Editorial:
Sonia Robatto
Diretor de Arte:
Mauro Lemos
Assistente de Arte:
José Maria de Oliveira

Consultores:
João Antonio Zuffo - Professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP e Coordenador do Laboratório de Subsistemas Integráveis - LSI - da EPUSP - DE.

Engº Mathias M. Wolff - Diretor geral da Methodos Consultoria e Manutenção Eletrônica S/C Ltda.

Departamento Comercial
Gerente Comercial:
Joaquim Celestino da Silva
Gerente de Produção:
João Stungis
Gerente de Circulação:
Denise Maria Mozol

Execução Editorial
Estúdio Sonia Robatto Ltda.
Redação:
Cristina Porto, Virginia Maria Finzetto
Revisão:
Ismar Silva Leal, Maria Isabel Duarte Ascenso
Arte:
Roberto Anselmo (chefe), Airton Ortega de Almeida, Ana Maria Pinto, Nelson S. Nakashima, Nelly Rachel Fernandes (assistentes)
Serviços Auxiliares:
Elvira de Bellis, Silvia C. D. Assumpção

Colaboração:
Fotografias: Hugo Lenzi
Gráficos: Claudiner Campos
Tradução: Irene Abramo

COMPLETE SUA COLEÇÃO

Exemplares atrasados, até seis meses após o encerramento da coleção, poderão ser comprados, a preços atualizados, da seguinte forma:

1. **Pessoalmente**
Por meio de seu jornaleiro ou dirigindo-se ao Distribuidor Abril local, cujo endereço poderá ser facilmente conseguido junto a qualquer jornaleiro de sua cidade. Em **São Paulo**, os endereços são:

Av. Industrial, 117
Santo André
Rua Heliodora Ébano Pereira, 267
Lapa
Rua Brigadeiro Tobias, 773
Centro
e no **Rio de Janeiro**:
Rua Sacadura Cabral, 141
Centro
Rua da Passagem, 93
Botafogo
Rua Dr. Borman, 31
Niterói

2. **Por carta**
Poderão ser solicitados exemplares atrasados também por carta, que deve ser enviada para:

Abril S/A Cultural
Números atrasados - Distribuidora
Caixa Postal 60171,
São Paulo - SP

Não envie pagamento antecipado
O atendimento será feito pelo reembolso postal e o pagamento, incluindo as despesas postais, deverá ser efetuado ao se retirar a encomenda na agência do correio. Após seis meses do encerramento da coleção, os pedidos serão atendidos somente por carta dirigida a NÚMEROS ATRASADOS — DISTRIBUIDORA, dependendo da disponibilidade de estoque.

Obs.: quando pedir livros, mencione sempre o título e/ou o autor da obra, além do nº da edição.

COLABORE CONOSCO

Encaminhe seus comentários, críticas, sugestões ou reclamações ao **Serviço de Atendimento ao Leitor** — Caixa Postal 9442, CEP 01327, São Paulo, SP. Telefone: (011) 288-6298. TELEX 01133670 ABSA.

REGULAMENTO DO GRANDE CONCURSO ELETRÔNICA PASSO A PASSO

Para participar deste concurso, você deverá mandar a descrição de um comercial de televisão, de sua livre imaginação, alusivo ao fascículo *Eletrônica Passo a Passo*, descrevendo as cenas e o texto; recortar e juntar 6 selos da 2ª capa dos fascículos 1 ao 9, indistintamente.
O comercial de televisão deverá ser transcrito no espaço apropriado existente na carta-resposta distribuída com o fascículo 1, em 10 linhas datilografadas ou 15 manuscritas.
Caso não deseje utilizar a carta-resposta, basta enviar os dados, mais os selos e a idéia do comercial de televisão, tudo junto no mesmo envelope endereçado à Abril S/A Cultural -Divisão Fascículos - Rua Treze de Maio, 1259, São Paulo - SP -CEP: 01327, GRANDE CONCURSO ELETRÔNICA PASSO A PASSO
Serão considerados participantes os trabalhos enviados até 26 de agosto de 1984.
Você pode participar com quantos comerciais de televisão quiser, separadamente, desde que mande cada um deles com seis selos. Todos os comerciais de televisão, classificados ou não, passarão a pertencer à Abril S/A Cultural.
Os funcionários da Abril S/A Cultural não poderão participar do concurso. Os trabalhos de seleção e classificação serão realizados por uma Comissão Julgadora, constituída de redatores da Abril S/A Cultural e diretores da agência Fox Propaganda Ltda., cuja decisão será soberana e irrevogável.
Os comerciais de televisão serão selecionados pela criatividade, adequação à publicação e clareza da mensagem. Serão selecionados e classificados os dez melhores comerciais de televisão, cabendo ao *1.º colocado* uma televisão Mitsubishi com zoom, modelo TC 200 L-Z, 20" em cores; do *2.º ao 4.º colocado*: um conjunto de som Aiko micro sistem; do *5.º ao 7.º colocado*: um radiogravador Aiko, estéreo, modelo BR-420; do *8.º ao 10.º colocado*: 1 radiogravador Aiko, modelo 405.
A apuração será realizada em 31 de agosto de 1984, na sede da Abril S/A Cultural, à Rua 13 de Maio, 1259, onde os prêmios estarão expostos. O resultado será divulgado nos fascículos de *Eletrônica Passo a Passo*, e os contemplados serão notificados pela Abril S/A Cultural.
Se você tiver alguma dúvida, consulte nosso Serviço de Atendimento ao Leitor, pelo telefone (011) 288-6298.
Certificado de Autorização nº 01/00/691/84, de 22/05.

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
NESSE SEGUNDO CAPÍTULO DEDICADO AO TRANSISTOR, TRATAREMOS DAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSISTOR. MENCIONAREMOS TAMBÉM AS TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO DESSE DISPOSITIVO.

JÁ FALAMOS ANTERIORMENTE DA CONSTRUÇÃO MAIS SIMPLES DE CIRCUITOS IMPRESSOS. A SEGUIR, TRATAREMOS DE OUTROS MÉTODOS MAIS SOFISTICADOS DE CONSTRUÇÃO DE CIRCUITOS IMPRESSOS, MUITO ÚTEIS PARA QUEM SE DEDICA AO ESTUDO DA ELETRÔNICA.

MONTAGEM:
SUA PRÓXIMA MONTAGEM SERÁ UM AMPLIFICADOR DE MESA ESTÉREO, COM 7 W POR CANAL E CARGA DE 4 Ω. APRESENTA UM PAINEL FRONTAL COM CONTROLE DE VOLUME E TONALIDADE.

INSTRUMENTAÇÃO:
O ESTÁGIO DE TRANSISTOR COM MONTAGEM EM EMISSOR COMUM JÁ FOI ESTUDADO. NESSE CAPÍTULO ANALISAREMOS OUTRAS POSSIBILIDADES: MONTAGEM EM BASE COMUM E MONTAGEM EM COLETOR COMUM.

© Ediciones Nueva Lente, 1983
©Abril S/A Cultural, São Paulo, Brasil, 1984

Edição organizada por Abril S/A Cultural (art. 15 da Lei 5988, de 14/12/1973).
Esta obra foi integralmente impressa na Divisão Gráfica da Editora Abril S/A

O TRANSISTOR (1)

O transistor é um componente indispensável para qualquer circuito que desenvolva funções de amplificação, controle, processamento de dados, etc. Neste capítulo, focalizamos o transistor bipolar, com suas principais características.

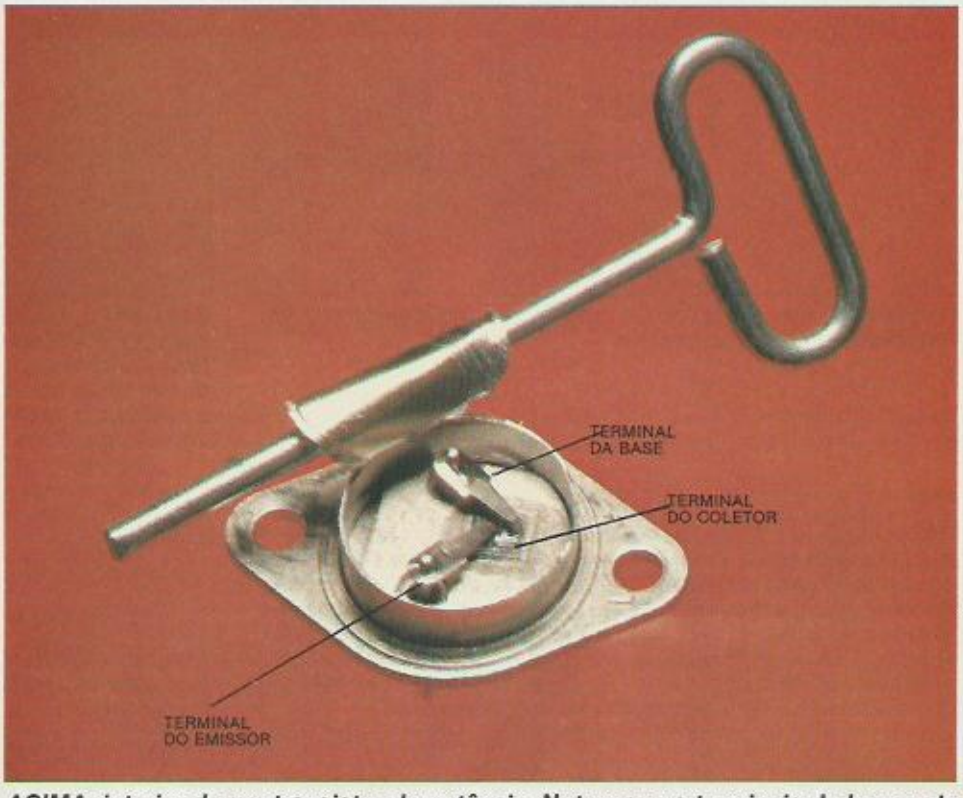
A palavra transistor resulta da combinação de duas outras — transfer-resistor —, que descrevem sua principal função: transferência de resistência. No estágio atual da tecnologia, o transistor é um componente fundamental e indispensável a qualquer circuito que desenvolva funções de amplificação, controle, processamento de dados, recepção de rádio e TV.

Em 1949, Shockley criou o transistor bipolar a partir de pesquisas realizadas anteriormente por Bardeen e Brittain sobre fenômenos elétricos em semicondutores. Os três cientistas receberam o Prêmio Nobel de Física em 1956.

O transistor bipolar pode ser empregado como dispositivo discreto ou como dispositivo básico incorporado a um circuito integrado bipolar. Ele constitui um dispositivo semicondutor, com a propriedade de controlar a intensidade da corrente que circula entre dois dos seus terminais, graças à ação de uma corrente menor do que a anterior, aplicada a um terceiro terminal. Os dois primeiros terminais chamam-se **emissor** e **coletor**, e terceiro, **base**.

Na realidade, o transistor bipolar é um amplificador de corrente. Aplicando-se em sua base uma corrente de pequena intensidade, com qualquer variação no tempo, como sinais de áudio, rádio, TV e outros, obtém-se uma variação muito maior na corrente que circula entre o emissor e o coletor desse transistor. Essa corrente, portanto, tem a mesma forma de onda da corrente de base, e é fornecida pela fonte de alimentação. Nessas condições, por meio de sucessivos estágios, é possível transformar um fraquíssimo sinal de entrada num sinal suficientemente potente para produzir a emissão de som num alto-falante ou a formação de imagens numa TV, ou, ainda, o acionamento de um motor.

O funcionamento de um transistor bipolar pode ser estudado com base na



ACIMA: interior de um transistor de potência. Notam-se os terminais da base e do emissor. O coletor está ligado eletricamente à carcaça metálica.

ABAIXO: transistor de baixa potência com carcaça plástica.



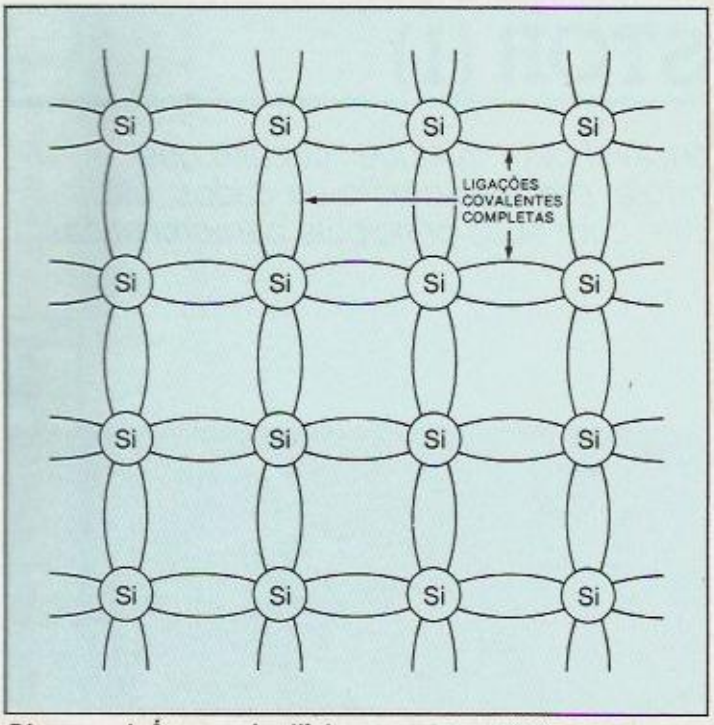


Diagrama 1. Átomos de silício num cristal semicondutor puro, formando uma rede cristalina.

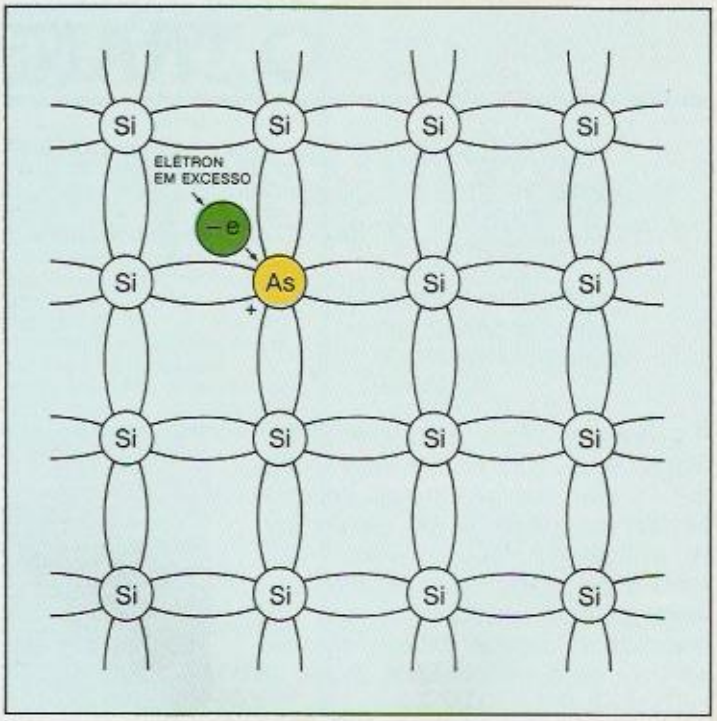


Diagrama 2. Os átomos das substâncias pentavalentes introduzem um elétron a mais na estrutura cristalina, que, à temperatura ambiente, comporta-se como um portador de carga, podendo vagar por todo o cristal. O átomo de impureza, no caso o arsênio, é imóvel e possui uma carga positiva, pois perdeu um elétron.

Diagrama 3. Os átomos de substâncias trivalentes, como o boro, quando numa estrutura tetravalente, como o silício, produzem uma vaga de elétron denominada lacuna. Na temperatura ambiente, a lacuna pode ser preenchida por qualquer dos elétrons vizinhos e, com isso, se propagar por todo o cristal. O átomo de boro é imóvel e, recebendo um elétron, torna-se negativo. A lacuna, como é uma ausência de elétron, comporta-se como um portador de carga positiva.

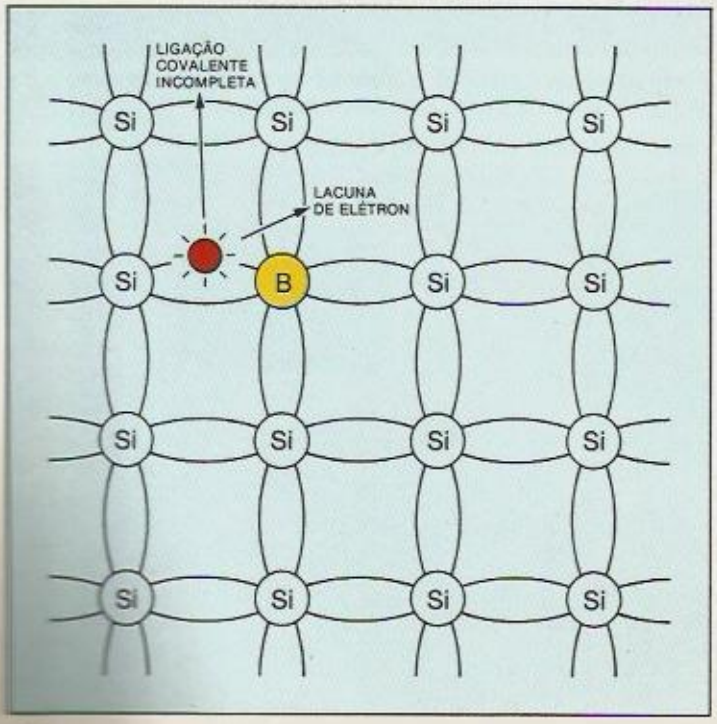
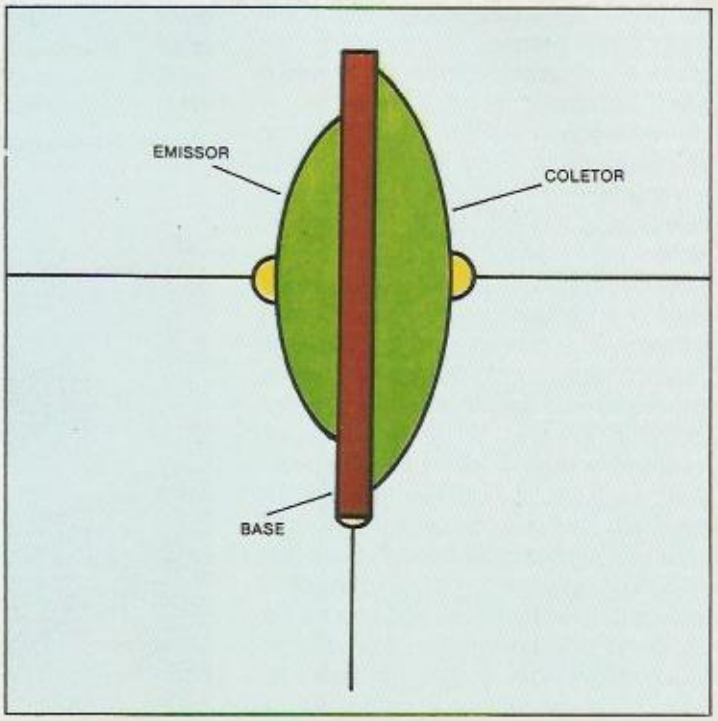


Diagrama 4. Desenho simplificado de um transistor. O coletor tem uma superfície maior de contato para melhor recolher a corrente.



introdução teórica feita no capítulo dedicado ao diodo semicondutor. O transistor é composto, basicamente, de duas junções semicondutoras que se contrapõem. Admitindo-se uma estrutura formada por duas áreas de material semicondutor tipo N e que, entre essas duas áreas, encontra-se uma fina camada de semicondutor tipo P, teremos duas junções: uma N-P e outra P-N. Como nos diodos, antes de se estabelecer o equilíbrio, há um movimento de elétrons das regiões N para a região P, o que provoca a presença de duas zonas de **carga espacial**, onde aparece uma diferença de potencial. As duas regiões N, como perderam elétrons, adquirem um potencial positivo em relação à região P, que, por isso, se torna negativa. Esse efeito é demonstrado no diagrama 5. O potencial negativo da região P em relação às regiões N evita que novos elétrons se dirijam para a região P. Vamos denominar a primeira região N de **emissor**, a região P intermediária de **base** e a segunda região N de **coletor** do transistor. Se aplicarmos uma bateria entre o emissor e a base, com o terminal positivo na base, reduziremos a barreira de potencial da junção N-P, pois tornaremos a região P mais positiva, permitindo que os elétrons passem do emissor para a base, e tendo, por isso, a **junção polarizada diretamente**.

Aplicando-se agora uma segunda bateria entre a base e o coletor, com o terminal negativo na base e o positivo no coletor, teremos nessa junção P-N uma polarização inversa. No diagrama 6 aparece o transistor polarizado dessa forma.

A redução da barreira entre o emissor e a base permite a passagem de elétrons do emissor para a base. Sendo a base estreita, os elétrons a atravessam. Chegando na junção coletor-base, encontram o coletor muito mais positivo que a base. Por isso, "caem" através da barreira para o coletor. Alguns poucos elétrons ficam na base, dando origem à corrente de base.

É fácil verificar no diagrama 6 que, quanto mais estreita a base, maior o número de elétrons que conseguem atravessá-la e menor a corrente de base. Se, por exemplo, a corrente de emissor for 200 mA e a corrente de base 2 mA, teremos um ganho de corrente de 100. Se a corrente de base passar a 5 mA, a corrente de emissor passará a 500 mA, mantendo o ganho 100.

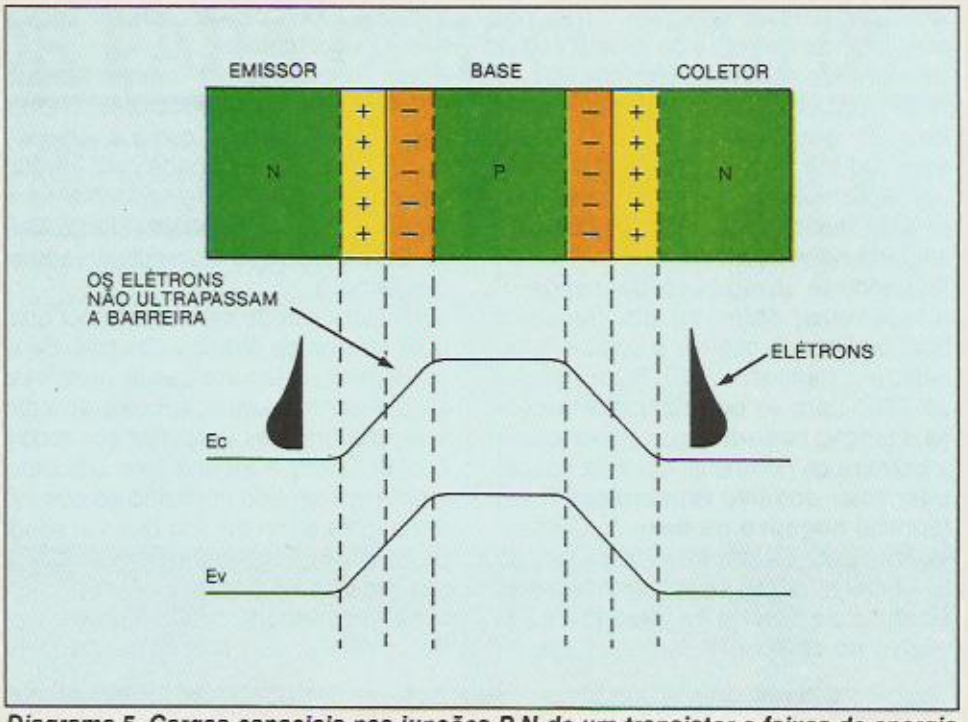
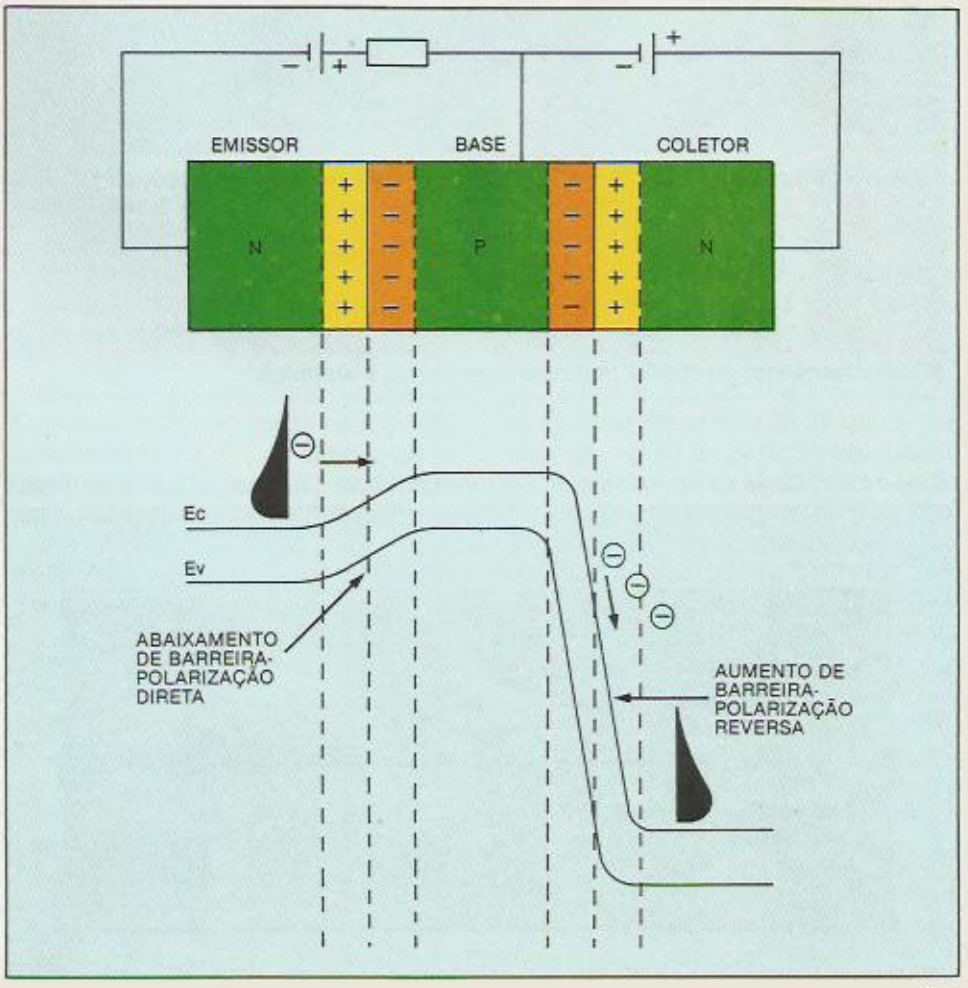


Diagrama 5. Cargas espaciais nas junções P-N de um transistor e faixas de energia ou faixas de potencial.

Diagrama 6. Com a polarização direta, ocorre a passagem de elétrons do emissor para a base. Como a base é estreita, os elétrons a atravessam e "caem" pela barreira base-coletor.

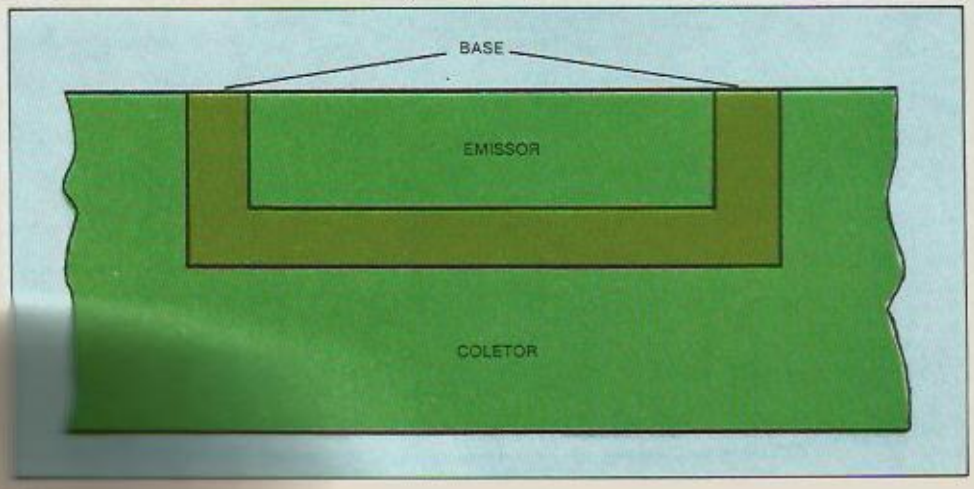


Uma pequena variação de 3 mA, por exemplo, na corrente de base, produz uma grande variação (300 mA) na corrente principal, entre o emissor e o coletor. O ganho de corrente (100, no exemplo acima) é indicado por β (beta).
Na explicação acima, consideramos o sentido real de circulação de corrente seguido pelos elétrons.
Trocando-se as regiões N por regiões P e vice-versa, obtém-se um transistor com emissor P, base N e coletor P, ou seja, um transistor PNP. Num transistor PNP, para se **polarizar diretamente** a junção base-emissor, baixando-se a barreira de potencial, deve-se aplicar o terminal **positivo no emissor P** e o terminal **negativo na base N**. Com relação à polarização **inversa** da junção base-coletor, deve-se aplicar o terminal **positivo da bateria na base N** e o **negativo no coletor P**. Com isso, são invertidos todos os sentidos de circulação das correntes.
Ainda abordando o comportamento elétrico dos semicondutores, vamos nos referir à **lacuna**, que é a ausência de um elétron, provocada pela introdução de uma substância trivalente numa estrutura de semicondutor tetravalente. Esse detalhe pode ser observado no diagrama 3.
Uma lacuna pode ser coberta por qualquer elétron de átomos vizinhos. Se isso ocorrer, a lacuna passa para esse átomo vizinho; assim, sucessivamente, a lacuna pode se propagar por todo o cristal. Como a lacuna tem um movimento em sentido contrário ao dos elétrons (pois é um buraco que vai sendo preenchido), considera-se que ela tenha uma carga positiva.
Uma propriedade muito interessante do transistor é a sua capacidade de operar como **fonte de corrente** por intermédio do seu coletor, ou seja, de fornecer a um resistor a ele ligado uma corrente cujo valor independe do valor do resistor. A variação da corrente de coletor provocada pela ação da corrente de base produzirá, no resistor, variações de tensão calculáveis com a aplicação da Lei de Ohm ($V = IR$). As variações de tensão no coletor dependem das variações da corrente de base e do valor do resistor R ligado ao coletor; quanto maior o valor do resistor R, maior será a variação de tensão no coletor, dentro, evidentemente, dos limites fixados pela tensão externa de alimentação. Esse efeito denomina-se **amplificação**; a amplificação é calculada pela relação entre a tensão obtida no resistor, chamada de **carga**, e a tensão aplicada à junção base-emissor, provocada pela corrente de base.



ACIMA: transistor de média potência com carcaça metálica.

Diagrama 7. Corte de um transistor, em que aparecem o coletor, a base e o emissor.



Através de que terminais circula a corrente de controle de um transistor NPN?
A corrente de elétrons sai pela base e entra pelo emissor, atravessando a junção P-N.

Em que consiste a transferência de resistência de um transistor?
Esta expressão se aplica quando a base do transistor é ligada à terra. A corrente de emissor num transistor é praticamente igual à corrente de coletor. Sendo a junção base-emissor polarizada diretamente, ocorre uma pequena tensão de entrada que, dividida pela corrente de emissor, resulta numa pequena resistência de entrada. Na junção base-coletor ocorre uma tensão elevada, pois a polarização é inversa. Com isso, a tensão elevada é dividida pela corrente de coletor, resultando numa resistência elevada de saída. Uma pequena resistência de entrada, portanto, é transformada em uma resistência elevada de saída.

Pode-se construir um elemento equivalente ao transistor ligando-se em série dois diodos unidos pelo catodo ou anodo e colocando-se o terminal de base no ponto de união?
Não, porque é preciso que a base seja muito estreita para que os elétrons possam atravessá-la. Por isso, o transistor deve ser feito em uma única peça monocristalina.

Um pedaço de semicondutor P ou N com impurezas pode ser carregado eletricamente?
Não, porque as cargas dos portadores móveis de carga (lacuna ou elétrons) são compensadas pelas cargas dos íons imóveis constituídos pelos átomos de impureza.

OS MÉTODOS PARA DESSOLDAR (2)

Num capítulo anterior, já focalizamos os passos necessários para a operação de dessoldagem, com destaque para alguns acessórios usados nesse processo. Hoje, vamos falar de dois outros dispositivos muito eficazes na absorção do material utilizado em soldagens anteriores. Como os demais, porém, estes também apresentam algumas limitações.

Um sistema muito utilizado na operação de dessoldagem é o que emprega o **aspirador de êmbolo**, independentemente do soldador, que é usado com sua ponta normal. Trata-se de uma bomba de forma cilíndrica, com uma das extremidades em bico; é através desse bico que o estanho é aspirado. Na outra extremidade da bomba um mecanismo aciona o êmbolo e também permite que ele seja bloqueado pela ação de uma trava, ao atingir o fundo. O mecanismo do êmbolo, nessas condições, permanece armado sob pressão de uma pequena mola.

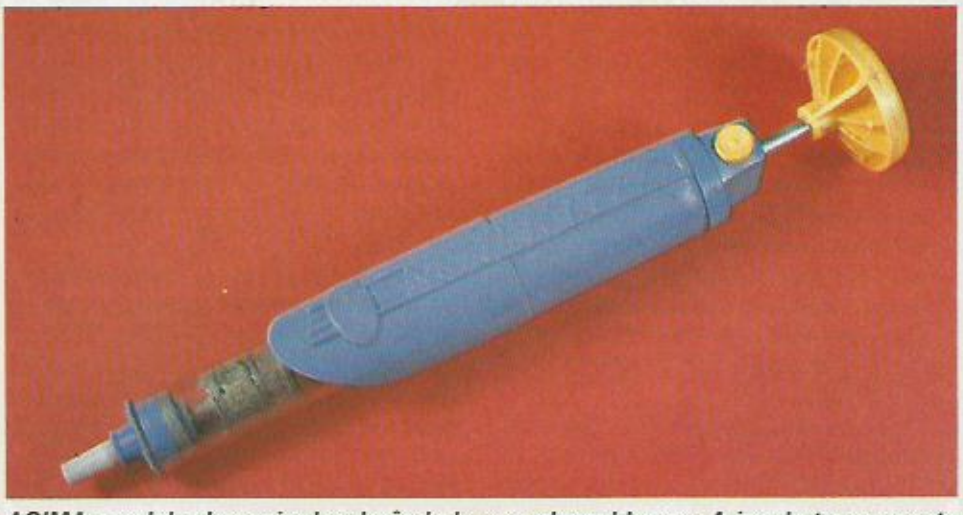
Para utilizar o aspirador, aquece-se inicialmente a solda com a ponta do soldador, até a fusão do estanho. Aciona-se, então, o mecanismo da bomba e cobre-se com o bico toda a área fundida. Em seguida, comprime-se o botão de acionamento que destrava esse mecanismo; rapidamente, o êmbolo retrocede, impelido pela mola. Mediante esse movimento, o estanho fundido é aspirado completamente.

Esse acessório apresenta as seguintes vantagens:

- O bico não entope, pois é feito de material plástico (teflon), o que impede a aderência do estanho.
- A força de sucção da bomba é muito intensa, o que faz com que o estanho seja removido rapidamente.

Porém, o acessório apresenta também alguns inconvenientes:

- Ao executar a operação de dessoldagem, é necessário trabalhar com ambas as mãos, simultaneamente: uma dirigindo o soldador e a outra acionando a bomba de dessoldar.
- A ação da bomba deve ser muito rápida, para conseguir evitar que a liga seja solidificada, principalmente nos casos em que não é possível executar ao mesmo tempo o aquecimento e a aspiração.



ACIMA: modelo de aspirador de êmbolo para dessoldagem. A janela transparente permite controlar o acúmulo de estanho no interior da bomba.

Esse dispositivo, desde que seja de um modelo que garanta forte aspiração, proporciona uma extração mais perfeita do estanho do que os acessórios citados anteriormente, mas também requer maior perícia no seu emprego.

Finalmente, um outro sistema bastante difundido é o que emprega uma trancinha de fios de cobre como meio de eliminar o estanho.

A **trancinha dessoldante**, feita de fios de cobre muito finos entrelaçados, forma uma tira chata de espessura reduzida. Ela é encontrada no comércio em carretéis envolvidos por um recipiente plástico, e tem um furo por onde passa a extremidade da trança.

Para dessoldar, coloca-se sobre a parte soldada uma pequena porção da trancinha, aplicando-se sobre esta o soldador: o calor passa para o estanho e provoca a sua fusão. Então, por um fenômeno de **capilaridade**, que ocorre nos pequenos espaços vazios contidos na trança, o estanho é absorvido. Essa porção da trancinha fica inutilizada. Se a quantidade de estanho absorvida não for suficiente, deve-se repetir a operação até a completa eliminação da liga, sempre com novos pedaços de trancinha.

Para facilitar as seguidas dessoldagens, os segmentos da trancinha usada anteriormente são cortados e eliminados. Este é um sistema que apresenta as seguintes vantagens:

- A absorção do estanho é garantida, porque a operação pode se repetir, com a utilização da quantidade de trancinha que for necessária, e não depende da ação de um dispositivo pneumático.
- Como o calor é aplicado durante a absorção do estanho, não há o risco de eventuais resfriamentos que produzam modificação na liga.



ACIMA: aspirador dessoldante, semelhante ao da página anterior. Para aspirar o estanho, deve-se acionar o mecanismo do êmbolo e, em seguida, pressionar o botão metálico.

- A trancinha dessoldante pode ser aplicada com bastante facilidade nos circuitos impressos.

Embora o processo da trancinha seja bastante eficaz, o seu uso também apresenta algumas desvantagens:

- Trata-se de um processo relativamente demorado, pois para cada dessoldagem é necessário repetir a operação duas ou três vezes.
- Como o material consumido não pode ser recuperado, é necessário adquirir periodicamente novos carretéis, o que acaba sendo uma prática dispendiosa.

E há ainda um outro detalhe: quando se trabalha nos furos metalizados de um circuito impresso, torna-se difícil ajustar a trancinha à solda existente e aspirar o estanho. Nesse caso, é preferível recorrer a outros processos.

Um sistema para cada caso

Considerando-se as vantagens e desvantagens que os três sistemas descritos (dessoldador de pêra, aspirador de êmbolo e trança dessoldante) apresentam, recomendamos o uso dos dois primeiros, enquanto a trancinha pode ser utilizada como complemento desses métodos e apenas em determinadas ocasiões.

Para principiantes, recomendamos o primeiro método descrito (dessoldador de pêra). Só depois de adquirida alguma experiência deve-se passar aos outros sistemas, adotando-se o mais indicado para as necessidades de cada caso em particular.

Para a dessoldagem de componentes providos de um grande número de terminais, como os circuitos integrados, são encontrados à venda alguns outros tipos de acessório. Como exemplo podemos citar as pontas para soldadores que aquecem todos os terminais dos circuitos integrados, providas de pezinhos dispostos em duas filas paralelas (*dual-in-line*) e de uma pinça extratora. Com o auxílio desses acessórios pode-se empregar o sistema mais simples (dessoldador de pêra), que já foi descrito anteriormente.

A ponta para soldador permite a aplicação simultânea de calor em todos os pontos soldados, ao mesmo tempo em que é feita a tração necessária sobre o corpo do circuito integrado com a pinça extratora, para remover o componente. Depois, o estanho dos terminais e dos furos do circuito impresso pode ser eliminado por meio de um dos sistemas já citados.

Também na extração dos circuitos integrados montados sobre soquete a pinça extratora é de grande utilidade, pois evita o manuseio ou a torção dos terminais, o que poderia danificá-los irreparavelmente.

Devemos também tomar algumas precauções quando desejamos dessoldar e remover os componentes de uma placa de circuito impresso. Esses cuidados devem ser levados em conta principalmente no caso em que os componentes são montados e soldados com os terminais fixados mecanicamente de alguma maneira no circuito impresso, visando dar maior resistência mecânica na união desses componentes à placa e eliminando, dessa

ABAIXO: trancinha dessoldante. Vem acondicionada num recipiente plástico, do qual é extraída mediante ligeira pressão. O material consumido não pode ser recuperado, é necessário adquirir periodicamente novos carretéis.



ABAIXO: ponta para soldador com duas fileiras de pezinhos, utilizada em circuitos integrados. Permite a aplicação simultânea de calor em todos os pontos soldados.



forma, os efeitos de trações indesejadas como, por exemplo, as vibrações por ventura sofridas durante o transporte do aparelho.

Quando se trata de circuito impresso de uma só face, onde os terminais não foram fixados mecanicamente, é suficiente retirar com cuidado todos os traços de estanho que ficaram nos terminais do componente, de forma a eliminar por completo os pontos de união com o circuito impresso, o que permite removê-lo com facilidade.

Nos casos de fixação mecânica dos terminais não é possível realizar essa operação de maneira tão simples. Deve-se recorrer, então, ao corte da extremidade do terminal logo acima da superfície do circuito impresso. Dessa maneira, o componente é extraído sem dificuldade, mas fica inutilizado para uma montagem posterior, mesmo que não apresente nenhum defeito de funcionamento.

Já a montagem dos componentes nos circuitos impressos de duas faces, dos aparelhos industrializados, é executada soldando-se os terminais nas duas faces, quando é possível. Com a soldagem, ocorrerá um derramamento da solda pelo furo metalizado, contribuindo para melhorar a ligação elétrica, além de ajudar na fixação do componente na placa.

Dessa maneira, não é necessário que os componentes sejam fixados mecanicamente, pois já estarão bem fixados após a soldagem. No entanto, nesse tipo de montagem, exige-se maior atenção na retirada de um terminal, pois além de se retirar a solda nas duas faces do circuito impresso, deve-se tomar cuidado com eventuais resíduos de estanho ali depositados que podem danificar a superfície interna do furo metalizado; nesse caso, recomenda-se que seja feito o corte do terminal pelo mesmo processo do caso anterior.

Esse procedimento pode inutilizar o componente, razão pela qual devemos fazer cuidadosamente as verificações iniciais. Elas possibilitam a identificação precisa de falhas ou defeitos, na tentativa de preservar o maior número possível de componentes, para não elevar o custo do conserto.

NOÇÕES TEÓRICAS

A impedância

O conceito de impedância constitui uma generalização do conceito de resistência e aplica-se, especialmente, às correntes alternadas.

A resistência à passagem da corrente está presente em maior ou menor intensidade em todos os materiais. A circulação de corrente por um elemento que apresenta resistência provoca a absorção de uma certa quantidade de potência, que é transferida ao ambiente sob a forma de calor. A resistência estabelece uma relação entre tensões e correntes, relação que é dada pela fórmula $V = RI$. *No caso das correntes alternadas, a relação entre tensão e corrente recebe o nome de impedância.*

Uma impedância tem dois componentes: a ***resistência****, que dissipa energia, e a* ***reatância****, que a armazena. A reatância, ao contrário da resistência, não dissipa potência, apenas a armazena por alguns instantes para, em seguida, devolvê-la em outros. Existem dois tipos de reatância: a indutiva e a capacitiva. A reatância indutiva se define como a oposição oferecida por uma bobina ou solenóide à modificação da corrente em seus terminais, ou seja, à circulação de uma corrente alternada. Seu valor depende da freqüência da corrente e de uma outra grandeza, a* ***indutância****. A indutância depende do número de espiras da bobina e do material empregado em seu núcleo. A reatância indutiva é calculada pela fórmula:*

Reatância indutiva $= X_L = 2.\pi.f.L$,

onde $\pi = 3{,}1416$, *f é a freqüência e L, a indutância.*

A reatância capacitiva é a oposição oferecida por um capacitor à mudança de tensão em seus terminais. Por isso, mede o grau de facilidade com o qual uma corrente alternada pode passar pelo capacitor. A reatância capacitiva é inversamente proporcional à freqüência e à capacidade. Calcula-se com a seguinte fórmula:

Reatância capacitiva $= X_c = 1/(2.\pi.f.C)$,

sendo C a capacitância.

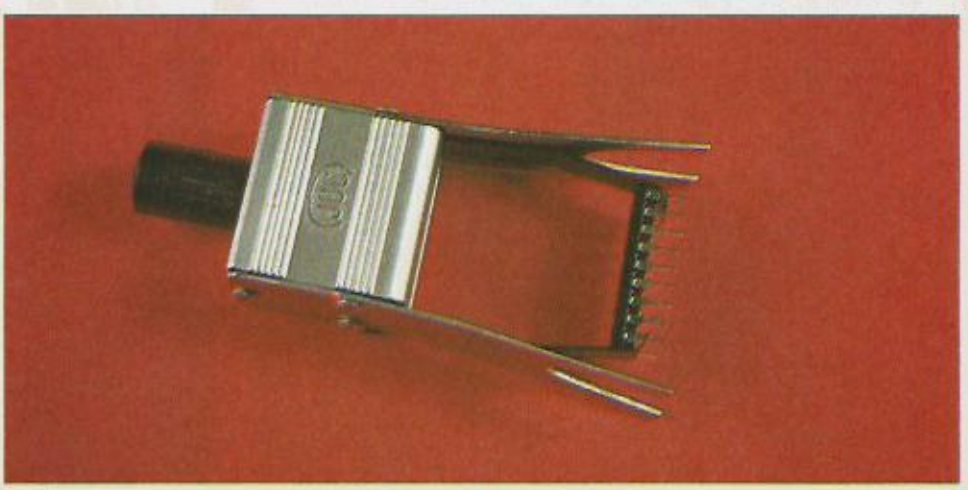
Notamos que enquanto a reatância indutiva aumenta com a freqüência, a reatância capacitiva diminui; isto quer dizer que as bobinas tendem a bloquear a passagem de correntes de alta freqüência e os condensadores a bloquear a passagem de correntes de baixa freqüência. Ambos os elementos podem ser combinados para controlar determinada faixa de freqüência, solução adotada na realização dos filtros. Na prática, o módulo da impedância é calculado pela seguinte relação:

$$Z = \sqrt{\sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}}.$$

sendo Z a impedância.

Esta fórmula é aplicável a qualquer circuito, onde R é a resistência ***ôhmica*** *e* X_L *e* X_c *são as reatâncias. De modo geral, as letras Z e X são usadas para designar esses fatores.*

A unidade empregada para medir a impedância é o ohm. Pela fórmula acima, quando X_L *é igual a* X_c *a impedância será somente resistiva, pois a reatância anula um e outro. Este fenômeno, que recebe o nome de ressonância, ocorre apenas em determinada freqüência.*



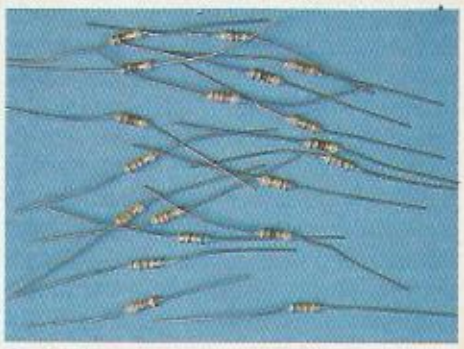
AO LADO: pinça extratora para circuitos integrados. Permite exercer uma tração uniforme sobre o corpo do componente, o que facilita a dessoldagem.

SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS

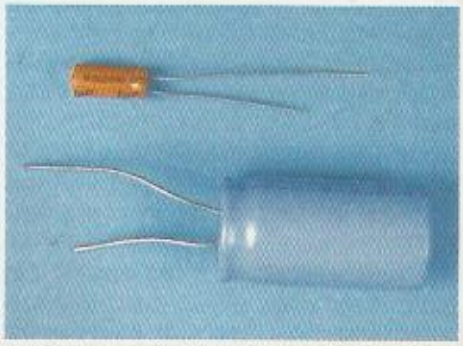
Esse aparelho pode acender e apagar seqüencialmente quatro conjuntos de lâmpadas. Sua potência máxima por canal é de 300 W para 110 V ou 600 W para 220 V. Com o seqüencial de 4 canais é possível produzir efeitos luminosos, como a oscilação das luzes, que acompanham ritmos musicais. É muito útil em festas, vitrinas e letreiros comerciais.



1. Peças que serão usadas na montagem do kit.

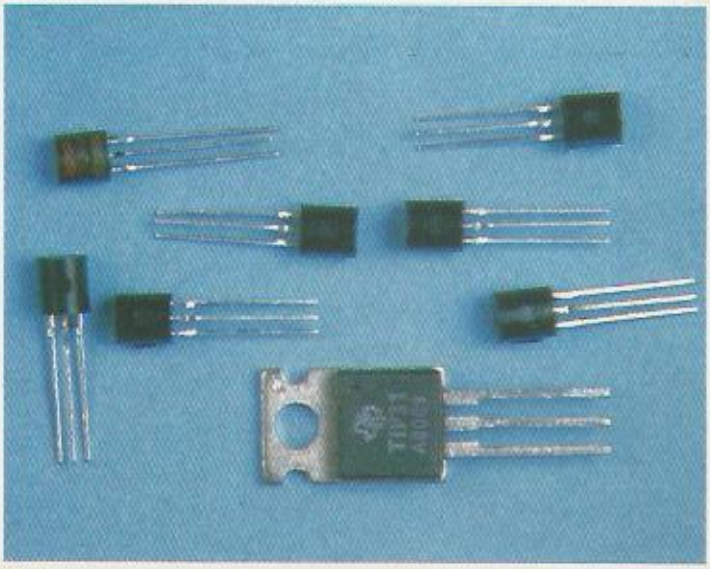


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R19).

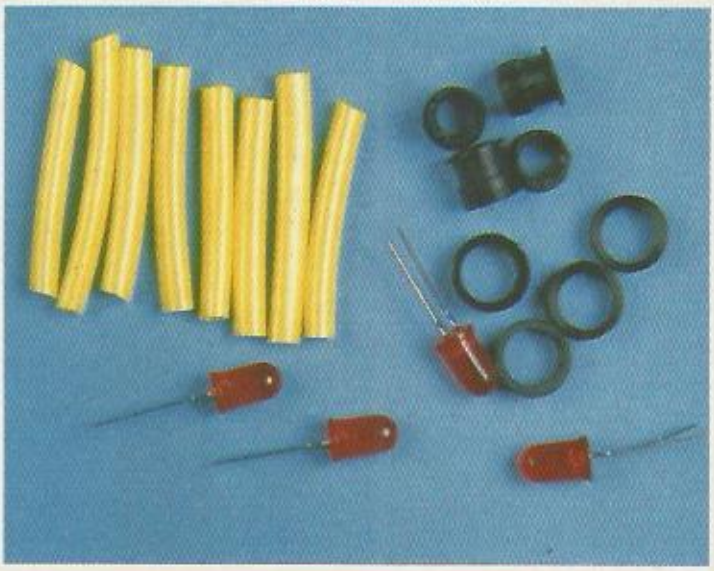


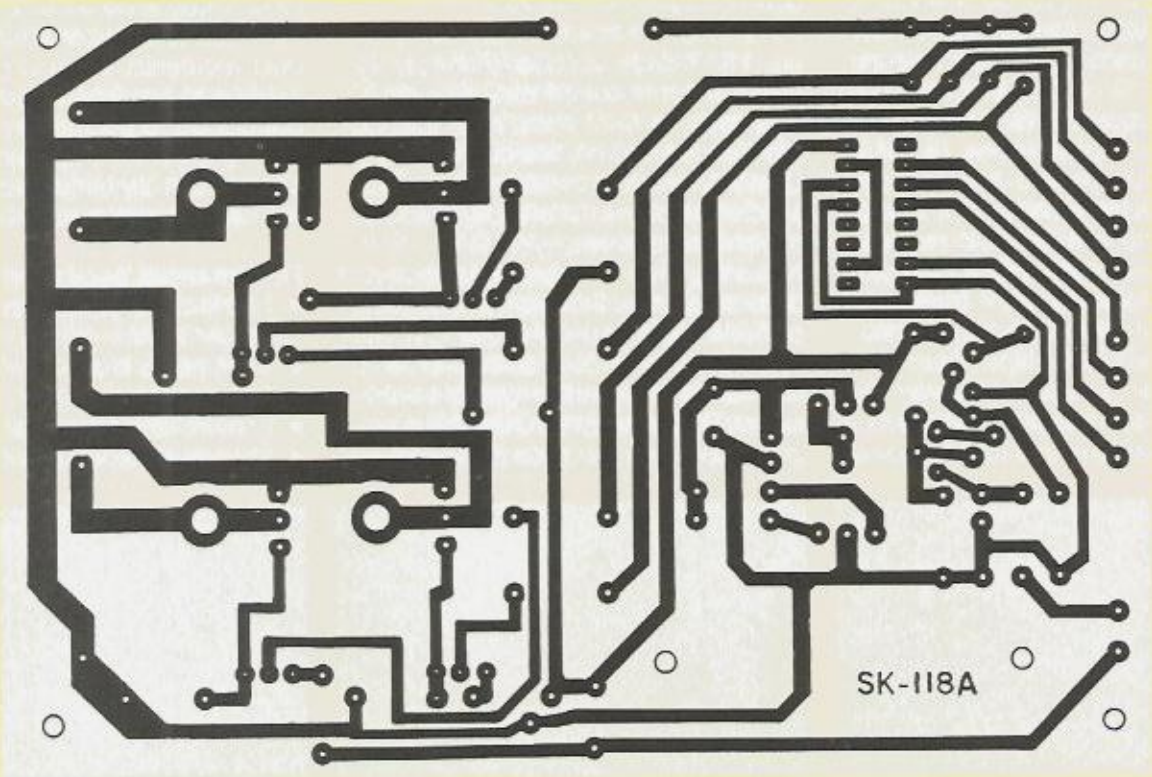
3. Capacitores eletrolíticos (C1 e C2).

4. Um transistor TIP31 (T1), um transistor BC558 (T2), seis transistores BC548 (T3 a T8).



5. Quatro leds, quatro suportes e oito espaguetes.



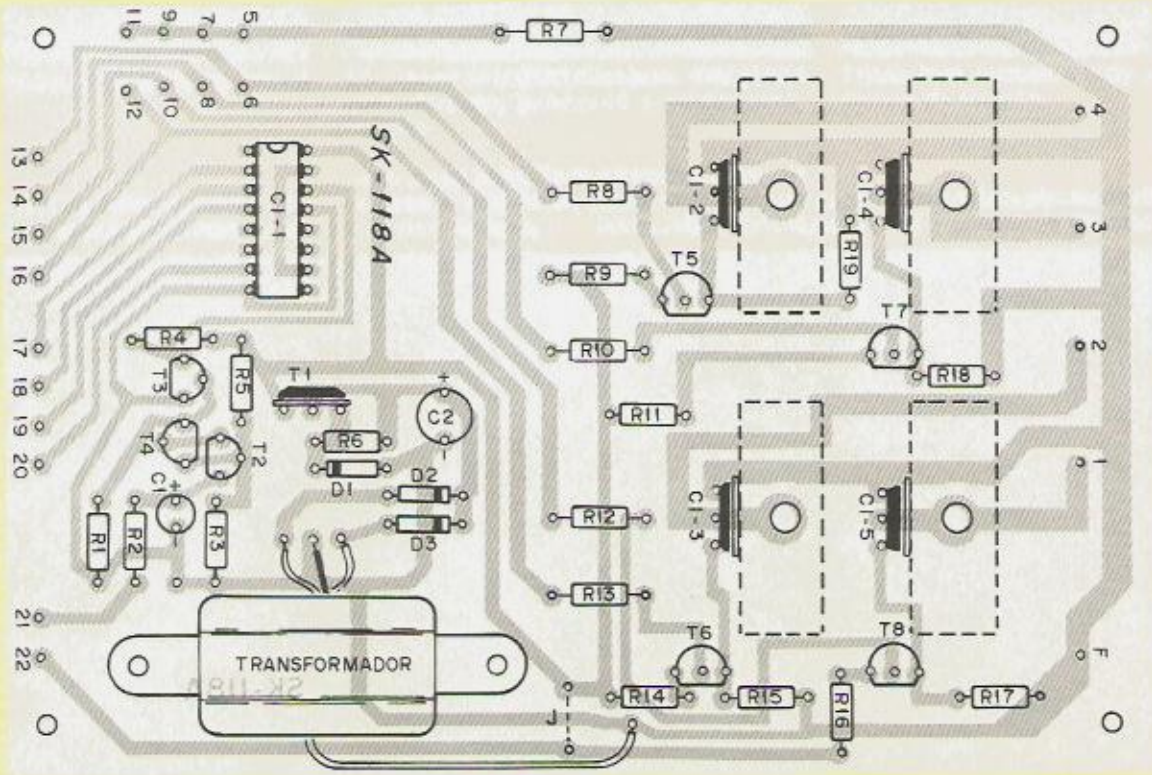


O traçado do circuito

Acima, o traçado das trilhas do circuito impresso. Como ele se encontra em tamanho natural, é só copiá-lo em papel milimetrado.

O desenho do circuito

Abaixo, o desenho mostrando a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso.



MONTAGEM

O seqüencial de 4 canais é um aparelho que tem a função de acender e apagar seqüencialmente quatro conjuntos de lâmpadas, que poderão estar ligadas em 110 ou 220 V. Depois de montado, o seqüencial de 4 canais produzirá efeitos espetaculares de luz e movimento. Ele poderá ser ajustado para as lâmpadas acenderem e apagarem de acordo com o ritmo musical. Este aparelho é muito usado para produzir efeitos luminosos em festas, árvores de natal, letreiros, vitrinas, etc.

Em cada canal desse aparelho, você pode instalar qualquer conjunto de lâmpadas, desde que a potência máxima consumida por canal não exceda a 300 W, quando ligadas em 110 V, e a 600 W, quando em 220 V.

Por exemplo, o aparelho quando ligado em 110 V pode acender e apagar seqüencialmente quatro conjuntos de 60 lâmpadas de 5 W cada, num total de 240 lâmpadas (5 W), nos quatro canais. O seqüencial de 4 canais tem recursos suficientes para criar efeitos luminosos muito interessantes.

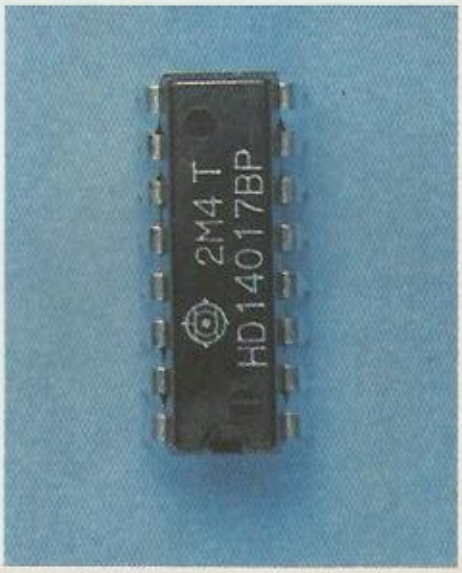
A montagem é simples, sem necessidade de ajustes. Este aparelho tem um controle de freqüência que permite modificar a velocidade de acionamento dos canais onde estão ligadas as lâmpadas. Possui também uma chave programadora que modifica o movimento seqüencial das lâmpadas: da direita para a esquerda ou vice-versa. Esses controles podem ser acionados a qualquer momento. Os quatro leds do painel frontal funcionam como monitores dos canais, isto é, o que ocorre com o led do canal 1 é exatamente o que ocorre com as lâmpadas desse mesmo canal, e assim sucessivamente.

Ferramentas necessárias

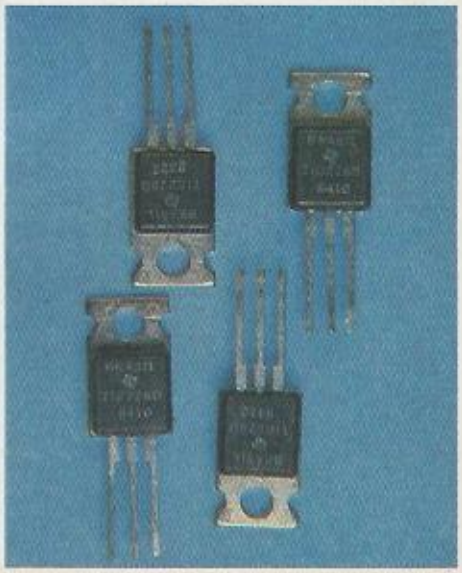
- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda de tamanho médio
- 1 chave de fenda Phillips



6. Diodo zener (D1) e diodos retificadores (D2 e D3).

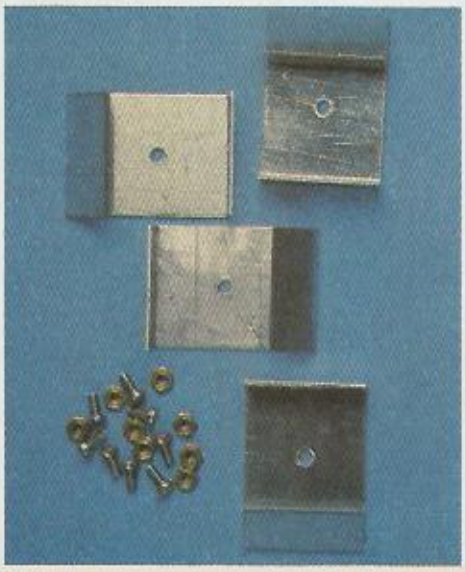


7. Circuito integrado (CI1).



8. Quatro triacs (CI2 a CI5).

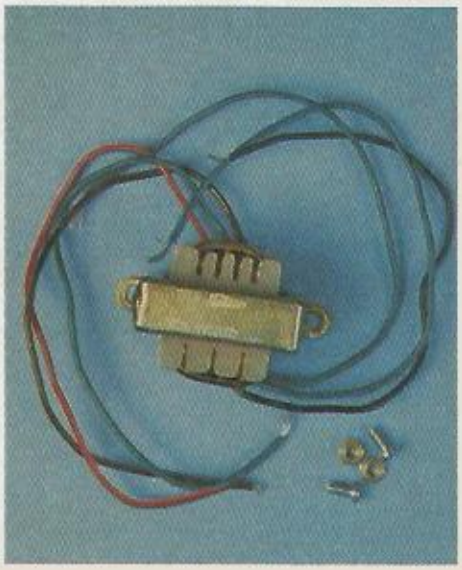
9. Quatro radiadores de calor para os triacs, com parafusos e porcas.



10. Potenciômetro deslizante, knob, chave H-H com fenda, parafusos e porcas para fixação.



11. Transformador de força com parafusos e porcas de fixação.

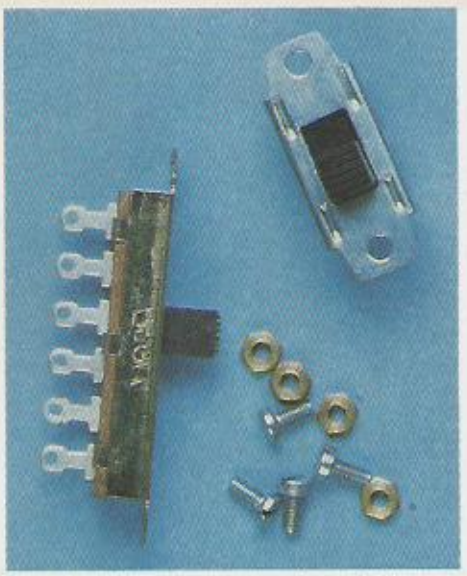


Componentes

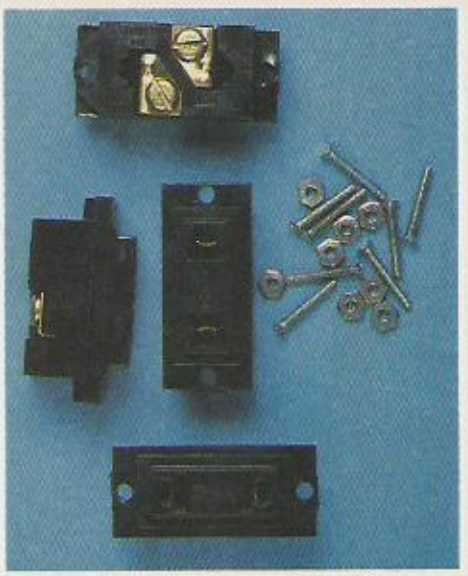
- uma placa de circuito impresso (largura = 100 mm; profundidade = 150 mm)
- 19 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R19 da placa, com os seguintes valores e cores para identificação:
  R1 - 100 Ω (marrom-preto-marrom)
  R2 - 120 KΩ (marrom-vermelho-amarelo)
  R3 - 270 Ω (vermelho-violeta-marrom)
  R4 - 6,8 KΩ (azul-cinza-vermelho)
  R5 - 270 Ω (vermelho-violeta-marrom)
  R6 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R7 - 100 Ω (marrom-preto-marrom)
  R8 - 6,8 KΩ (azul-cinza-vermelho)
  R9 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R10 - 6,8 KΩ (azul-cinza-vermelho)
  R11 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R12 - 6,8 KΩ (azul-cinza-vermelho)
  R13 - 6,8 KΩ (azul-cinza-vermelho)
  R14 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R15 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
  R16 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R17 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
  R18 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
  R19 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
- 1 diodo zener de 13 V - 400 mW, na posição D1 da placa, e 2 diodos 1N4002 ou o equivalente FD1029, identificados por D2 e D3 na placa
- 2 capacitores eletrolíticos, nas posições C1 e C2 da placa, com os seguintes valores:
  C1 - 1 μF x 100 V - unilateral
  C2 - 1000 μF x 40 V - unilateral
  (O termo unilateral significa: dois terminais montados de um só lado do componente.)
- 1 transistor TIP31 ou o equivalente 2N6121, na posição T1 da placa; 1 transistor BC558, na posição T2 da placa; e 6 transistores BC548 ou os equivalentes BC547 ou BC549, indicados por T3 a T8 na placa
- 1 circuito integrado HD14017BP, na posição CI1 da placa
- 4 triacs TIC226D ou TIC236D, indicados por CI2 a CI5 na placa
- 1 transformador primário 110/220 V e secundário (12 + 12 V) -75 mA



12. Porta-fusiveis mini e fusivel de 3A.

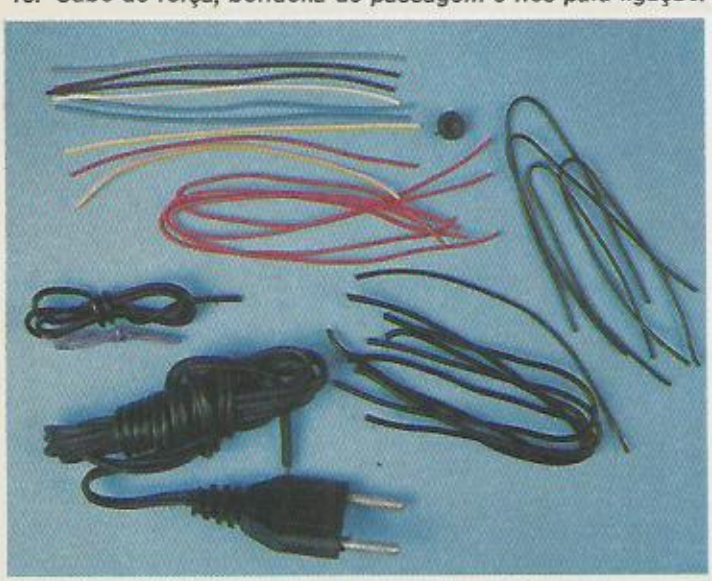


13. Chave H-H (4x2) e chave H-H (2x2) com alavanca, parafusos e porcas para fixação.



14. Quatro tomadas com parafusos e porcas de fixação.

15. Cabo de força, borracha de passagem e fios para ligação.

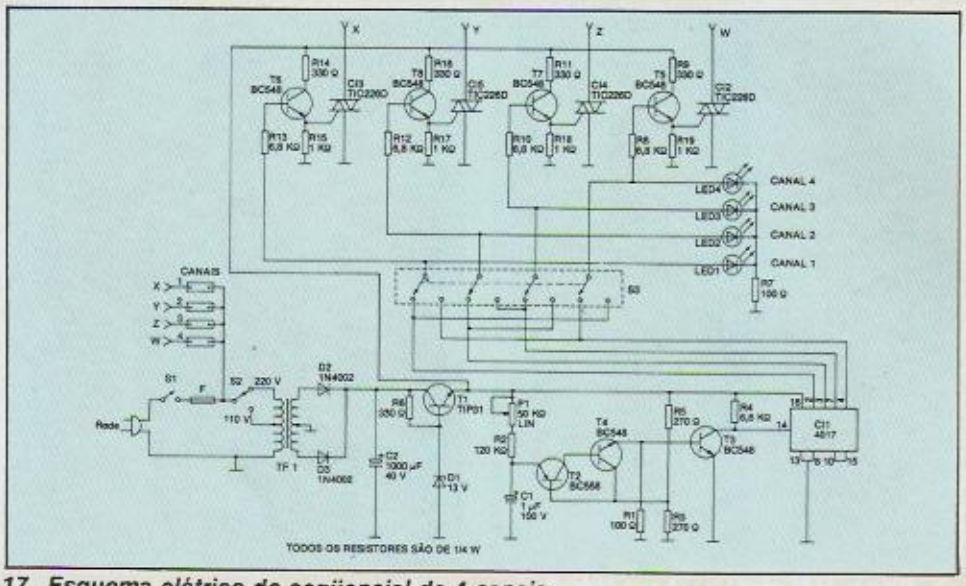


16. Chassi, tampa superior e traseira, painel frontal, pés de borracha, arruelas, parafusos e porcas de fixação.



MONTAGEM

- 4 radiadores de alumínio
- 4 tomadas de painel modelo 5400
- 1 porta-fusíveis míni
- 1 fusível 3 A míni
- 1 chave H-H (2x2) com fenda
- 1 chave H-H (2x2) com alavanca
- 1 chave H-H (4x2) com alavanca
- 1 cabo de força (2x20)
- 1 potenciômetro deslizante 50 KΩ linear
- 4 leds vermelhos de 5 mm
- 4 suportes de led
- 4 anéis travadores dos leds
- 1 knob para potenciômetro
- 1 chassi com tampa superior (altura = 60 mm; largura = 130 mm; profundidade = 170 mm)
- 1 tampa traseira
- 1 painel frontal
- 4 pés de borracha
- 1 borracha de passagem pequena
- 30 cm de fio preto n.º 18
- 4 pedaços de 15 cm de fio preto n.º 18
- 20 cm de fio preto n.º 18
- 4 pedaços de 15 cm de fio vermelho n.º 24
- 4 pedaços de 15 cm de fio preto n.º 24
- 15 cm de fio violeta n.º 24
- 10 cm de fio preto n.º 24
- 10 cm de fio cinza n.º 24
- 10 cm de fio branco n.º 24
- 10 cm de fio amarelo n.º 24
- 10 cm de fio azul n.º 24
- 10 cm de fio laranja n.º 24
- 10 cm de fio verde n.º 24
- 2 pedaços de 10 cm de fio marrom n.º 24
- 10 cm de fio vermelho n.º 24
- 8 pedaços de espaguete
- 12 parafusos de 3/32" x 5/8"
- 20 porcas de 3/32"
- 20 parafusos de 3 mm x 8 mm
- 16 porcas de 3 mm
- 6 parafusos Phillips pretos de 3 mm x 10 mm
- 4 arruelas
- 1 pote de pasta térmica
- 1 pedaço de solda 60/40



17. Esquema elétrico do seqüencial de 4 canais.

Montagem

Vamos começar a montagem. Os passos são os seguintes:

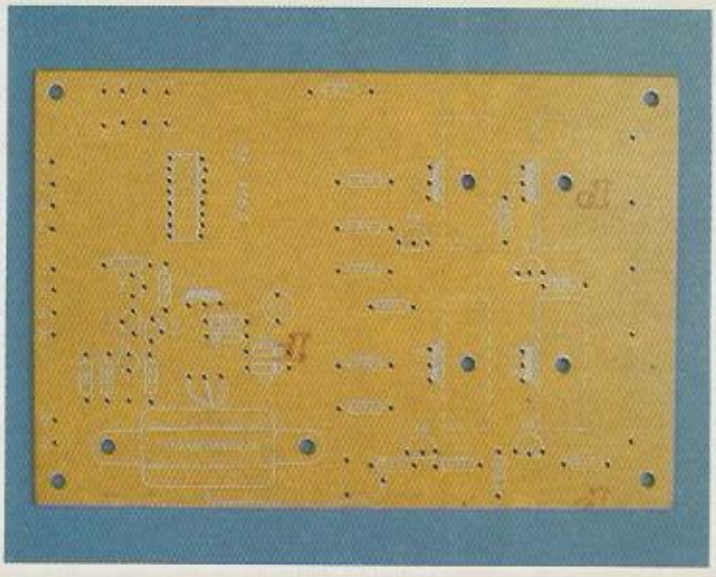
1.º) Coloque os resistores de R1 a R19 nos furos correspondentes da placa de circuito impresso (veja foto 19).

2.º) Coloque os diodos D1 a D3 na placa de circuito. Verifique se a marca existente no corpo dos diodos coincide com a marca do desenho da placa (veja foto 19).

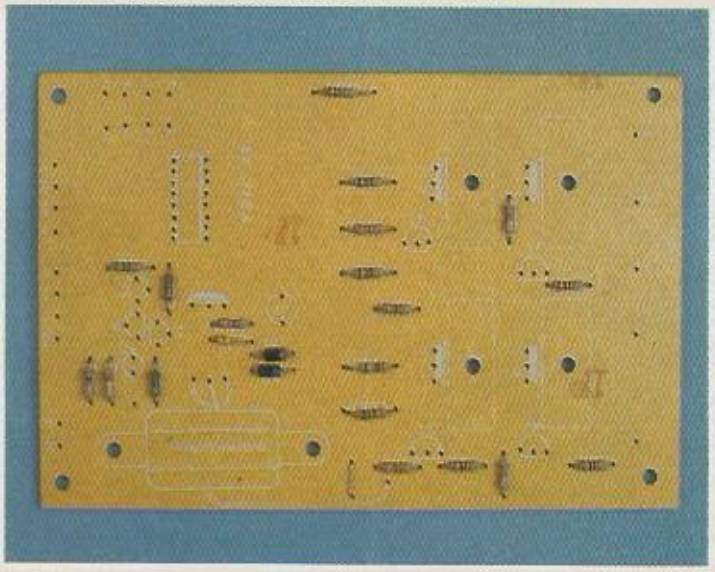
3.º) Faça o jumper (J), usando um pedaço de terminal já cortado (veja foto 19).

4.º) Monte os transistores T1 a T8 na placa. O transistor T1 deve ter a sua parte metálica voltada para o desenho do transformador na placa. Os demais devem ter seus chanfros coincidindo com o lado reto do desenho da placa (veja foto 20).

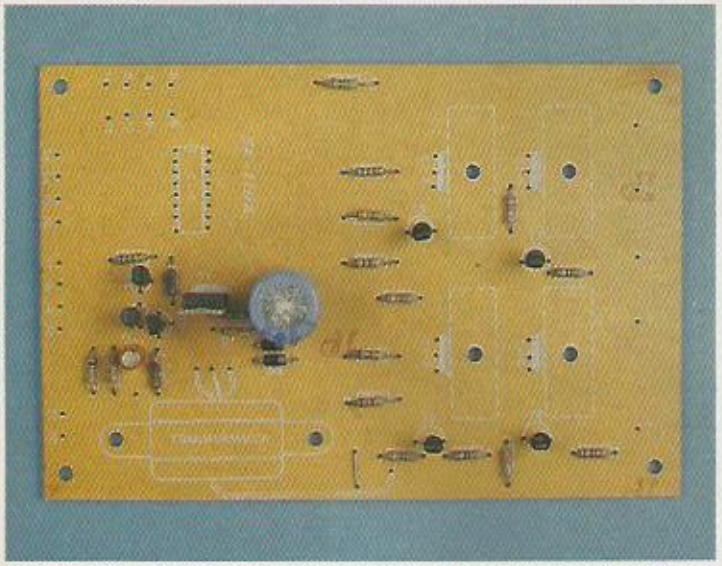
18. Placa de circuito impresso do seqüencial de 4 canais.



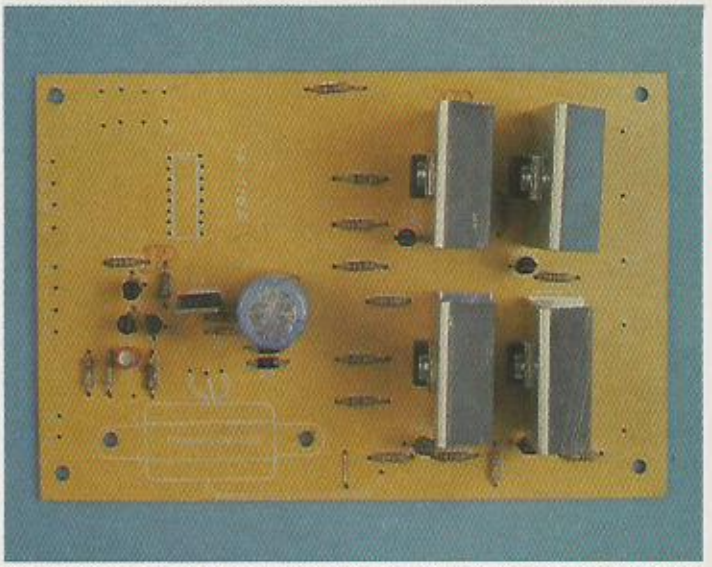
19. Colocação de resistores (R1 a R19), dos diodos (D1 a D3) e do jumper (J), na placa de circuito impresso.



5.º) Solde os capacitores eletrolíticos C1 e C2 na placa. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 20).
6.º) Espalhe um pouco de pasta térmica nas partes metálicas dos triacs CI2 a CI5 e parafuse cada um no seu respectivo radiador de calor, de tal maneira que os seus terminais fiquem voltados para a parte plana dos radiadores (veja foto 21).
7.º) Fixe os 4 radiadores com seus triacs nas posições CI2 a CI5 da placa (veja foto 21). As cabeças dos parafusos de fixação deverão ficar no lado cobreado da placa de circuito.
8.º) Fixe o transformador de força no circuito impresso de tal maneira que os 3 fios do primário, de três cores diferentes (vermelho, verde e marrom), fiquem voltados para o lado de fora da placa. Os outros 3 fios do secundário, de duas cores diferentes (verde e preto), devem ser cortados e soldados na placa, assim: o fio preto no furo central e os outros dois fios verdes nos furos laterais (veja fotos 22 e 23).
9.º) Solde o circuito integrado CI1 na placa de tal forma que a ranhura existente em seu corpo coincida com a marcação do desenho da placa. Não demore muito para soldar esse componente, pois o excesso de calor poderá danificá-lo (veja foto 22).
10.º) Pegue os 4 leds vermelhos e note que em cada led existe um lado chanfrado que corresponde a um determinado terminal de ligação. Separe 8 pedaços de espaguete, 4 pedaços de 15 cm de fio vermelho n.º 24 e 4 pedaços de 15 cm de fio preto n.º 24. Solde 1 pedaço de fio preto no terminal do lado chanfrado do led e, no outro terminal, solde 1 pedaço de fio vermelho. Coloque 1 pedaço de espaguete no fio vermelho e outro pedaço no fio preto, de tal maneira que eles protejam as ligações anteriores efetuadas. Dê um nó nesses dois fios, junto aos espaguetes (veja foto 23). Repita a operação para montar os outros 3 leds.

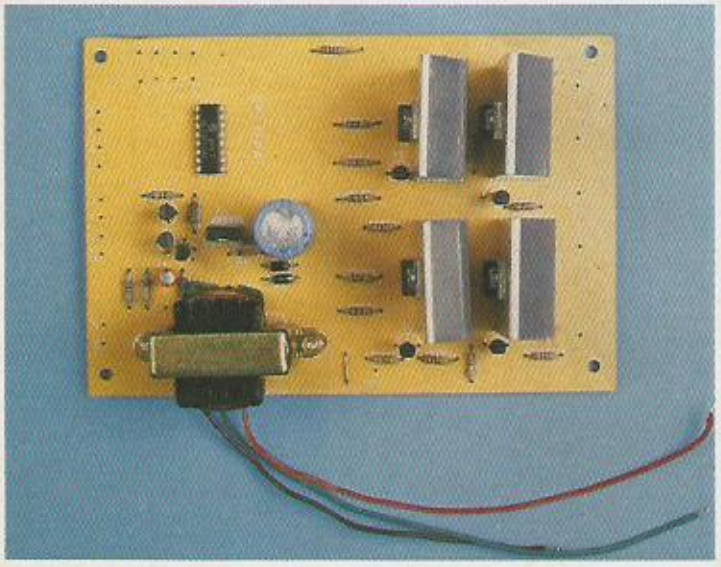


20. Montagem dos transistores (T1 a T8) e dos capacitores eletrolíticos (C1 e C2) no circuito impresso.

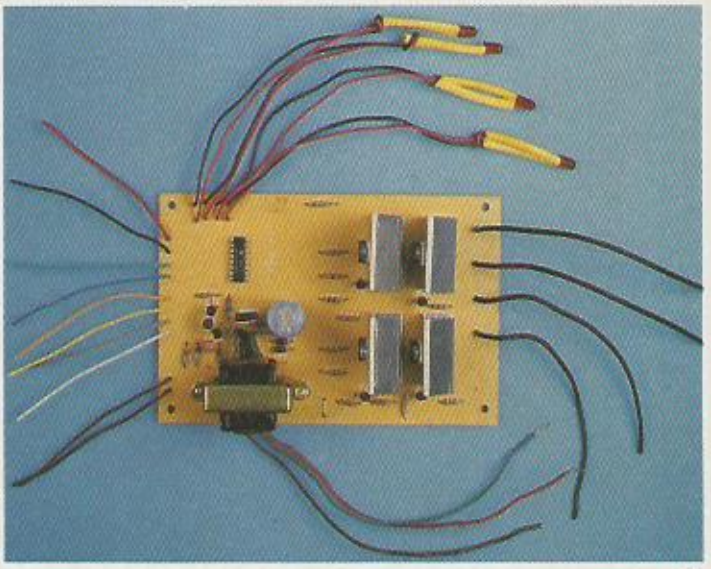


21. Colocação e fixação dos triacs (CI2 a CI5) e seus radiadores no circuito impresso.

22. Montagem do transformador de força e montagem do circuito integrado (CI1) na placa de circuito impresso.



23. Ligação dos oito fios dos quatro leds nos furos (5 a 12) e ligação de fios nos furos existentes na placa de circuito.



11.º) Ligue os 8 fios dos leds nos furos (5 a 12) da placa de circuito impresso, seguindo as duas colunas da direita da tabela I (veja foto 23).

TABELA I
COLOCAÇÃO DOS LEDS E LIGAÇÃO NA PLACA

LED/CANAL	FIOS	Nº DOS FUROS NA PLACA
1	vermelho	12
	preto	11
2	vermelho	10
	preto	9
3	vermelho	8
	preto	7
4	vermelho	6
	preto	5

TABELA II
LIGAÇÃO DOS FIOS NA PLACA, NAS TOMADAS, NO POTENCIÔMETRO E NA CHAVE H-H (4x2)

TOMADAS	FIOS	Nº DOS FUROS NA PLACA
1	15 cm/preto nº 18	2
2	15 cm/preto nº 18	1
3	15 cm/preto nº 18	3
4	15 cm/preto nº 18	4
TERMINAL DO POTENCIÔMETRO		
inferior	10 cm/marrom nº 24	21
superior	10 cm/marrom nº 24	22
Nº DOS TERMINAIS DA CHAVE H-H (4x2)		
5	10 cm/vermelho nº 24	13
8	10 cm/preto nº 24	14
2	10 cm/verde nº 24	15
11	10 cm/azul nº 24	16
4	10 cm/laranja nº 24	17
3	10 cm/amarelo nº 24	18
6	10 cm/cinza nº 24	19
1	10 cm/branco nº 24	20

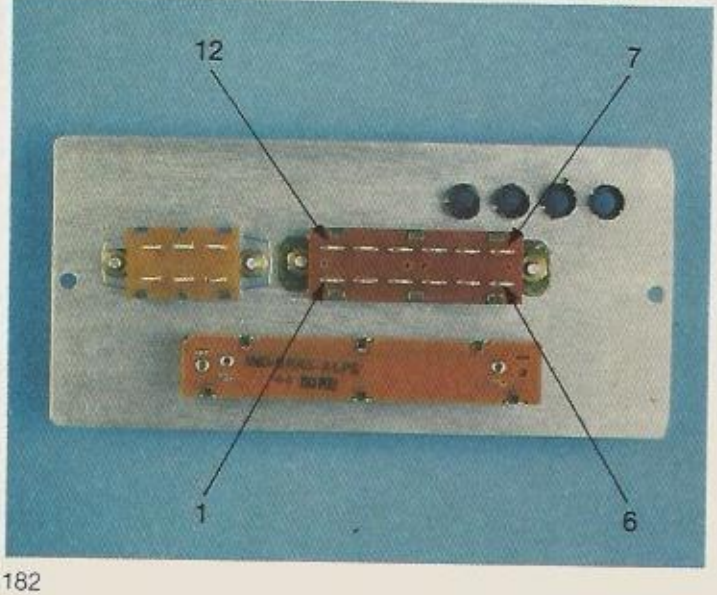


24. Colocação da chave H-H (2x2) com fenda, da borracha de passagem, das quatro tomadas e do porta-fusíveis na tampa traseira.



25. Colocação dos fios jampeados nas quatro tomadas fixadas na tampa traseira.

26. Colocação das chaves H-H (4x2) e H-H (2x2) dos quatro suportes de leds e do potenciômetro deslizante no painel frontal.



27. Vista superior da tampa traseira e do painel frontal prontos.



TABELA III LIGAÇÃO ENTRE OS TERMINAIS DA CHAVE H-H (4x2)	
TERMINAIS DA PARTE INFERIOR	TERMINAIS DA PARTE SUPERIOR
1	7
6	12
3	9
4	10

12.º) Ligue os fios, indicados na tabela II, nos furos da placa, orientando-se pelas duas colunas da direita dessa mesma tabela (veja foto 23).

13.º) Fixe as 4 tomadas de painel, o porta-fusíveis (com o seu fusível dentro), a chave H-H (2x2) com fenda e a borracha de passagem na tampa traseira (veja foto 24).

14.º) Faça os jumpers nas tomadas de painel com o pedaço de 20 cm de fio preto n.º 18, parafusando-o entre os terminais (veja foto 25).

15.º) No painel frontal, fixe a chave H-H (2x2) com alavanca e a chave H-H (4x2) com alavanca. Depois, fixe o potenciômetro deslizante.

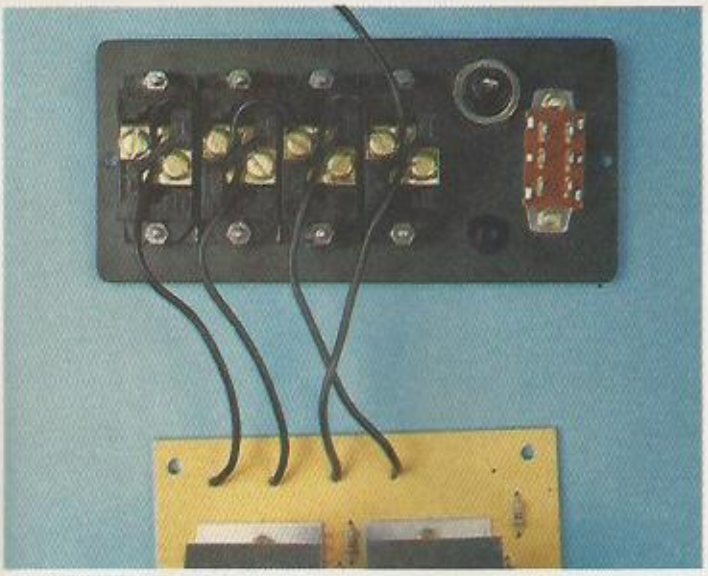
Coloque também os 4 suportes dos leds vermelhos (veja foto 26). Observe que os dois terminais do potenciômetro deslizante, mais próximos entre si, devem ficar do lado esquerdo do painel frontal.

16.º) Observe o aspecto final do painel frontal e da tampa traseira depois de montados (veja foto 27).

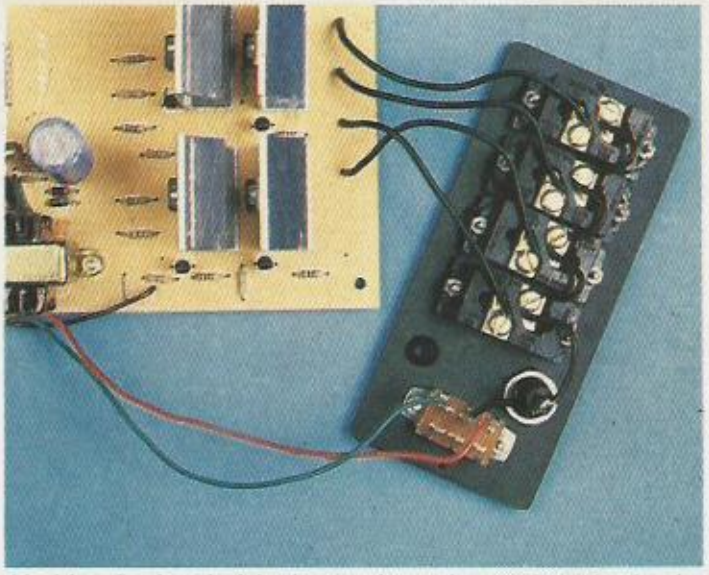
17.º) Pegue a placa de circuito impresso montada anteriormente e a tampa traseira.

Ligue os 4 fios pretos da placa de circuito impresso (situados ao lado dos radiadores de calor) com suas respectivas tomadas de painel. Para executar as ligações desses fios, consulte a coluna intitulada "tomadas" da tabela II (veja foto 28).

18.º) Ligue a ponta solta do fio preto das tomadas no porta-fusíveis e, depois, num dos terminais centrais da chave H-H (2x2) com fenda (veja foto 29).

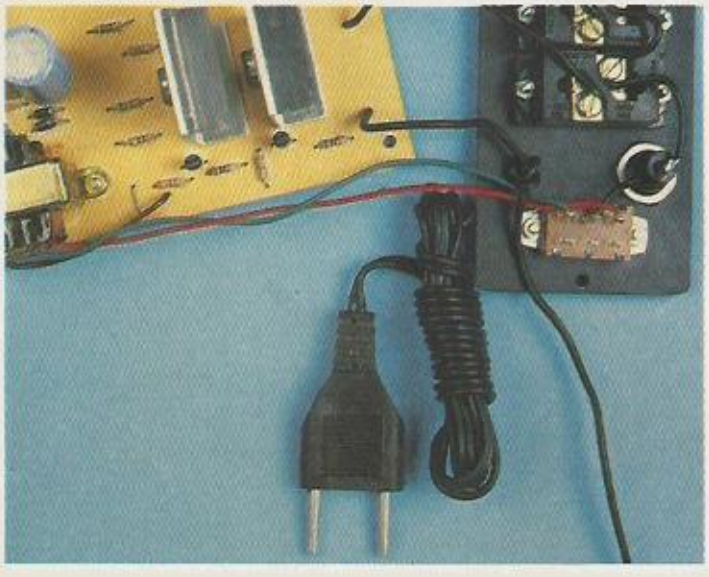


28. Ligação dos quatro fios pretos da placa de circuito nas quatro tomadas fixadas na tampa traseira.

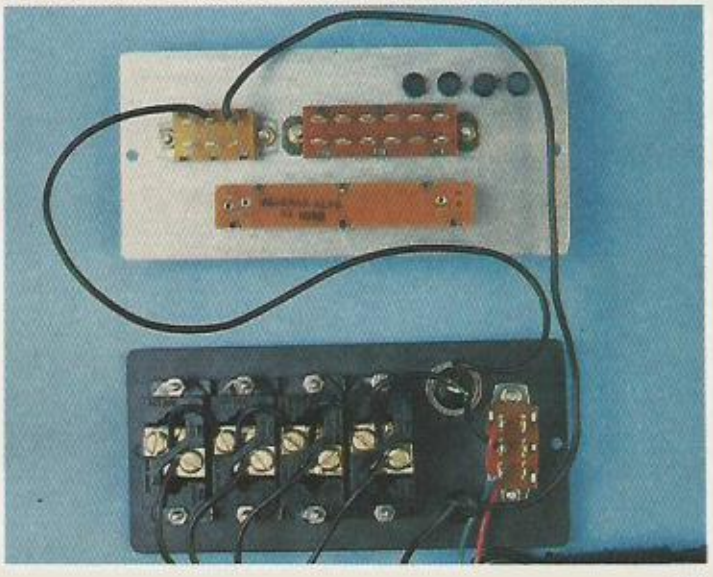


29. Ligação do primário do transformador na placa de circuito e na chave H-H (2x2). Ligação do fio comum das quatro tomadas no porta-fusíveis e do porta-fusíveis até a chave H-H (2x2).

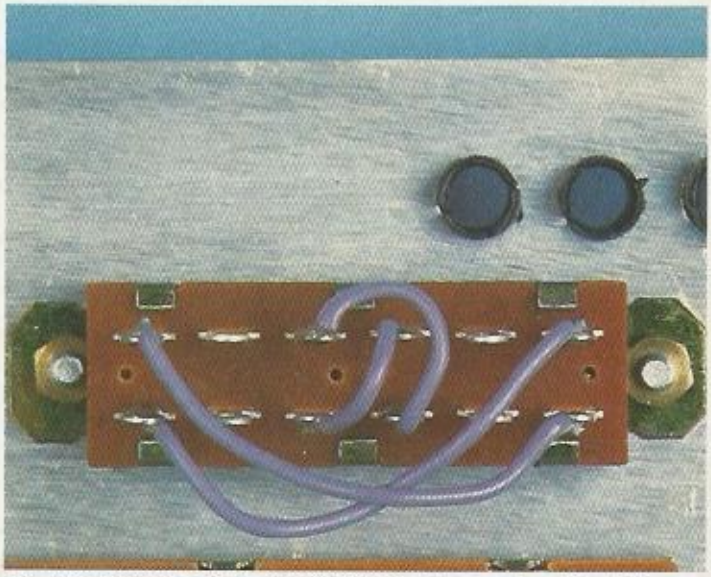
30. Passagem do cabo de força pela borracha de passagem e ligação de um dos fios na placa.



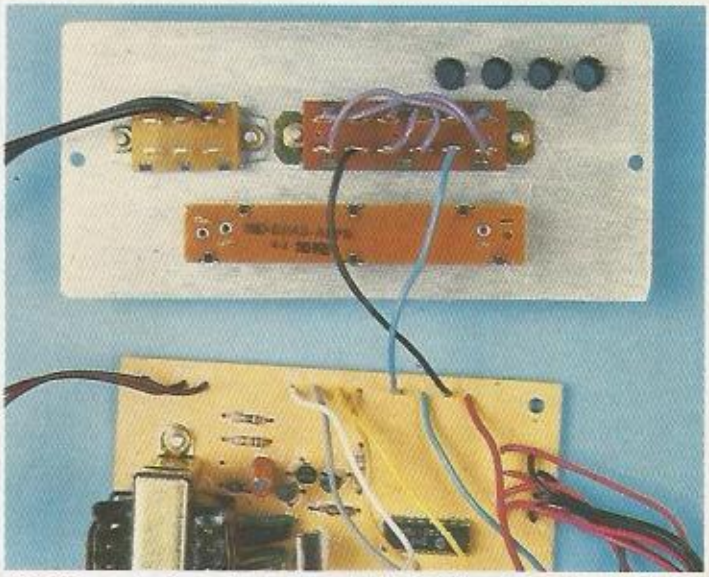
31. Ligação do outro fio do cabo de força na chave H-H (2x2) com alavanca e ligação dessa chave ao porta-fusíveis.



19.º) Ligue dois fios do primário do transformador nos terminais da chave H-H (2x2) com fenda, assim: o fio vermelho (à direita) no terminal de cima; o fio verde (do meio) no terminal de baixo. O terceiro fio do transformador (marrom, à esquerda) deve ser cortado e soldado no furo da placa de circuito, perto do jumper (J) (veja foto 29).
20.º) Passe o cabo de força através da borracha de passagem e depois dê um nó, deixando cerca de 30 cm depois do nó. Uma ponta deverá ser cortada e soldada no furo (F) da placa de circuito impresso (veja foto 30).
21.º) Pegue o painel frontal montado anteriormente e solde a outra ponta do cabo de força num dos terminais do lado "liga" da chave H-H (2x2) com alavanca (veja foto 31).
22.º) Pegue o pedaço de 30 cm de fio preto n.º 18 e ligue uma de suas pontas no terminal que havia ficado livre do porta-fusíveis. A outra ponta desse fio deverá ser ligada no terminal do meio da chave H-H (2x2) com alavanca, do mesmo lado do terminal onde havia sido ligado anteriormente uma das pontas do cabo de força (veja foto 31).
23.º) Pegue o pedaço de fio violeta para fazer os jumpers na chave H-H (4x2) com alavanca, ligando seus terminais entre si. Para orientar-se, siga a tabela III (veja foto 32).
24.º) Para ligar o fio preto e o azul da placa na chave H-H (4x2), consulte a tabela II (veja foto 33).
25.º) Para ligar os outros 6 fios da placa na chave H-H (4x2), consulte a tabela II (veja foto 34).
26.º) Para soldar os dois fios marrons da placa de circuito impresso no potenciômetro deslizante, consulte a tabela II (veja foto 34). Note que os fios deverão ser ligados nos terminais mais próximos entre si do potenciômetro. O terminal mais distante (lado direito), deverá ficar desligado.
27.º) Coloque em cada led seu anel travador. Consulte a tabela I antes de encaixar os leds nos seus respectivos

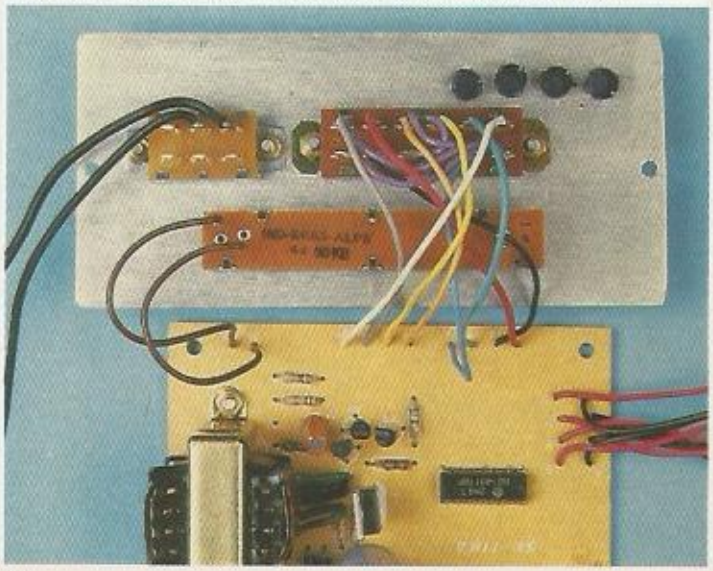


32. Jumpers na chave H-H (4x2), fixada no painel frontal.

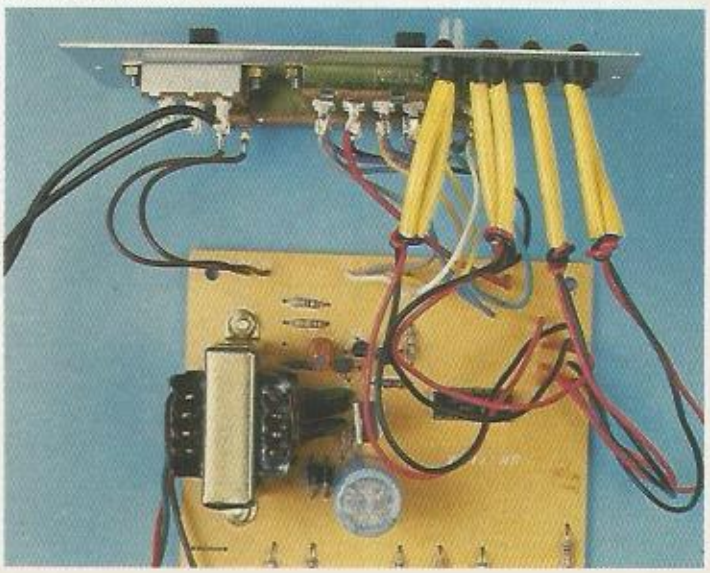


33. Fio preto ligando a chave H-H (4x2) ao furo 14 da placa. Fio azul ligando a chave H-H (4x2) ao furo 16 da placa.

34. Ligação dos outros seis fios da placa na chave H-H (4x2) e ligação dos fios marrons no potenciômetro deslizante.



35. Colocação dos leds nos respectivos suportes, já fixados no painel frontal.



suportes (cada led corresponde a um determinado canal), para se orientar. Em seguida, encaixe e trave todos eles, pressionando o anel travador (veja foto 35).

28.º) Separe o chassi, 4 parafusos de 3/32"x 5/8", 8 porcas de 3/32" e 4 arruelas. Em seguida, pegue os 4 pés de borracha.

Coloque as arruelas nos parafusos, depois passe os parafusos através dos pés de borracha. Fixe-os no chassi, colocando 2 porcas em cada parafuso (veja foto 36).

29.º) Fixe a placa de circuito impresso nos 4 parafusos já colocados no chassi (veja foto 36).

30.º) Fixe o painel frontal no chassi, com parafusos de 3 mm x 8 mm (veja foto 37).

31.º) Fixe a tampa traseira no chassi, com 2 parafusos Phillips (veja foto 37).

32.º) Encaixe a tampa superior no chassi e para fixá-la use 4 parafusos Phillips.

33.º) Encaixe o knob no eixo do potenciômetro deslizante (veja foto 38).

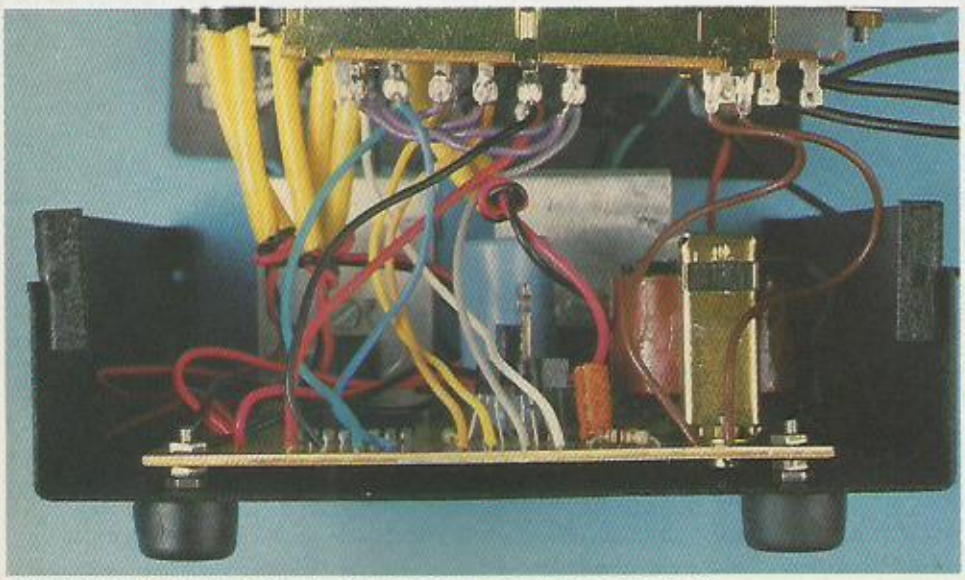
Verifique se a chave seletora de tensão 110/220 V está indicando o valor da tensão da rede local, antes de ligar o aparelho. Agora, o seqüencial de 4 canais está pronto! Para usá-lo, prepare os 4 conjuntos de lâmpadas e ligue cada um numa tomada do painel.

Pode-se ligar qualquer tipo de lâmpada no seqüencial de 4 canais?
Não. É aconselhável ligar somente lâmpadas incandescentes, coloridas ou não.

Pode-se fazer com que as lâmpadas de um mesmo canal acendam e apaguem seqüencialmente?
Não. Todas as lâmpadas de um mesmo canal vão acender e apagar ao mesmo tempo.

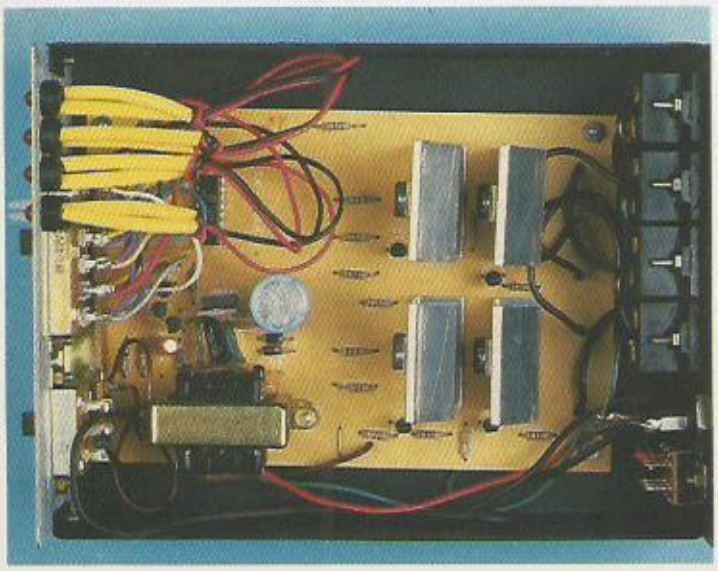
Todos os 4 canais são acionados ao mesmo tempo?
Não, porque os canais são acionados seqüencialmente, fazendo com que haja pelo menos um conjunto de lâmpadas acesas.

Pode-se ligar lâmpadas incandescentes de qualquer tensão nominal?
Sim, dependendo exclusivamente da associação feita com as lâmpadas. Observe que na saída de cada canal acionado, existe uma tensão que pode ser de 110 ou 220 V, dependendo da posição em que a chave seletora de tensão se encontrar. Portanto, tome cuidado para não ligar diretamente lâmpadas com tensões menores que 110 V quando a chave seletora estiver em 110 V, nem lâmpadas com tensões menores que 220 V quando a chave seletora estiver em 220 V.



36. Vista lateral da placa de circuito impresso fixada no chassi.

37. Fixação do painel frontal e da tampa traseira no chassi.



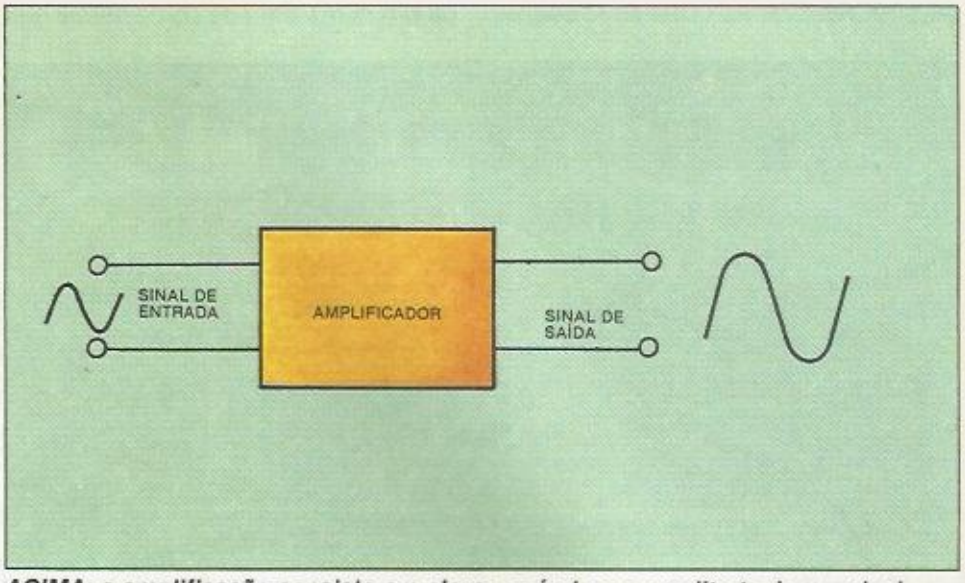
38. Aspecto final do seqüencial de 4 canais.



O TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR

Entre as diversas tarefas que um transistor desempenha num circuito eletrônico, uma das mais importantes é a amplificação, que consiste em elevar o nível ou a amplitude de um sinal elétrico que contenha uma determinada informação.

O transistor é um componente que pode ser empregado numa série extensa de funções no interior de um circuito eletrônico. Para isso, basta propiciar as condições necessárias de funcionamento, como, por exemplo, associar o transistor a um certo número de componentes auxiliares, formando com eles um circuito eletrônico e aplicando a esse circuito uma fonte de alimentação. Uma das funções mais importantes do transistor é a amplificação, que consiste em ampliar um sinal elétrico que contenha determinada informação. Esse sinal, sob a forma de tensão associada a uma certa corrente, é aplicado à entrada do elemento amplificador, o qual, na saída, fornece um outro sinal que contém a mesma informa-



ACIMA: a amplificação consiste em elevar o nível ou a amplitude de um sinal.

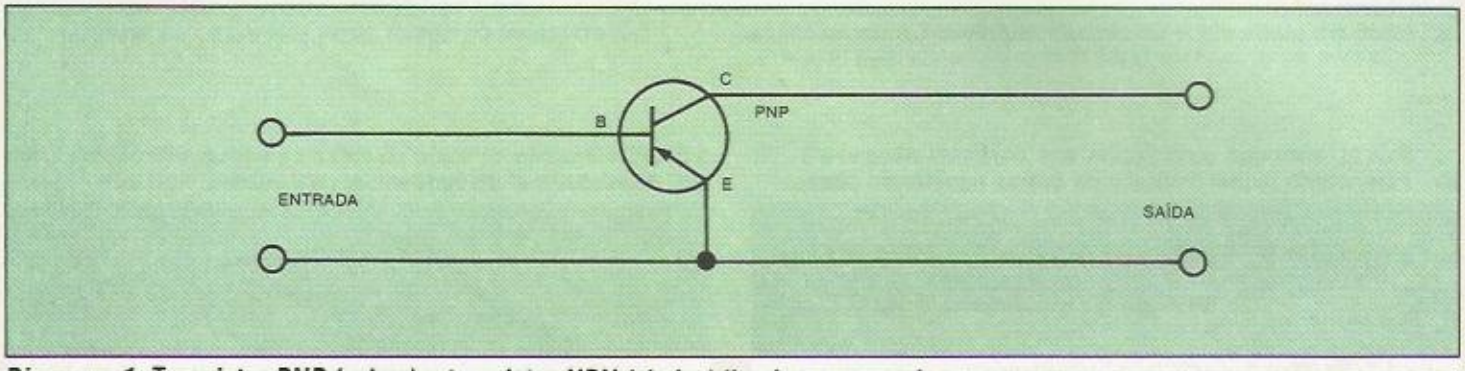
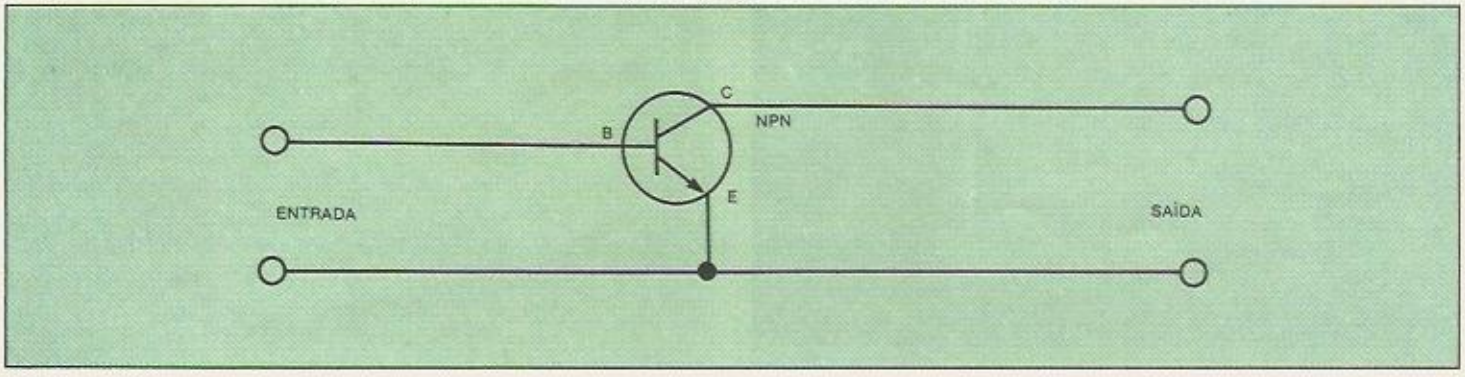


Diagrama 1. Transistor PNP (acima) e transistor NPN (abaixo) ligados a um emissor comum.



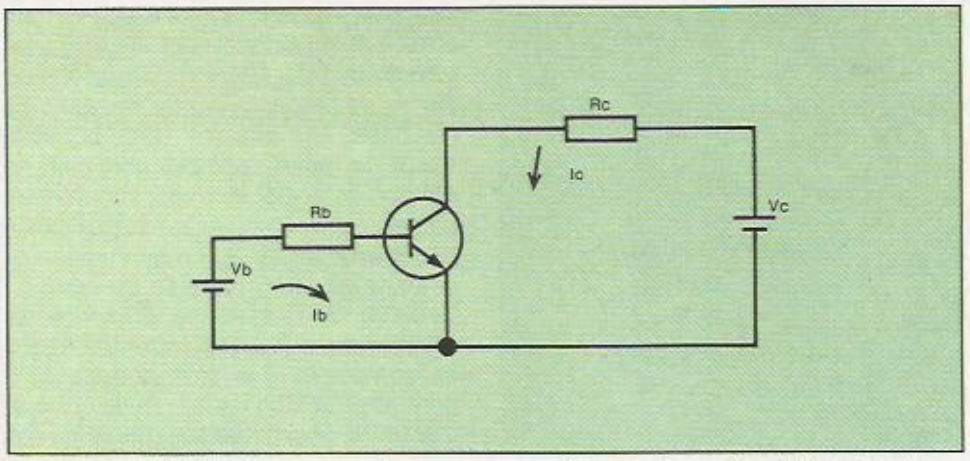
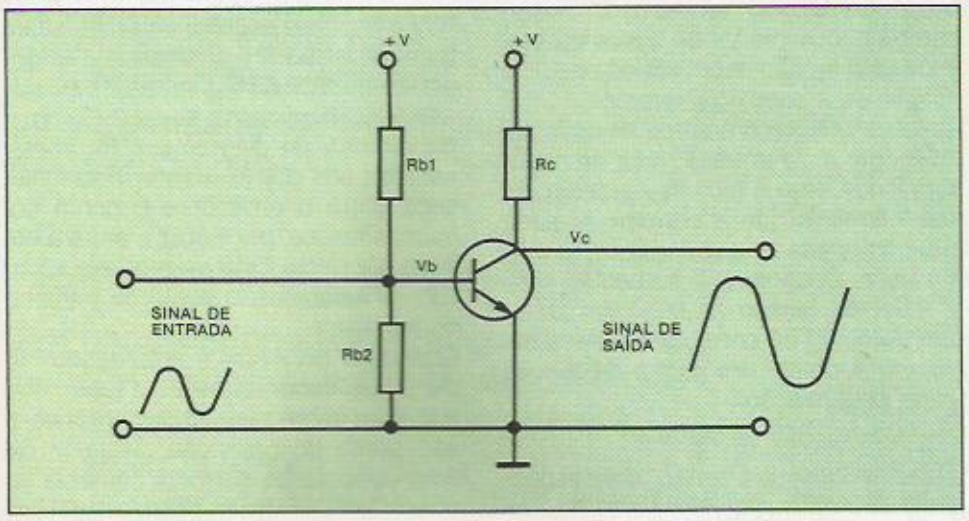


Diagrama 2. O desenho mostra claramente um sistema elementar de ligação de um transistor para obter uma amplificação.

Diagrama 3. Esquema de um estágio amplificador com um transistor montado num emissor comum.



Qual a principal função dos resistores ligados à base e ao coletor?
Determinar a intensidade da corrente que circula através do transistor.

Qual a influência exercida pelo resistor ligado ao coletor sobre a corrente do transistor?
A influência é pequena, pois a corrente de coletor depende quase exclusivamente da corrente de base.

Um transistor pode amplificar um sinal se não for fixado um ponto adequado de trabalho?
Há uma amplificação, mas acompanhada de distorção resultante de corte ou de saturação do sinal amplificado.

Em que circunstâncias um transistor pode sobreaquecer-se?
Quando existem, juntos, altos valores de corrente e de tensão entre seus terminais coletores e emissores. A potência gerada que aquece o transistor é dada pelo produto Vc . Ic.

O conceito de ganho de corrente pode ser aplicado também no caso de correntes alternadas?
Sim, mas para correntes de elevada freqüência o seu valor diminui, pois entram em ação reatâncias capacitivas internas ao transistor.

ção, mas caracterizado por um nível mais alto de tensão ou de corrente, ou de ambos, nível esse obtido graças à energia fornecida ao amplificador por uma fonte de alimentação.

O transistor tem a capacidade de amplificar uma corrente, ou seja, aplicada uma corrente de certa intensidade a um de seus terminais de entrada (base ou emissor), o transistor fornece uma corrente de maior intensidade ao terminal de saída (normalmente, o coletor). Associando-se o transistor de diferentes maneiras, obtêm-se os tipos de amplificação conhecidos: de potência, de tensão e de corrente.

Um dos circuitos de amplificação, ou estágio amplificador, mais usados é o chamado emissor comum. Esse circuito é reproduzido no diagrama 1, onde verifica-se que o terminal do emissor é comum à entrada e à saída. A entrada do sinal é feita através da **base**, enquanto a saída se dá através do **coletor**.

Para estudar o funcionamento desse circuito é necessário examinar o que acontece quando se aplica uma tensão contínua. O diagrama 2 mostra esse estágio, em que é aplicada uma pilha com uma determinada tensão (Vb) ao circuito de base e uma outra com tensão (Vc) ao circuito do coletor, através de dois resistores denominados Rb e Rc, respectivamente. A tensão (Vb) da pilha está com o seu terminal positivo voltado para a base do transistor e o seu terminal negativo no emissor. No transistor NPN do diagrama 2, a junção emissor-base (N-P), portanto, é polarizada diretamente, pois com a aplicação do terminal positivo na base reduziremos a barreira de potencial da junção (N-P), tornando a região P mais positiva, permitindo a passagem de corrente elétrica pela junção.

Assim, no circuito de base circulará uma determinada corrente (Ib), cujo valor depende do valor da resistência Rb.

Já a junção base-coletor (P-N) é polarizada inversamente, mas, graças ao **efeito transistor** (passagem de elétrons do emissor para o coletor através da base), estabelece-se uma corrente (Ic) no circuito do coletor, que provoca uma diferença de potencial nos terminais do resistor Rc. A corrente de coletor está diretamente relacionada com a corrente de base. Aumentando ou diminuindo o valor de Rb, produzimos o aumento ou a diminuição da corrente de base, o mesmo acontecendo à do coletor, mas com maior amplitude de variações; em conseqüência, a tensão nos terminais do resistor Rc também varia. Dessa forma, obtém-se uma amplificação de corrente. Os valores dessa amplificação recebem o nome de ganho, e nesse caso é determinado pelo fator β (beta), definido como o ganho em corrente contínua do transistor e dado pela relação:

$$\beta = Ic/Ib$$

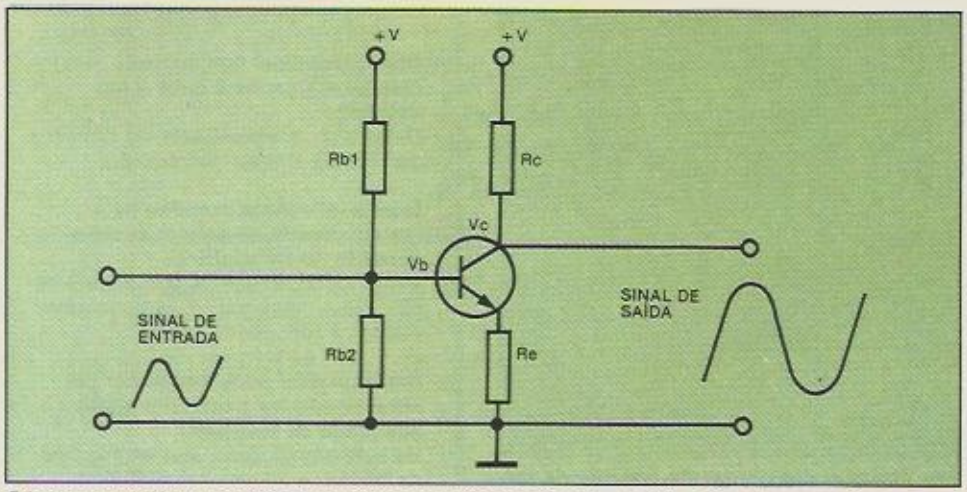


Diagrama 4. Este estágio amplificador dispõe de um resistor ligado ao emissor, que aumenta a sua estabilidade térmica.

A corrente de entrada Ib controla, portanto, os valores da corrente de saída Ic. Uma variação da corrente Ic provoca uma variação de tensão nos terminais do resistor Rc. Se, ao invés de uma variação no valor do resistor Rb, houver uma variação na tensão da pilha, ocorrerá o mesmo efeito de variação de Ib estudado até este momento. O esquema mais comum de um estágio amplificador desse tipo está representado no diagrama 3. Nesse esquema, substituem-se as baterias por uma indicação de tensão (+ V). Ao terminal de base ligam-se dois resistores Rb1 e Rb2 que o polarizam, enquanto o coletor recebe a tensão contínua através de Rc. Com isso, tem-se uma determinada circulação de corrente de base (Ib) e uma outra (Ic) no coletor; em conseqüência, no ponto de ligação entre Rc e o coletor (a saída), ocorre uma tensão Vc menor que (+ V) e no ponto de ligação entre os terminais de Rb1 e Rb2 ocorre uma tensão Vb, menor, também, que (+ V). Se agora aplicarmos uma tensão alternada de pequena amplitude à base (Ve), teremos na saída uma tensão com forma de onda semelhante à da entrada, mas de maior amplitude. Isso é fácil de perceber, se você lembrar que a corrente Ic pode ser controlada pela variação da tensão na base. Observe que aumentando-se o valor da tensão na base produz-se um aumento da corrente e vice-versa. Assim, é obtido um ganho de tensão dado pela relação:

$$Gv = Vs/Ve$$

Foram analisados, então, dois aspectos funcionais característicos de um estágio amplificador por transistores:

- Ponto de trabalho (ou ponto de operação, ou ponto de polarização).
- Ganho de sinal.

O primeiro é determinado pela corrente contínua que atravessa o transistor e pelas tensões contínuas aplicadas em seus terminais. Esse fator depende dos valores de Rb1, Rb2 e Rc. Dependendo da corrente contínua que foi aplicada na base, vai circular uma corrente maior ou menor, sempre contínua, no coletor; esta, por sua vez, vai produzir diferenças de potencial nos terminais do resistor Rc.

O segundo fator refere-se ao comportamento do circuito na presença de tensão alternada (sinal de entrada). Esse comportamento só é perfeito se o ponto de trabalho for escolhido corretamente. Se assim não for, o sinal na saída, mesmo amplificado, pode sair distorcido, perdendo total ou parcialmente as características do sinal de entrada. Portanto, observe a grande importância da escolha correta dos valores Rb1, Rb2 e Rc. Essa escolha deve ser feita a partir de estudos e análises que levam em conta inclusive a própria característica do transistor a ser polarizado.

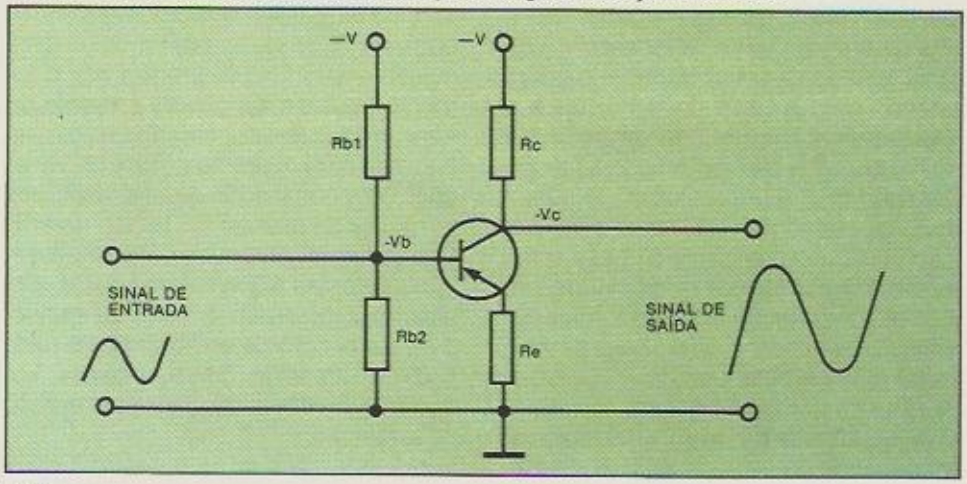
No circuito do diagrama 4 foi acrescentado um quarto resistor (Re), colocado entre o emissor e o ponto comum, situados, por sua vez, entre a entrada e a saída. Esse resistor tem a função de estabilizar o ponto de trabalho do transistor.

Quando o transistor é empregado como amplificador, ocorre um fenômeno que atua sobre suas características e seu ponto de operação. Trata-se de uma variação da corrente contínua de coletor em função da temperatura. Na prática, a corrente Ic não permanece constante para uma corrente Ib determinada, aumentando com a elevação da temperatura e diminuindo quando ela desce. Esse fenômeno tem maior importância nos circuitos que trabalham com potências elevadas, pois estão sujeitos a aquecimento durante o funcionamento.

Com o aumento da corrente Ic, o ponto de operação do transistor se desloca, não permitindo mais a ocorrência de grandes variações de sinal. Com esse fenômeno, o sinal senoidal de saída sofre saturações e cortes, que resultam na sua distorção.

Para reduzir esse inconveniente, faz-se o acréscimo de um resistor Re ao circuito. Com o aumento de temperatura, a corrente Ic também aumenta. Esse aumento acarretará uma elevação de tensão nos terminais Rc que, através da junção base-emissor, fará diminuir a corrente na base, diminuindo, portanto, a corrente de Ic.

Diagrama 5. Com um transistor PNP, pode-se obter um estágio amplificador semelhante. Neste caso, os circuitos têm polarizações complementares.



Peça os kits da seção MONTAGEM. E aprenda na prática!

Eletrônica Passo a Passo oferece esta grande oportunidade a você. Reserve agora mesmo os kits da seção *MONTAGEM* (que também estão na última capa deste número). Você receberá seu pedido pelo Reembolso Postal e, através das instruções dos fascículos, irá construir e utilizar sua própria aparelhagem eletrônica.
Se preferir, você também pode pedir os aparelhos já prontos para uso.
De qualquer forma você aprende!
Preencha agora mesmo o cupom ao lado ou mande uma carta com seu pedido para

Kits
Caixa Postal 9442 - São Paulo - SP

Em pouco tempo você receberá sua encomenda na agência do correio mais próxima de sua casa. E começará a aprender fazendo!
Peça já estes kits sensacionais. Eles são importantes para você entender todos os segredos maravilhosos da eletrônica.

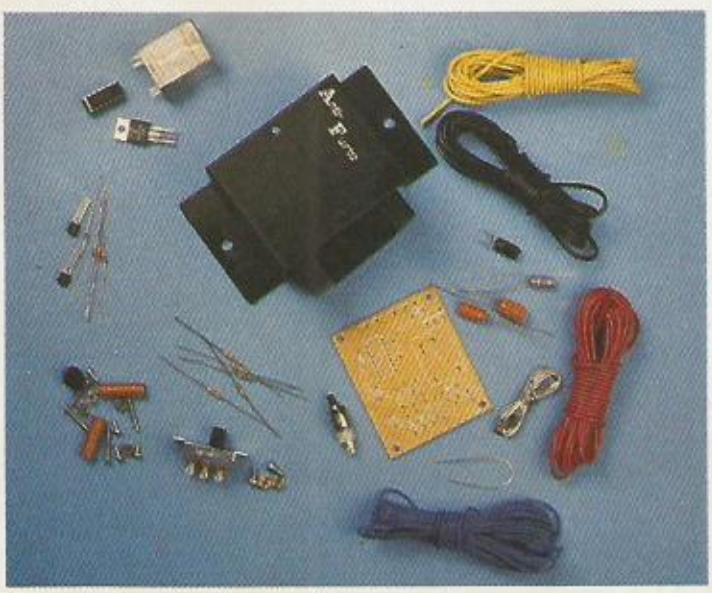
SIM, desejo receber pelo Reembolso Postal os seguintes kits da seção MONTAGEM, que completam minha coleção *Eletrônica Passo a Passo*, na prática.

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	Se você quiser o kit montado, marque um X aqui.	PREÇO

Nome _____
Endereço _____
Cidade _____ Est. ____
CEP _____ Data ____/____/____
Assinatura _____
Obs.: não mande dinheiro agora. Pague só ao receber seu pedido.

COM TODA A FACILIDADE DO REEMBOLSO POSTAL

ATENÇÃO: observe as datas de validade dos preços dos kits. Se elas estiverem vencidas, consulte o Serviço de Atendimento ao Leitor, pelo tel. (011)288-6298 e solicite preços atualizados antes de fazer seu pedido destes aparelhos ou de outros dos fascículos anteriores.



7º KIT DE MONTAGEM:

DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARROS

Este dispositivo, quando ligado ao sistema elétrico do carro, desliga o seu motor 3 segundos após ser dada a partida. Para desligá-lo, é necessário acionar seu botão de pressão, imediatamente depois de dar a partida no carro.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 32.300,00

Montado
preço: Cr$ 34.060,00

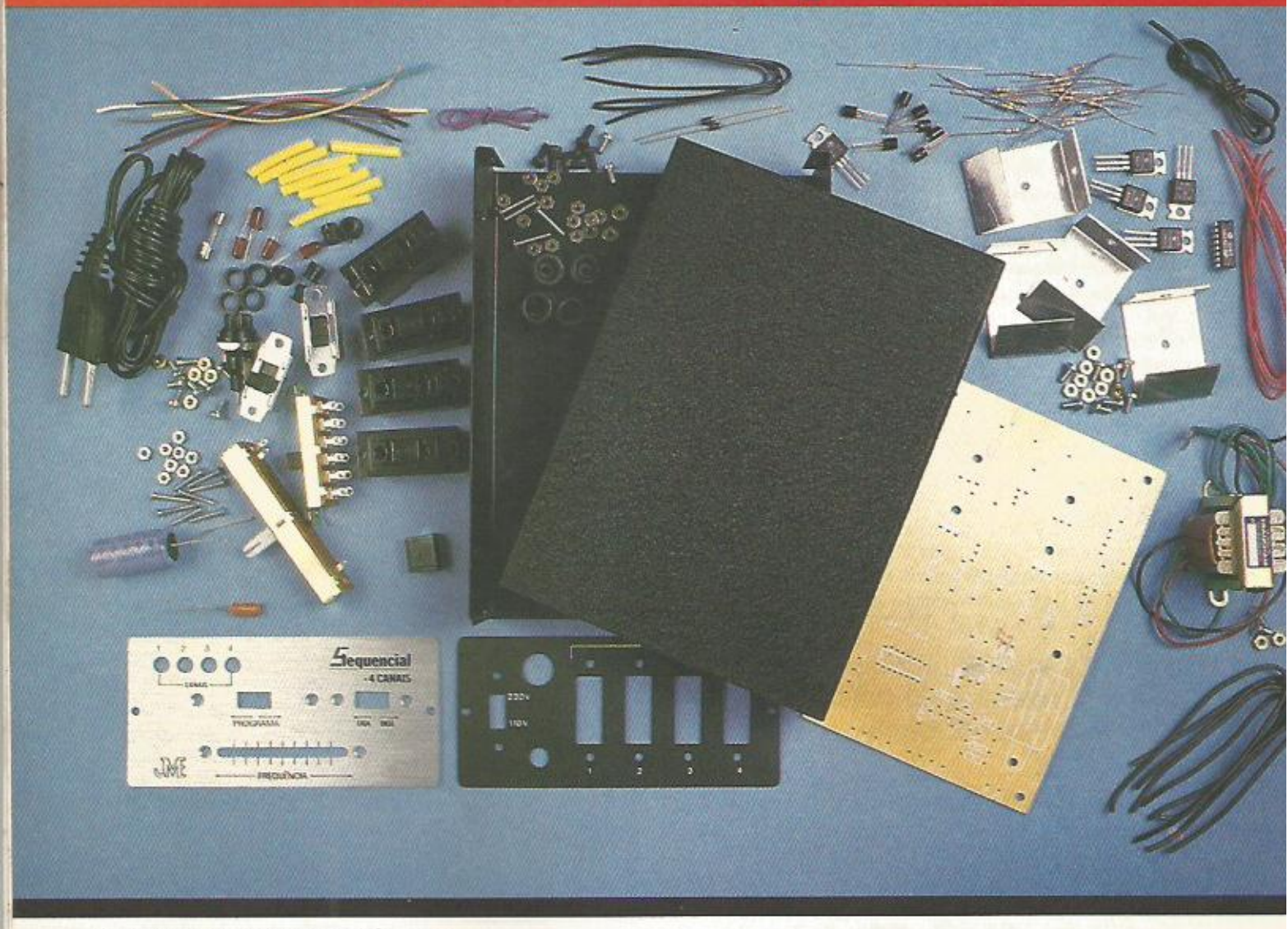
(mais as despesas de correio)
Preço válido até 02/10/84

KITS LANÇADOS:

1º - **TRANSMISSOR SEM FIO**
2º - **DIMMER**
3º - **TIMER**
4º - **AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W**
5º - **RÁDIO AM TRANSISTORIZADO**
6º - **FONTE DE ALIMENTAÇÃO**

Nota: as explicações das montagens estão dentro dos nossos fascículos.

Peça os kits da seção MONTAGEM.
E aprenda na prática!



8º KIT DE MONTAGEM:

SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS

Este aparelho pode acender e apagar seqüencialmente 4 conjuntos de lâmpadas. Com ele, pode-se animar festinhas, com luzes oscilando de acordo com o ritmo musical, enfeitar vitrinas e árvores de natal e produzir efeitos luminosos em letreiros.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 65 300,00

Montado
preço: Cr$ 71 400,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 05/10/84

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO