

UMA APOSTILA DE INTRODUÇÃO A SOLDAGEM E IDENTIFICAÇÃO DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

SOLDAGEM

DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

2026

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA - UFMG

Prefácio

Autores

Francisco Marques de Souza Alves

Gabriel Lyan Barbosa de Assis

Isabela Hayakawa Vogt

Luiz Miguel Reis

Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais

[HTTP://WWW.PETEE.CPDEE.UFMG.BR/](http://www.petee.cpdee.ufmg.br/)



PETEE UFMG



/peteeUFMG



petee.cpdee.ufmg.br



@petee.ufmg

Grupo PETEE

O que é PET?

Os grupos PETs são organizados a partir de formações em nível de graduação nas Instituições de Ensino Superior do país orientados pelo princípio da indissociabilidade entre **ensino, pesquisa e extensão** e da educação tutorial.



PETEE UFMG



/peteeUFMG



petee.cpdee.ufmg.br

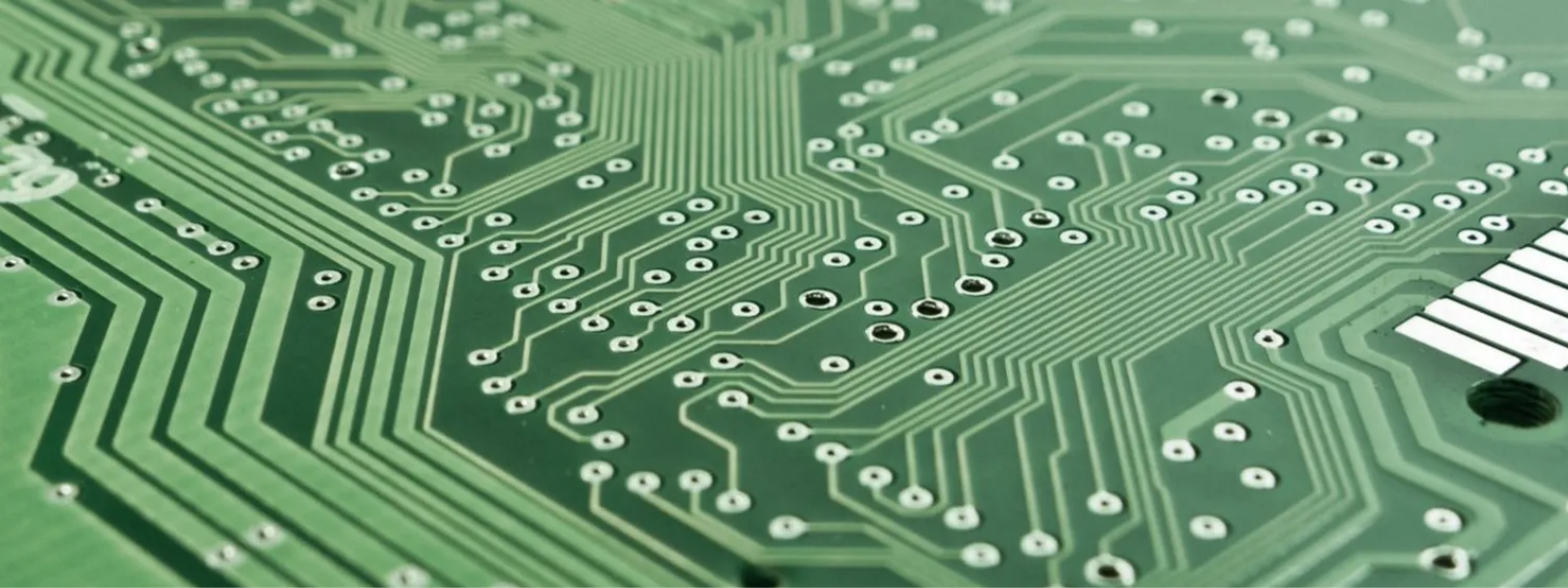


@petee.ufmg

Sumário

1	Introdução	1
2	Materiais e Estação de Solda	2
2.1	Ferro de Solda	2
2.2	Apoio de Solda	3
2.3	Esponja de Limpeza	3
3	Materiais de consumo	5
3.1	Solda	5
3.2	Fluxo ou Pasta para Soldar	6
4	Acessórios de Auxílio	8
4.1	Pinça	8
4.2	Terceira Mão	9
5	Correção e Limpeza	10
5.1	Sugador de Solda	10
5.2	Malha Dessoldadora	11
5.3	Removedor de Fluxo	11
5.4	Verniz em Spray	12
6	Introdução à PCB	13
6.1	Serigrafia (Silkscreen)	13
6.2	Designadores de Referência	13

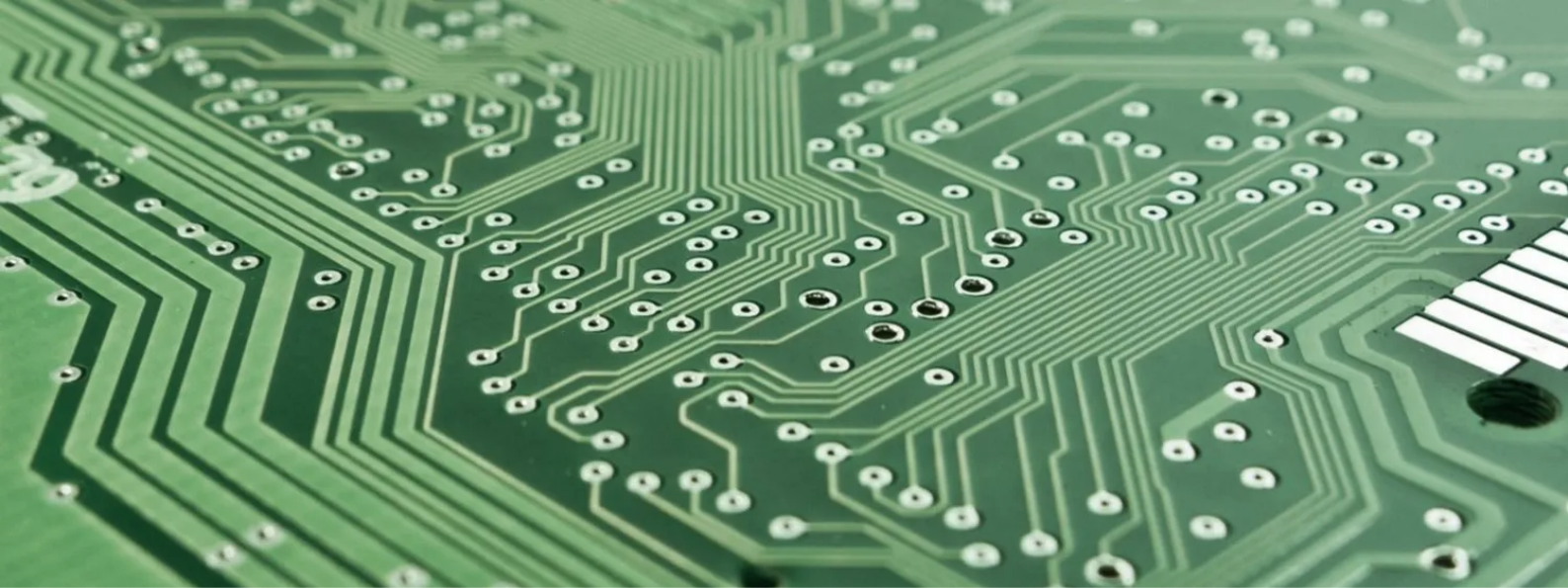
6.3	Footprint	14
6.4	Polaridade	14
7	Tecnologias de Montagem	15
7.1	PTH / TTH	15
7.2	SMD (Surface Mount Device)	16
8	Identificação de componentes	18
8.1	Componentes Passivos	18
	Resistor	18
	Capacitor	19
	Indutor	20
8.2	Componentes Ativos	20
	Diodo	20
	LED	21
	Transistor	21
	Circuito Integrado	22
	Regulador de Tensão	22
8.3	Componentes Eletromecânicos	23
	Interruptores	23
	Conectores	24
9	Forma correta de soldar/dessoldar	25
9.1	Roteiro para solda - PTH	25
9.2	Roteiro para Solda - SMD	27
9.3	Remoção de Solda e Componentes	28
	PTH - Sugador de Solda	28
	SMD - Malha Dessoldadora	29
10	Boas práticas de solda/segurança	30
10.1	Utilização de Equipamentos de Segurança	30
10.2	Cuidados Adicionais	30
11	Tabela de Designadores de Referência	31
12	Bibliografia	35



1. Introdução

A soldagem é o método utilizado para fazer conexões semipermanentes entre componentes, ao construir um circuito, utilizando pequenos pontos de metal fundido, chamados solda, aplicados por uma ferramenta chamada ferro de solda. O metal providencia uma junção conectiva física, conhecida como ponto de solda, entre os fios e os terminais dos componentes, no seu circuito. É uma conexão elétrica e mecânica.

Para guiar quem deseja iniciar ou aprimorar suas habilidades nesse processo, esta apostila foi desenvolvida com o objetivo de oferecer uma base teórica e prática sólida. O material abrange, de forma didática, o uso de estações de solda e ferramentas auxiliares, a introdução às placas de circuito impresso (PCBs) e a correta identificação de componentes. Além disso, o documento apresenta roteiros práticos passo a passo para soldar e dessoldar componentes nas tecnologias PTH (Through-Hole Technology/Plated Through-Hole), com terminais que atravessam a placa, e SMD (Surface Mount Device), com terminais soldados diretamente sobre a superfície, priorizando sempre a segurança e as boas práticas.



2. Materiais e Estação de Solda

Este capítulo descreve os materiais e ferramentas essenciais para a soldagem de componentes eletrônicos, incluindo o ferro de solda, o apoio, as esponjas de limpeza e outros acessórios. O objetivo é fornecer ao leitor o conhecimento necessário para montar e utilizar corretamente uma estação de solda, garantindo segurança e qualidade nas conexões realizadas.

2.1 Ferro de Solda

O ferro de solda (Figura 2.1.1) é uma ferramenta que consiste em um cabo isolante, um elemento aquecedor e uma ponta de metal polida. A ponta metálica é aquecida por uma resistência interna, fazendo com que o ferro de solda atinja temperaturas elevadas.

Não existe um único modelo que seja o melhor para todas as situações, mas sim o mais adequado para suas necessidades específicas. Entretanto, para iniciantes pode ser útil:

- **Potência** - Escolher modelos com uma potência de 25-30 watts.
 - Uma potência muito alta durante a solda pode danificar alguns componentes e até mesmo soltar trilhas da placa.
 - Uma baixa potência levaria muito tempo para atingir a temperatura necessária para soldar uma conexão, o que torna todo o processo lento.
- **Ponteira** - Em forma de “ponta de lápis”, isto é, uma ponta cônica, pois é ideal para trabalhos que exigem precisão, como soldagem de componentes pequenos e trabalhos detalhados em placas de circuito.
 - A forma fina permite o alcance de áreas difíceis e aplicação de calor de maneira precisa.



Figura 2.1.1: *Ferro de Solda*

2.2 Apoio de Solda

O apoio de solda (Figura 2.2.1) segura o ferro de solda e evita que a ponta (extremamente quente) entre em contato com os demais objetos na sua superfície de trabalho. Alguns ferros de solda já vêm com apoio. O apoio deve ter uma base pesada; se não tiver, fixe-o na sua bancada de trabalho, para que ele não vire.



Figura 2.2.1: *Apoio de Solda*

2.3 Esponja de Limpeza

A maioria dos suportes usados para o ferro de solda tem como acessório uma esponja vegetal, Figura 2.3.1(a). Essa esponja deve ser mantida umedecida e serve para limpar a ponta do ferro de solda antes de cada soldagem. Na falta dessa esponja pode-se usar um pedaço de pano ou estopa, também úmido. Outro tipo de esponja de solda é a de latão, Figura 2.3.1(b). A versão em latão não esfriará constantemente o ferro enquanto você limpa a ponta após soldar, o que pode fornecer um melhor desempenho.

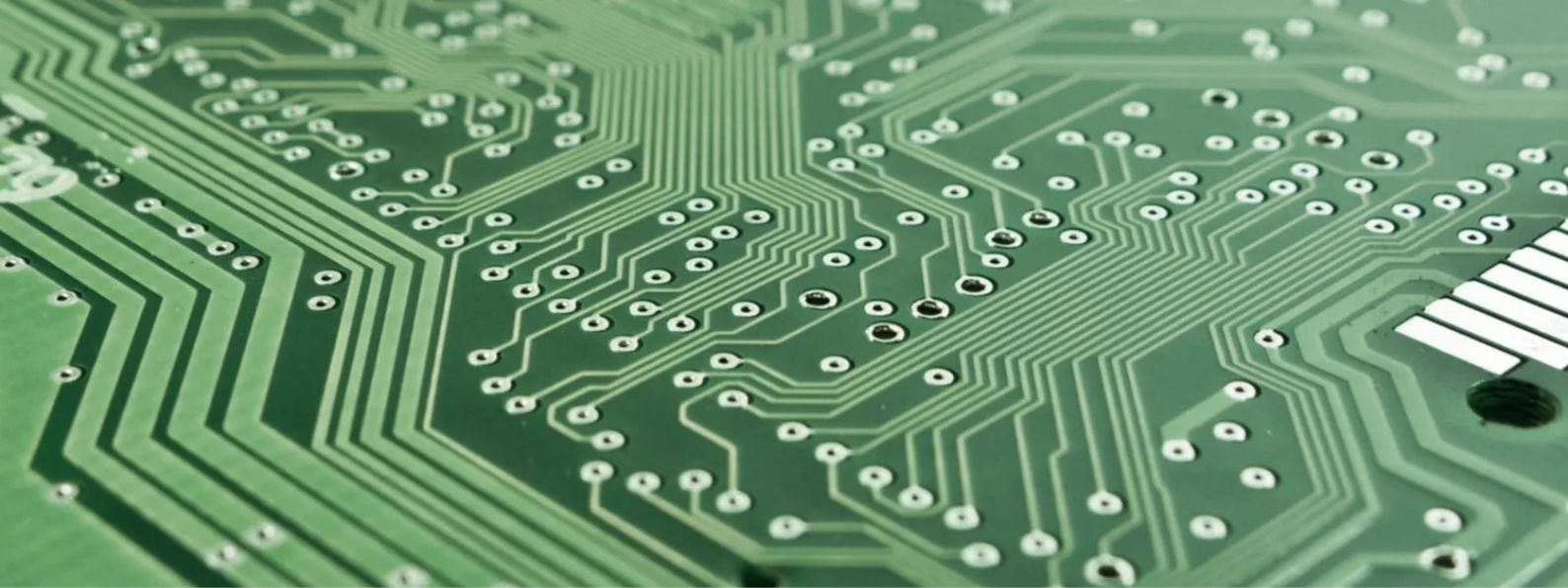


(a) *Esponja Vegetal.*



(b) *Esponja de Latão.*

Figura 2.3.1: *Diferentes tipos de esponja utilizados na soldagem.*



3. Materiais de consumo

Para soldar bem, não basta ter boas ferramentas; é igualmente importante conhecer os materiais que serão consumidos durante o processo. Este capítulo apresenta os dois principais insumos da soldagem: a solda (o metal que forma a junta) e o fluxo (o agente químico que limpa e prepara as superfícies).

3.1 Solda

A solda é um metal macio que, quando aquecida pelo ferro de solda e deixada esfriar, forma uma junta de solda (junta conectiva). Existem no mercado várias ligas de estanho (Sn) e chumbo (Pb) para solda:

Liga 40% Sn + 60% Pb: É usada para soldas "pesadas", tais como canos de cobre e calhas metálicas. Funde-se na faixa de 183 °C a 238 °C.
--

Liga 50% Sn + 50% Pb: Usada para soldagem de fios e cabos elétricos de elevada bitola e para cobertura de proteção em barramentos de cobre. Funde-se na faixa de 183 °C a 214 °C.
--

Liga 60% Sn + 40% Pb: É o tipo mais usado em eletrônica. A cor das embalagens é normalmente azul. Encontra-se na forma de arames com 2 mm e 1 mm de diâmetro. Funde-se na faixa de 183 °C a 190 °C.
--

Liga 63% Sn + 37% Pb: É a liga Sn/Pb que tem a menor temperatura de fusão (chamada de liga eutética), fundindo a 183 °C. As embalagens são geralmente da cor laranja, fornecida na forma de arames com 1 mm de diâmetro. Apesar de ser a mais indicada para eletrônica, não é muito fácil encontrá-la no mercado especializado. Na maioria das aplicações pode-se usar a liga 60% Sn + 40% Pb sem problemas.

Evite solda formulada para encanamentos, que corroem partes eletrônicas e placas de circuito. A maioria dos fios de solda para eletrônicos possui um núcleo de fluxo, que serve para remover óxidos e impedir a reoxidação das superfícies através do calor. Ao se liquefazer antes do estanho, ele limpa quimicamente a área, garantindo a adesão entre os metais. Sem essa limpeza, a solda não adere com facilidade.

O conteúdo de chumbo em uma solda 60/40 com núcleo de resina (rosin core) pode ser prejudicial à saúde, caso não seja manipulado corretamente. É fundamental manter as mãos longe da boca e dos olhos, sempre que estiver tocando na solda.

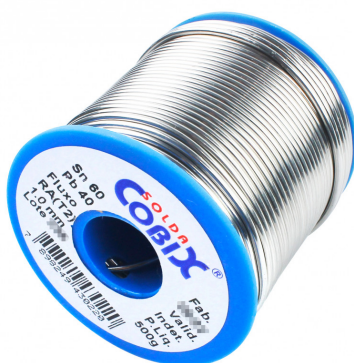


Figura 3.1.1: Solda

3.2 Fluxo ou Pasta para Soldar

O fluxo ou pasta para soldar (Figura 3.2.1) atua como um agente químico de limpeza e preparação das áreas de contato elétrico. Sua função primária é remover a oxidação nas ilhas de solda (pads) da placa, terminais dos componentes e fios, garantindo que esses pontos estejam quimicamente limpos para receber a liga.

Na prática, o produto facilita a aplicação do estanho: ele faz com que a solda derretida "desgrude" com facilidade da ponta do ferro e corra naturalmente em direção aos pontos de soldagem. Isso assegura que o estanho se ligue firmemente apenas aos contatos desejados, criando uma conexão sólida e evitando que a solda fique retida na ferramenta.

Vale ressaltar que existe uma confusão comum, especialmente entre os termos "fluxo" e "pasta para soldar". Comercialmente, as empresas utilizam esses nomes diferentes para vender produtos que desempenham funções basicamente iguais, variando muitas vezes apenas a consistência. É importante apenas não confundir com a "solda em pasta", que é um produto diferente contendo o metal (a solda em si). Além disso, é comum ouvir que a pasta é mais eficiente que o fluxo, porém isso não é um consenso técnico nem uma certeza absoluta; ambos são eficazes dependendo da aplicação.

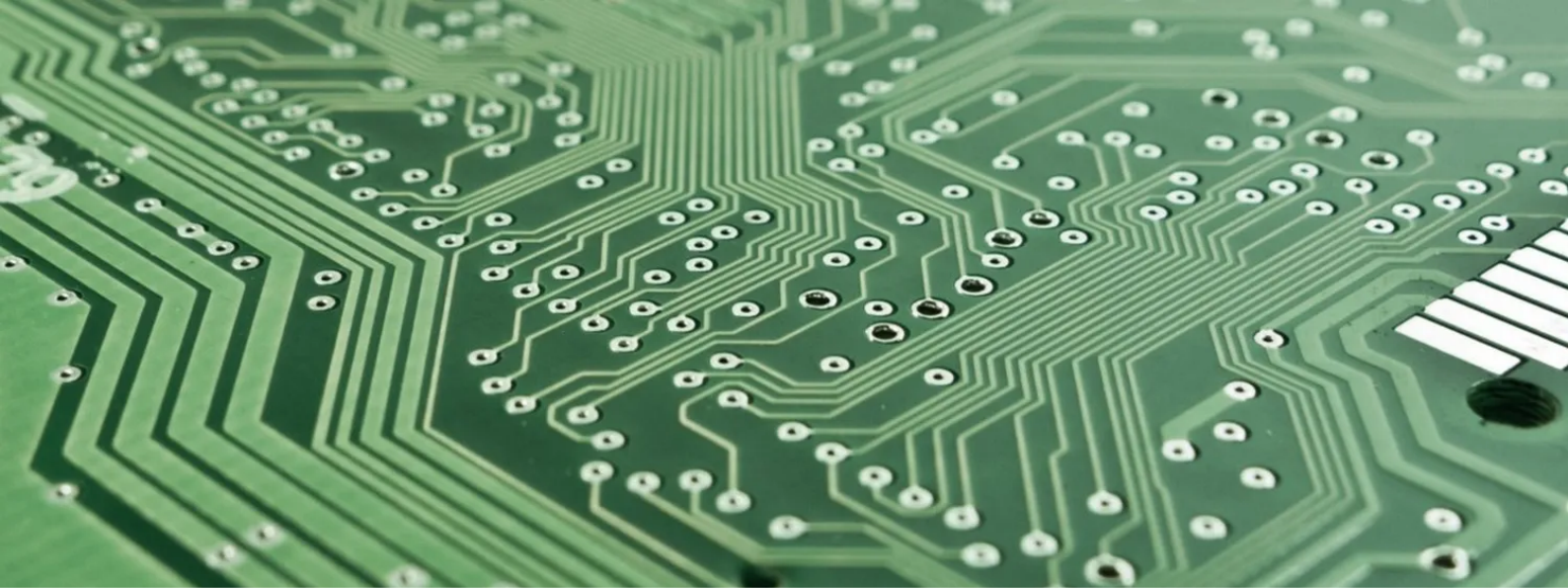
Consulte sempre as indicações de uso do fabricante para a aplicação correta. É crucial verificar se o produto é não condutivo e não ácido (próprio para eletrônica), pois resíduos de pastas inadequadas podem provocar corrosão e curtos-circuitos na placa.



(a) Fluxo Pastoso.

(b) Pasta para Soldagem.

Figura 3.2.1: Fluxo pastoso e pasta para soldar



4. Acessórios de Auxílio

Soldar componentes pequenos ou manter as mãos firmes em posições desconfortáveis pode ser um desafio, especialmente para quem está começando. Este capítulo apresenta dois acessórios que farão toda a diferença na sua bancada: a pinça, que permite manusear componentes minúsculos sem acidentes, e a terceira mão, que segura firme o que você precisa soldar, liberando suas mãos para o trabalho preciso.

4.1 Pinça

Manusear pequenos componentes de tecnologia de montagem em superfície (SMT, sigla do inglês: Surface Mount Technology) pode ser um desafio. Por isso, é necessário uma pinça (Figura 4.1.1). Essas pinças têm pontas retas ou curvas, e ambas funcionam bem. Usar uma boa pinça para posicionar esses componentes pequenos evitará frustração.



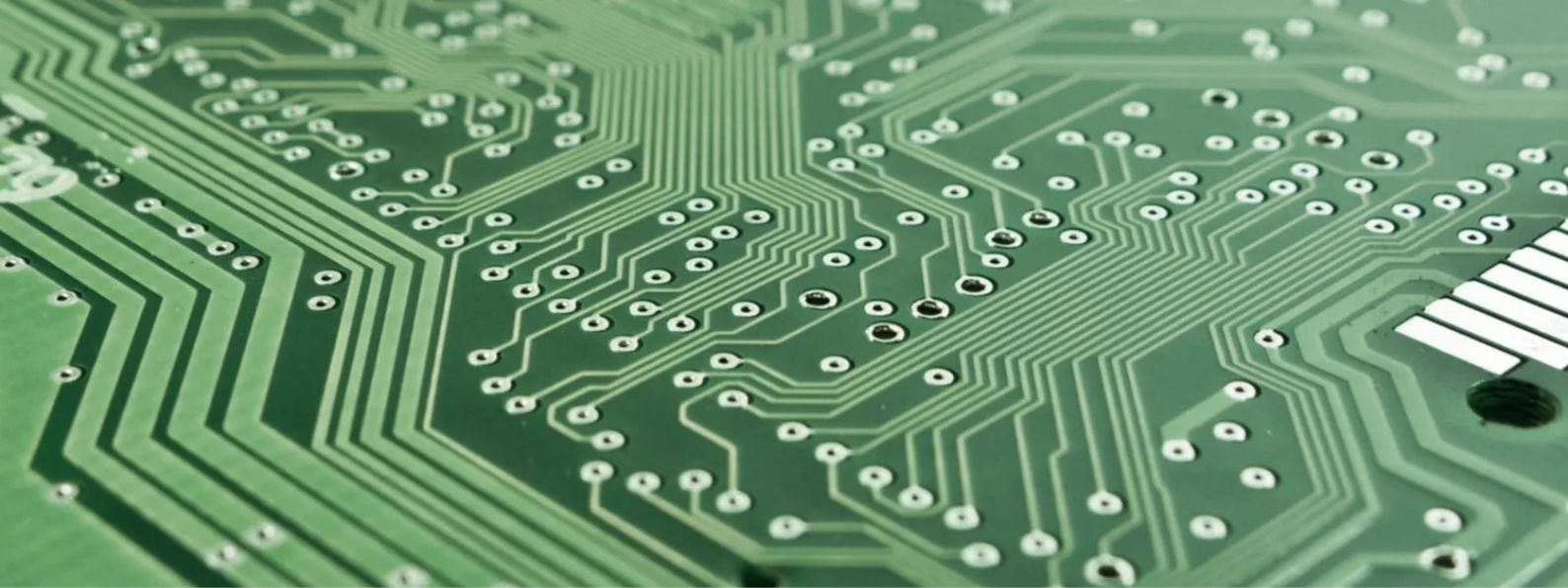
Figura 4.1.1: *Pinça*



Figura 4.2.1: *Terceira Mão*

4.2 Terceira Mão

É uma ferramenta usada para segurar componentes juntos durante a soldagem. Ela pode segurar dois fios que precisam ser unidos, placas de circuito impresso ou qualquer coisa que precise ser segurada enquanto é realizada a conexão de solda. A mais comum tem duas garras e uma lupa, veja a Figura 4.2.1.



5. Correção e Limpeza

Nem sempre a primeira solda sai perfeita, e tudo bem. Este capítulo ensina como corrigir os erros mais comuns, removendo solda em excesso ou componentes mal posicionados com o auxílio do sugador e da malha dessoldadora. Além disso, aborda a limpeza dos resíduos de fluxo, que podem causar oxidação e mau contato, e a aplicação do verniz protetivo, que garante a durabilidade da sua placa.

5.1 Sugador de Solda

O sugador de solda (Figura 5.1.1) é um aspirador movido a mola, que pode ser usado para remover a junta de solda ou o excesso de solda do seu circuito. Ele é formado por um tubo de metal ou plástico, com um êmbolo impulsionado através de uma mola que suga o ar e demais materiais próximos ao seu bico.

Para utilizar, derreta a solda a ser removida, posicione rapidamente o aspirador de solda por cima da bolha derretida e ative-o para que ele “sugue” a solda. Por fim, pressione o êmbolo e ejete a solda fria em um recipiente apropriado para descarte. Em caso de entupimento do sugador é necessário desmontá-lo para fazer uma limpeza interna. Veja a Seção 9.3.1 para uma ilustração do uso do sugador de solda.



Figura 5.1.1: *Sugador de Solda*

5.2 Malha Dessoldadora

Outro método eficaz para remoção de solda é o uso de uma malha dessoldadora (Figura 5.2.1), que é um fio de cobre trançado plano, que você posiciona sobre a solda indesejada aplicando calor. Quando a solda alcançar o ponto de fusão, irá aderir ao fio de cobre. Assim que a malha estiver saturada de solda, remova o ferro e a malha ao mesmo tempo. Veja a Seção 9.3.2 para uma ilustração do uso da malha dessoldadora.



Figura 5.2.1: Malha Dessoldadora

5.3 Removedor de Fluxo

As ligas de solda para eletrônica podem possuir um fluxo de resina incorporado para facilitar a soldagem. Esta resina, no entanto, pode dar um aspecto “sujo” à placa soldada. Assim, deve-se limpar as trilhas após o processo usando um removedor de fluxo (Figura 5.3.1) ou álcool isopropílico e o auxílio de um pincel/cotonete/estopa. Remover o fluxo restante evita oxidação e mau contato, o que protege a junta de metal e o funcionamento do circuito. Além disso, uma placa limpa facilita a verificação de erros.



Figura 5.3.1: Removedor de Fluxo

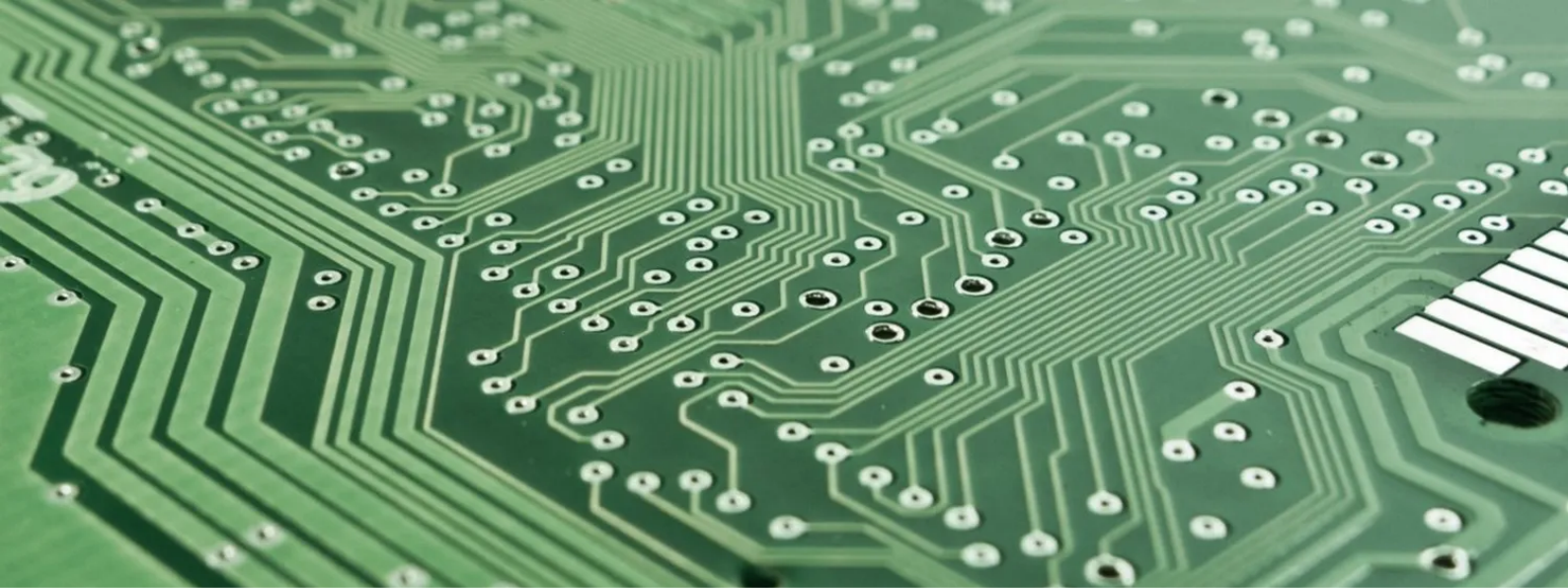
5.4 Verniz em Spray

O verniz em spray (Figura 5.4.1) é indicado para a proteção e o acabamento final de placas de circuito impresso. Ele atua formando um fino filme protetor de resina sintética que isola as trilhas e componentes contra umidade, poeira, maresia e oxidação. Esta camada protetora é fundamental para garantir a durabilidade do projeto, pois evita fugas de corrente e curtos-circuitos causados pela degradação da placa.

Para a aplicação, deve-se manter o frasco na posição vertical a uma distância de aproximadamente 20 cm da placa, em local ventilado e somente após a limpeza total com álcool isopropílico.



Figura 5.4.1: Verniz em spray



6. Introdução à PCB

Antes de começar a soldar qualquer componente em uma placa de circuito impresso, é fundamental saber "ler" as informações que já estão gravadas nela. Este capítulo ensina o que significam as letras, números, e contornos impressos na placa. Você aprenderá a identificar a serigrafia (as marcas que mostram onde cada peça deve ir), os designadores de referência (códigos como R1, C2, U3 que nomeiam os componentes), o footprint (o desenho que mostra exatamente o formato e o tamanho do componente) e a polaridade (a orientação correta para componentes que têm lado certo).

6.1 Serigrafia (Silkscreen)

A camada de tinta (geralmente branca, amarela ou preta) impressa sobre a placa recebe o nome de serigrafia (ou silkscreen, em inglês). Ela funciona como um guia, desenhando os contornos de onde cada peça deve ficar e indicando seus códigos de identificação.

6.2 Designadores de Referência

Cada componente tem um "endereço" único na placa, formado por letras e números. A primeira parte do código é sempre uma ou duas letras. Elas indicam o tipo do componente e seguem padrões internacionais (baseados nas normas IPC e IEEE). A tabela 6.2.1 apresenta os códigos essenciais que cobrem a maioria das montagens:

Tabela 6.2.1: Designadores de Referência Padrão IEEE/ANSI

Código	Componente
R	Resistor
C	Capacitor
L	Indutor (Bobina)
D	Diodo
Q	Transistor
U / IC	Circuito Integrado
F	Fusível
SW / S	Chave / Interruptor
K	Relé
P	Plug / Conector macho
VR	Potenciômetro

A tabela completa com os designadores de referência está disponível no Anexo A, ao final desta apostila.

6.3 Footprint

O termo técnico Footprint pode ser traduzido literalmente como "pegada". Assim como a pegada de um sapato no chão mostra o formato e o tamanho exato do calçado, o footprint na placa mostra exatamente onde e como o componente deve ser encaixado, sendo constituído pela combinação das ilhas (pads), ilustrado na Figura 6.3.1, e pelo contorno em tinta que delimita o espaço físico ocupado pelo corpo do componente.

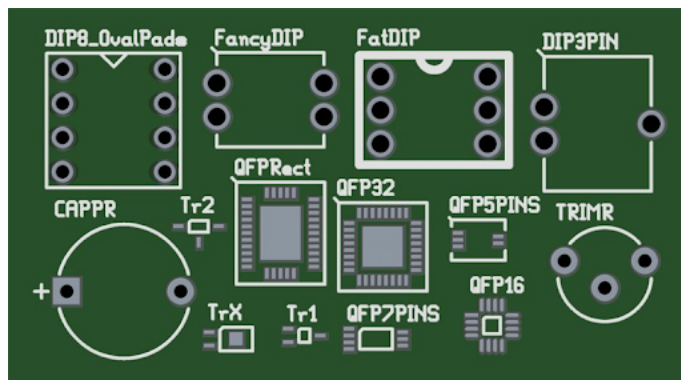


Figura 6.3.1: Footprint

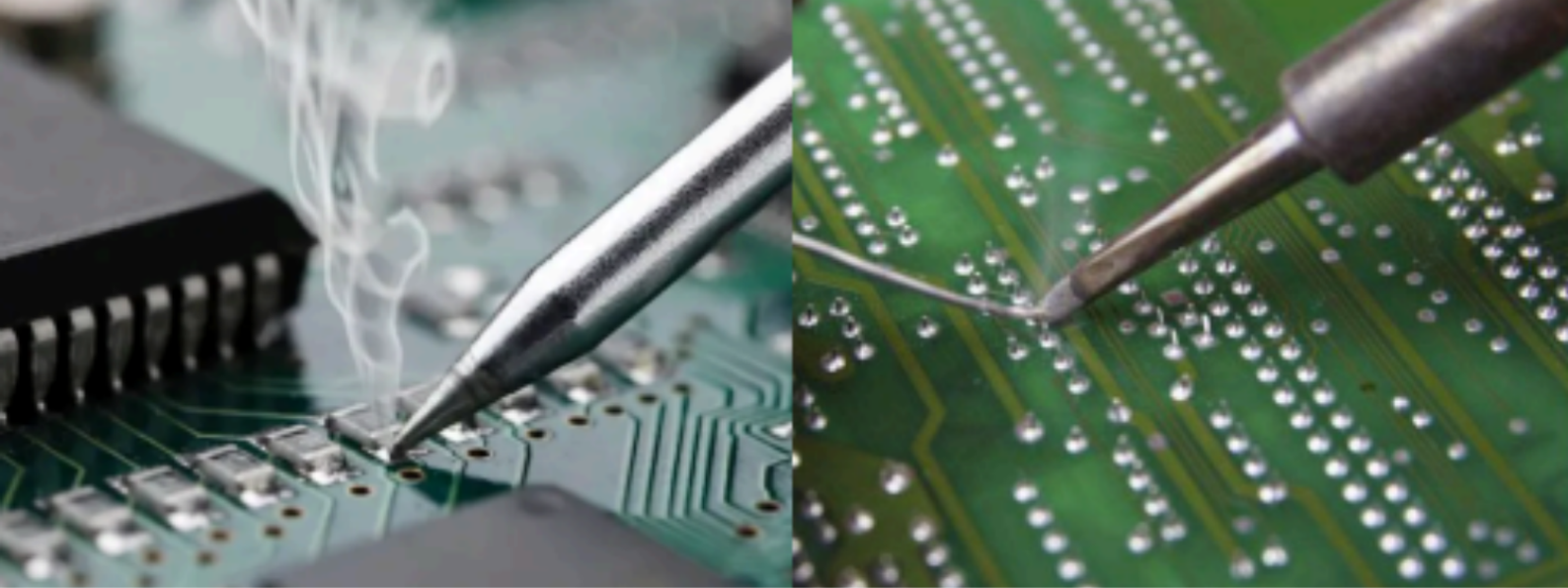
Antes de iniciar a soldagem, é fundamental realizar um teste de encaixe posicionando o componente sobre o footprint para verificar se os terminais se alinham às ilhas e se o corpo respeita o espaço dos vizinhos. Caso a peça seja visivelmente incompatível com o desenho da placa, não force a montagem, é possível que o componente selecionado está incorreto para aquele projeto.

6.4 Polaridade

A polaridade, ilustrada na Figura 6.4.1, determina se um componente possui uma orientação obrigatória para sua instalação. Enquanto componentes sem polaridade podem ser soldados em qualquer direção sem prejuízo ao funcionamento, os dispositivos com polaridade possuem terminais específicos — Positivo (+) e Negativo (−) — que devem ser rigorosamente respeitados. Caso sejam soldados de forma invertida, o componente não apenas deixará de operar corretamente, como também poderá sofrer danos permanentes ou causar falhas críticas em outros elementos do circuito e na própria PCB.



Figura 6.4.1: Indicador de Polaridade



7. Tecnologias de Montagem

Para definir a técnica correta de soldagem, você precisa primeiro entender como as peças podem ser fixadas na placa. Por isso, este capítulo apresenta as duas principais tecnologias de montagem da eletrônica atual: PTH/THT (Plated Through-Hole/Through-Hole Technology), com terminais que atravessam a placa, e SMD (Surface Mount Device), com terminais soldados diretamente sobre a superfície.

7.1 PTH / THT

Componentes PTH (ou THT) possuem terminais longos, projetados para atravessar a estrutura da placa de um lado ao outro. A montagem ocorre inserindo esses terminais pelos furos no lado superior (lado dos componentes), enquanto a solda é realizada no lado inverso (lado da solda), veja ilustração na Figura 7.1.2. Existem placas com face dupla, onde os furos possuem um revestimento metálico interno conectando as duas superfícies. Devido a essa conexão elétrica entre o topo e o fundo, a aplicação de solda pode ser efetuada em ambas as faces da placa.



Figura 7.1.1: Componentes PTH

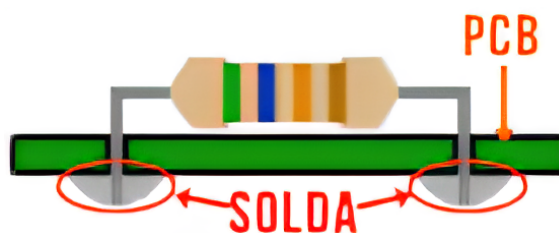


Figura 7.1.2: Representação esquemática da soldagem de um componente PTH em uma PCB.

7.2 SMD (Surface Mount Device)

Componentes SMD (Figura 7.2.1) são dispositivos que, diferentemente dos componentes PTH, não atravessam a estrutura da placa. Os terminais desses componentes são projetados para serem posicionados e soldados na superfície da placa (sobre as ilhas de solda), sem a necessidade de furos passantes. Geralmente, esses componentes são menores e possuem contatos metálicos planos ou laterais.



Figura 7.2.1: Componentes SMD

Componentes SMD com funções distintas podem compartilhar o mesmo encapsulamento físico, impossibilitando a identificação apenas pela aparência. Nestes casos, a distinção deve ser feita pela análise do código do componente:

1. **Identificação do Código de Marcação:** Devido ao tamanho reduzido, os componentes SMD não trazem seu nome completo no corpo, mas sim um código simplificado. O primeiro passo é registrar esse código. Recomenda-se realizar esse registro através de fotos nítidas antes da montagem, pois as marcações podem ser apagadas durante o processo por danos mecânicos, como riscos e raspagens. Também é recomendado armazenar esses registros de forma organizada em um banco de dados pessoal ou pastas por projeto, facilitando a localização exata do componente para futuras manutenções ou reposições.

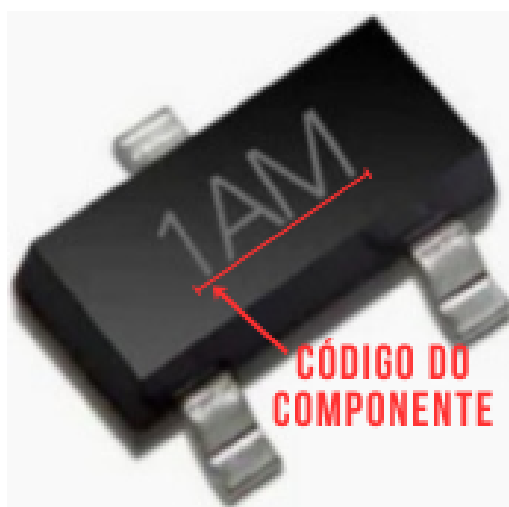


Figura 7.2.2: Código simplificado em componente SMD

2. **Busca Técnica e Datasheet:** A partir do código reduzido, realiza-se a consulta em bases de dados especializadas, como o portal <https://alltransistors.com>. Nessas plataformas, a marcação é cruzada com o formato do encapsulamento para revelar o nome real do componente. Após descobrir o modelo completo, é possível localizar o Datasheet do fabricante.

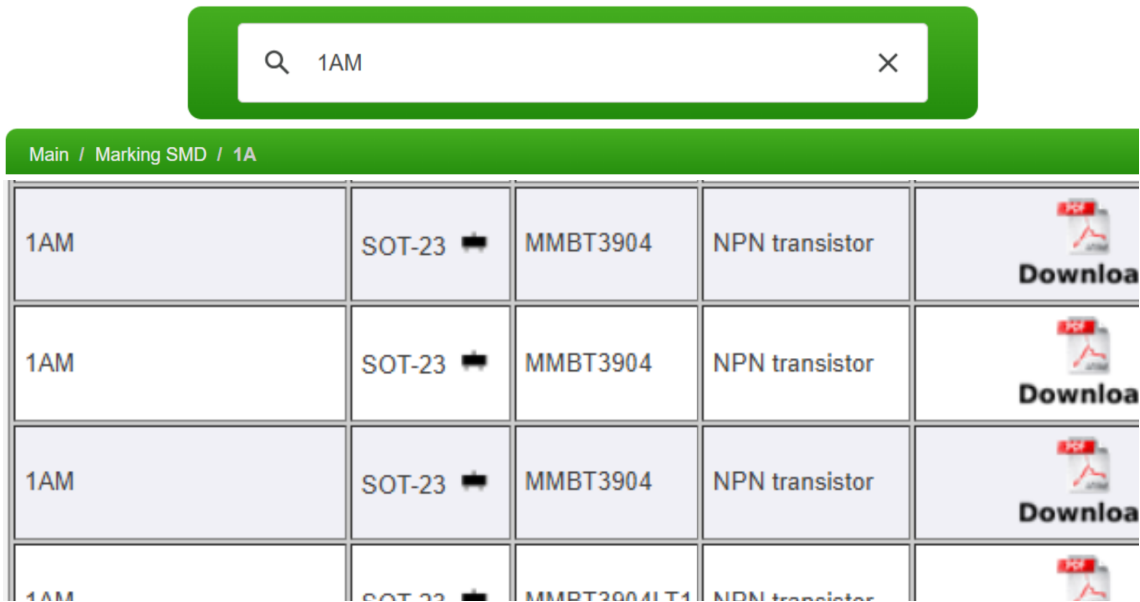


Figura 7.2.3: Busca do código completo de um componente SMD



8. Identificação de componentes

Como cada peça exige cuidados específicos na hora da montagem, este capítulo vai te apresentar as particularidades dos principais componentes que passarão pela sua bancada, classificados em: passivos (resistores, capacitores, indutores), ativos (diodos, LEDs, transistores, circuitos integrados, reguladores de tensão) e eletromecânicos (interruptores e conectores).

8.1 Componentes Passivos

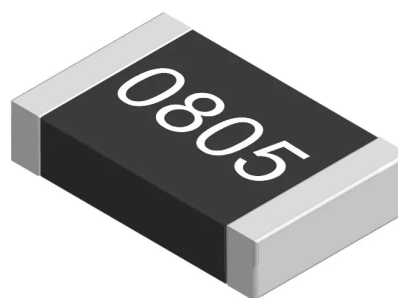
Os componentes passivos são aqueles que não necessitam de uma fonte externa de alimentação para operar e não amplificam sinais elétricos. Nesta seção, serão apresentados os três tipos mais comuns de componentes passivos encontrados em placas de circuito impresso: resistores, capacitores e indutores

8.1.1 Resistor

Os resistores PTH são identificados por seu corpo cilíndrico com listras coloridas, enquanto os modelos SMD apresentam-se como pequenos blocos retangulares (geralmente pretos) com códigos numéricos gravados no topo - (Figura 8.1.1).



(a) Resistor PTH



(b) Resistor SMD

Figura 8.1.1: Resistores

Estes componentes são não polarizados, podendo ser instalados em qualquer sentido. Antes de prosseguir com a montagem, é importante validar se o valor da resistência está de acordo com a lista de materiais. Para componentes PTH, utilize a tabela de código de cores; para componentes

SMD, utilize o código numérico escrito no corpo do componente ou, em ambos os casos, realize a medição direta com um multímetro na escala de Ohms (Ω).

8.1.2 Capacitor

Os capacitores PTH são identificados por corpos cilíndricos (eletrolíticos) ou em formato de disco/pastilha (cerâmicos), enquanto os modelos SMD podem ser cilindros metálicos com base plástica ou pequenos blocos retangulares. Eles podem ser polarizados ou não polarizados. Os modelos não polarizados podem ser soldados na PCB em qualquer orientação, exemplos comuns são os capacitores de cerâmica, filme (poliéster), mica e vidro.

Já os capacitores polarizados possuem um lado positivo e um negativo. A identificação dessa polaridade depende do modelo do componente:

- **Eletrolíticos:** Nos modelos comuns (PTH), ilustrado na Figura 8.1.2.a, a faixa de cor diferenciada indica o terminal negativo. Nos modelos SMD, o topo do capacitor possui uma marcação preta que indica o lado negativo, ilustrado na Figura 8.1.2.b. Na placa, o lado negativo deve ser alinhado com a área preenchida ou hachurada do desenho da serigrafia.



(a) Capacitor Eletrolítico PTH



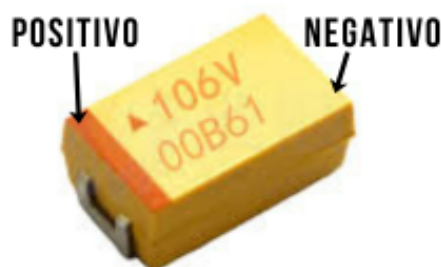
(b) Capacitor Eletrolítico SMD

Figura 8.1.2: Capacitores Eletrolíticos

- **Tântalo:** Ao contrário dos outros eletrolíticos a marcação (linha, chanfro ou sinal "+") indica o terminal positivo - (Figura 8.1.3).



(a) Capacitor de Tântalo PTH



(b) Capacitor de Tântalo SMD

Figura 8.1.3: Capacitores de Tântalo

8.1.3 Indutor

Na maioria das aplicações, os indutores (Figura 8.1.4) não possuem polaridade definida e podem ser soldados na PCB em qualquer orientação. Entretanto, em casos específicos de indutores blindados ou de potência, pode haver uma marcação indicando o início do enrolamento, que deve ser alinhada conforme a serigrafia da placa.



Figura 8.1.4: Indutores

8.2 Componentes Ativos

Os componentes ativos são aqueles que necessitam de uma fonte externa de alimentação para operar e são capazes de amplificar sinais elétricos ou controlar o fluxo de corrente de forma ativa. Nesta seção, serão apresentados os principais componentes ativos encontrados em placas de circuito impresso: diodos, LEDs, transistores, circuitos integrados e reguladores de tensão.

8.2.1 Diodo

Por permitir o fluxo da corrente elétrica em apenas um sentido, o diodo (Figura 8.2.1) é um componente que apresenta polaridade. Para identificar o lado correto na hora da soldagem, basta observar as marcações no corpo do componente. Nos diodos comuns (PTH), o catodo é indicado por uma faixa em uma das extremidades. Já nos diodos SMD, essa indicação também é feita por uma linha, que pode variar de espessura, mas sempre estará do lado do catodo. A faixa do componente deve ficar alinhada com a marcação correspondente que aparece na placa.



Figura 8.2.1: Diodos

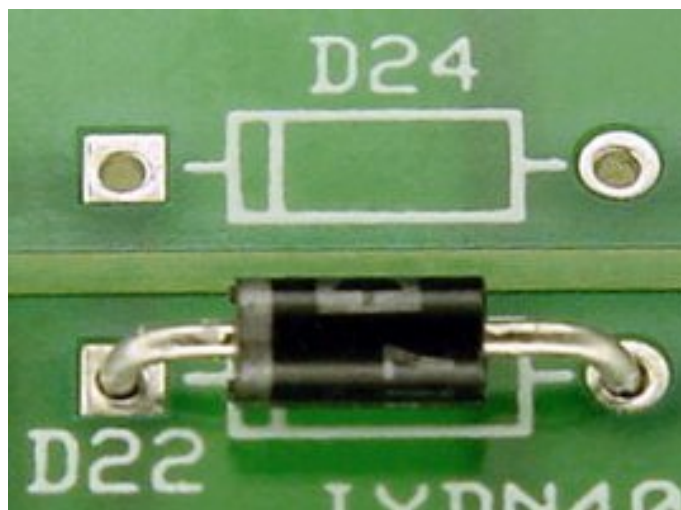


Figura 8.2.2: Posicionamento e orientação de polaridade do diodo na PCB

8.2.2 LED

Os LEDs (Figura 8.2.3) também são diodos e, por isso, para que funcionem corretamente, devem ser soldados respeitando sua polaridade. Inverter um LED na placa não costuma danificá-lo imediatamente, mas impedirá que ele acenda.

A forma mais simples de identificar a polaridade de um LED comum (PTH) é observar o comprimento das pernas: o terminal mais longo é o positivo (ânodo), enquanto o mais curto é o negativo (cátodo). Caso os terminais já tenham sido cortados, uma alternativa é observar o corpo plástico do componente: um dos lados possui um "chanfro" ou um corte reto, que indica o lado negativo.

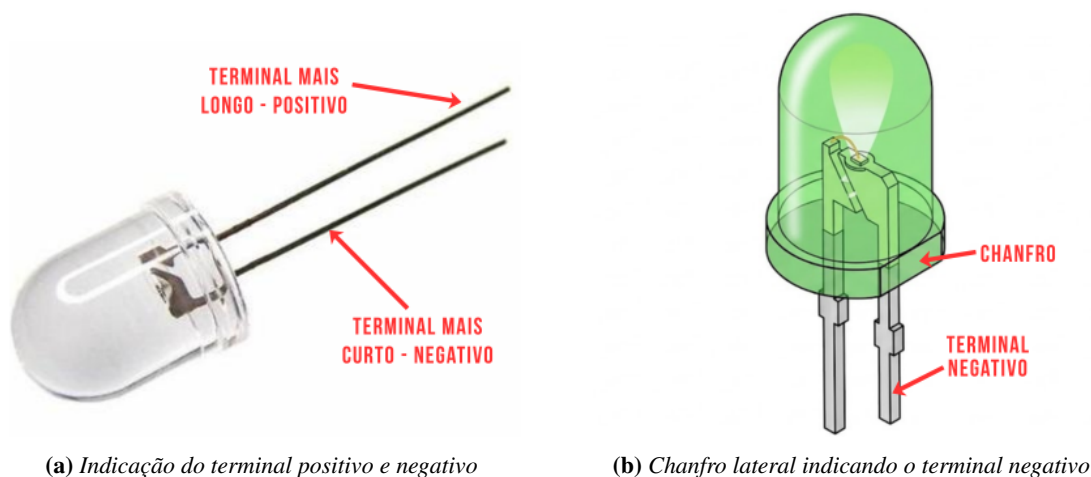
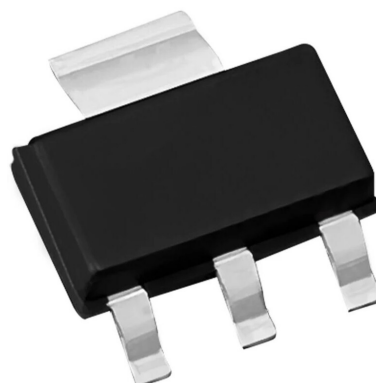


Figura 8.2.3: Identificação de polaridade em LED PTH

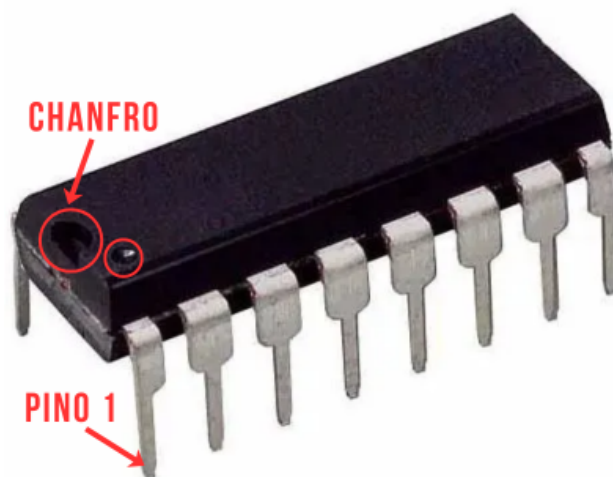
8.2.3 Transistor

Geralmente possui três terminais (Base, Coletor e Emissor) e apresenta polaridade definida, exigindo uma posição exata para o funcionamento. Para identificar a pinagem correta, é indispensável consultar o datasheet do componente, pois modelos com o mesmo encapsulamento podem apresentar funções de pinos diferentes dependendo do fabricante.

(a) *Transistor PTH*(b) *Transistor SMD***Figura 8.2.4:** *Transistores*

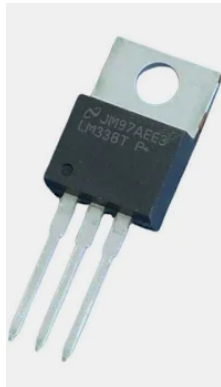
8.2.4 Circuito Integrado

Identificado pelo corpo preto retangular ou quadrado com diversos terminais ao redor (Figura 8.2.5). A orientação correta é definida pelo Pino 1, referência indicada fisicamente no corpo do componente por um ponto em baixo relevo ou por um chanfro (meia-lua) em uma das extremidades. A partir deste ponto, a contagem dos demais terminais segue o sentido anti-horário. Na placa, a marcação da serigrafia deve coincidir com essa indicação para evitar a inversão e a queima do componente.

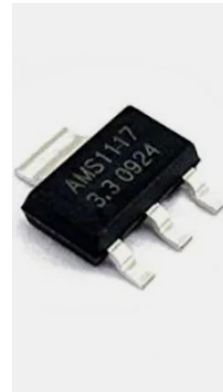
**Figura 8.2.5:** *Circuito Integrado*

8.2.5 Regulador de Tensão

Os reguladores de tensão PTH possuem o corpo muito semelhante ao dos transistores, apresentando-se geralmente em um formato achatado com uma aba metálica traseira, enquanto as versões SMD são pequenos blocos com uma base de dissipação (Figura 8.2.6). Devido a essa semelhança física, é importante verificar a numeração no corpo do componente para não confundi-lo com um transistor. Eles possuem polaridade definida e sua montagem deve seguir a serigrafia da placa que, além de indicar a orientação da aba metálica, diferencia os dois componentes através da letra de referência: U, IC ou RG para reguladores e Q para transistores.



(a) Regulador de Tensão PTH



(b) Regulador de Tensão SMD

Figura 8.2.6: Reguladores de Tensão

8.3 Componentes Eletromecânicos

Os componentes eletromecânicos combinam princípios elétricos e mecânicos em seu funcionamento, sendo geralmente utilizados para interagir com o usuário ou conectar diferentes partes de um sistema elétrico. Nesta seção, serão apresentados dois tipos fundamentais desses componentes: interruptores (ou chaves) e conectores.

8.3.1 Interruptores

São componentes destinados a abrir ou fechar circuitos manualmente. Em placas de circuito impresso, os modelos mais comuns são as chaves tácteis (push-buttons) e as chaves seletoras (DIP switches).

- **Chave Táctil ou Push-button (Figura 8.3.1.a):** Geralmente possui quatro terminais que são ligados em pares. Se o componente for soldado rotacionado em 90° em relação à posição correta, as trilhas da placa ficarão em curto-circuito permanente, impedindo o funcionamento do botão. Por isso, deve-se observar o desenho da serigrafia na placa ou realizar um teste de continuidade com o multímetro para identificar os pares de pinos antes da soldagem.
- **Chave Alavanca ou Toggle Switch (Figura 8.3.1.b):** Não possui polaridade elétrica, mas exige cuidado com a orientação na montagem para que a posição da haste coincida com a lógica do painel. Se for instalada de forma invertida, a ação do usuário resultará no oposto da função esperada.



(a) Chave Táctil

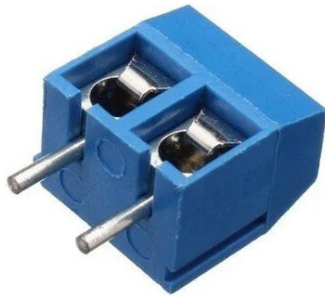


(b) Chave Alavanca

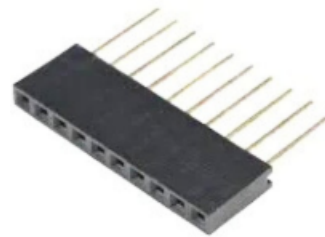
Figura 8.3.1: Interruptores chave táctil e chave alavanca

8.3.2 Conectores

Conectores (Figura 8.3.2) apresentam-se em formatos variados, durante a solda é essencial observar o alinhamento do componente e garantir que a base fique totalmente encostada na placa. Esse cuidado garante que o esforço mecânico constante, gerado ao conectar e desconectar cabos, não seja transferido diretamente para as ilhas de solda, o que poderia causar o rompimento das trilhas por fadiga.

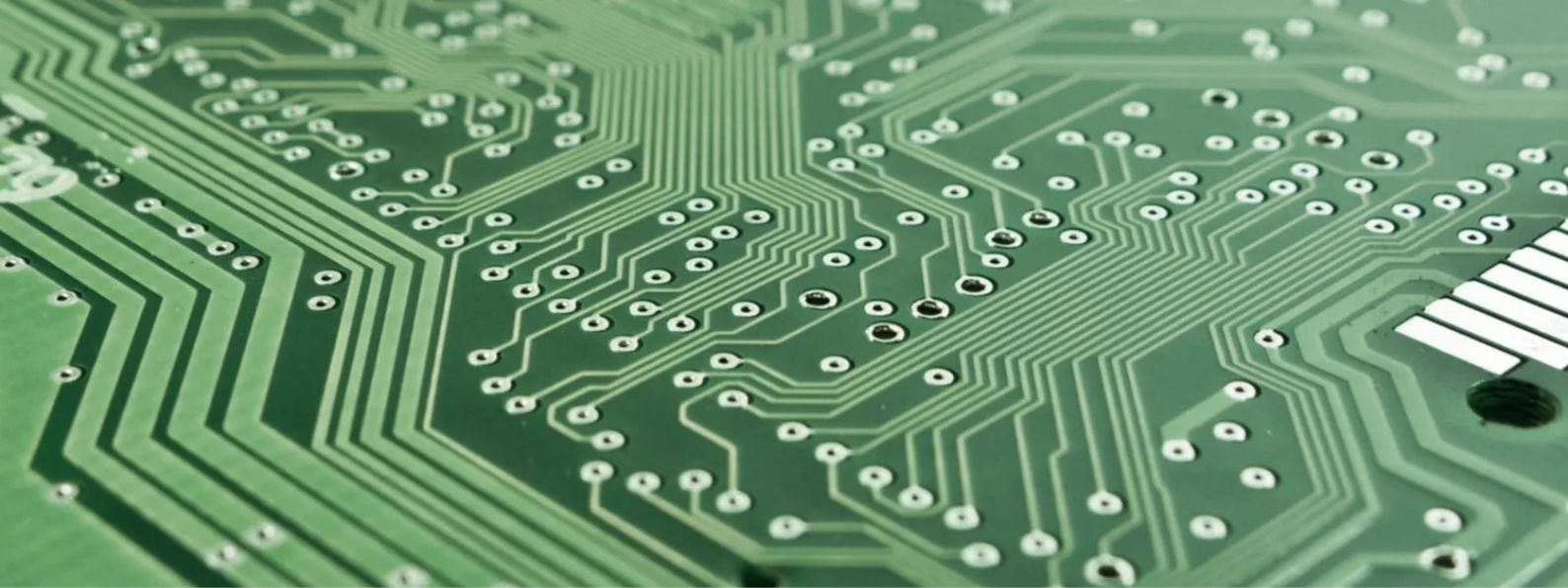


(a) Conector Borne



(b) Barra de Pinos

Figura 8.3.2: Conector Born e Barra de Pinos



9. Forma correta de soldar/dessoldar

Este capítulo apresenta roteiros práticos para soldagem e dessoldagem de componentes nas tecnologias PTH e SMD. Serão descritos desde o preparo da placa e do ferro de solda até a aplicação do estanho e a inspeção final das juntas. Também serão abordadas as técnicas de remoção de solda com sugador (PTH) e com malha dessoldadora (SMD).

A seguir, é apresentado o passo a passo para a correta soldagem de componentes PTH.

9.1 Roteiro para solda - PTH

- **Preparo:** É aconselhável limpar sempre a placa com álcool isopropílico antes de uma solda, para remover fluxo velho, impurezas e corrosão, como mostrado na figura 9.1.1.



Figura 9.1.1: Forma correta de limpar uma placa de PCB

- **Temperatura:** Escolha bem a temperatura da solda. Diferentes ligas de estanho tem temperaturas indicadas diferentes (consulte a tabela da seção 3.1).
- **Preparo do ferro:** Quando o ferro estiver quente o suficiente, aplique uma fina camada de estanho na ponta (ajuda com a transferência de calor) e passe levemente na esponja ou palha de aço. A temperatura deve ser suficiente para o estanho derreter facilmente na ponta do ferro.



Figura 9.1.2: Processo de aplicar uma fina camada de estanho na ponta do ferro de solda.

Repita este procedimento sempre que necessário. Uma boa recomendação é reaplicar o estanho na ponta e limpar a cada três pontos de solda.

- **Uso do Ferro de Solda:** A soldagem não deve ser feita colocando estanho no ferro e tentando espalhar para o local.

Segurando o ferro de solda em um ângulo de 45°, aqueça simultaneamente o terminal da placa e do componente, encostando-o por 2 a 4 segundos, a depender da temperatura. Mais que isso pode danificar os terminais (Figura 9.1.3).

- **Aplicação do Estanho:** Com ambas as partes aquecidas e conectadas, encoste a ponta do fio de estanho, que deve derreter. Após cerca de 2 segundos, remova o estanho, puxando-o para cima para deixar uma "gota" no terminal.

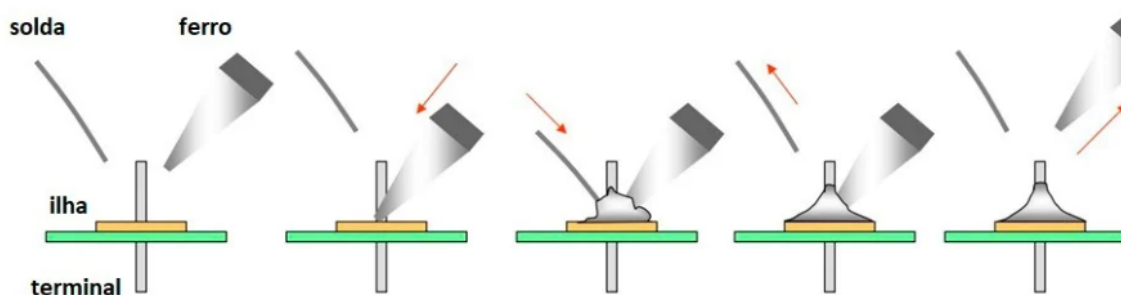


Figura 9.1.3: Diagrama que Mostra Maneira Correta de Soldar em PTH.

- É preciso atentar-se à qualidade da solda realizada. Quando bem-feita, o pino e a ilha devem estar ambas bem cobertas por solda, mas sem exagero, como vemos na Figura 9.1.4.



Figura 9.1.4: Exemplos de Boas Soldas.

- **Atenção:** Soldas mal feitas podem causar danos a circuitos e componentes, então precisam ser refeitas. A Figura 9.1.5 mostra os principais erros que devem ser evitados.



Figura 9.1.5: Exemplos de Soldas Ruins.

9.2 Roteiro para Solda - SMD

A seguir, é apresentado o passo a passo para a correta soldagem de componentes SMD conforme ilustrado na Figura 9.2.1.

- **Preparo:** Assim como no tópico anterior, efetue a limpeza da placa e dos componentes. Devido às dimensões reduzidas dos componentes SMD, é bom tomar mais cuidado e utilizar uma lupa ou microscópio e pinças de precisão durante a soldagem. Verifique a temperatura da estação de solda; componentes de superfície são mais sensíveis ao calor excessivo do que os componentes com terminais longos, então tome cuidado para não pressionar o ferro por muito tempo.

- **Fixação Inicial:** A soldagem SMD não deve ser feita tentando segurar o componente com a mão. Aplique uma pequena quantidade de solda em apenas uma ilha (o terminal) da placa. Com a pinça, posicione o componente no local correto e aqueça a ilha estanhada até que a solda derreta, fixando apenas um terminal para alinhar a peça. Certifique-se de que o componente esteja plano contra a placa antes de prosseguir.
- **Soldagem Final:** Com o componente alinhado e preso pela primeira ilha, aplique fluxo nos demais terminais. Pressione a ponta do ferro de solda no encontro entre o terminal do componente e a ilha da placa, adicionando uma pequena quantidade de estanho. A solda deve fluir suavemente, criando uma junção brilhante e côncava. Repita o processo para os demais terminais, garantindo que não haja pontes de solda (curtos) entre eles.

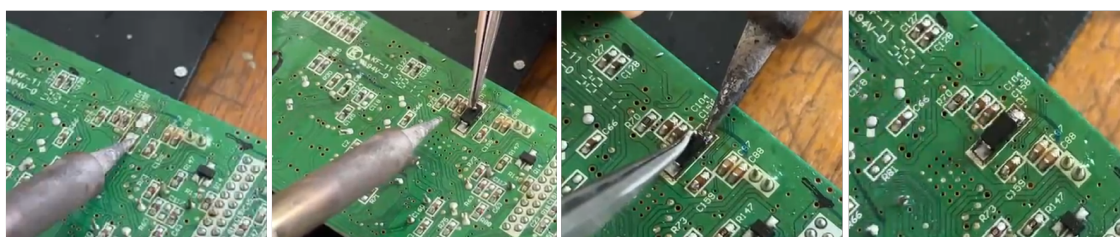


Figura 9.2.1: Solda em SMD.

9.3 Remoção de Solda e Componentes

A seguir, são apresentadas as técnicas para remoção de solda e de componentes já soldados na placa. As técnicas de remoção de solda variam conforme a tecnologia de montagem: para componentes PTH, utiliza-se o sugador de solda; para componentes SMD, a malha dessoldadora. Ambas são descritas a seguir.

9.3.1 Sugador de Solda

O capítulo anterior fala sobre a importância de uma solda bem feita. Para corrigir erros em soldas de componentes PTH, utilizamos o sugador de solda, conforme ilustrado na Figura 9.3.1.

- Para utilizar o sugador, arme-o pressionando a parte de cima. Com a solda velha aquecida (pressionar por alguns segundos com o ferro de solda), aponte o bico a 90° da placa, aproxime-o da conexão e aperte o gatilho.
- O sugador deve estar bem próximo, mas não deve estar tocando a solda.

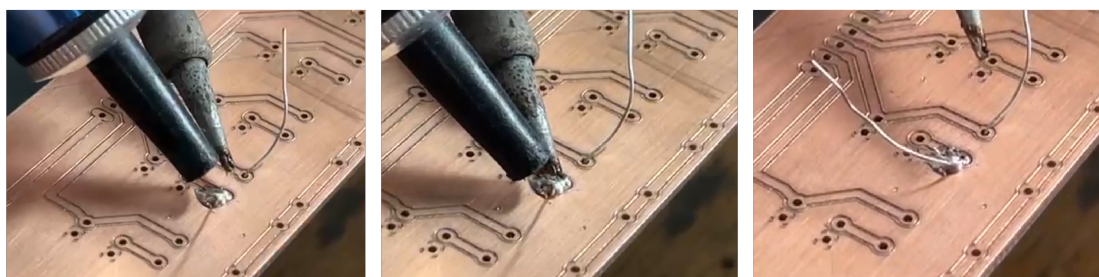


Figura 9.3.1: Uso Correto do Sugador de Solda

9.3.2 Malha Dessoldadora

A correção de erros de solda em componentes SMD é feita com o uso de uma malha dessoldadora, conforme ilustrado na Figura 9.3.2.

- Posicione a malha dessoldadora diretamente sobre as conexões de solda que deseja remover. Com o ferro de solda aquecido, pressione-o sobre a malha para transferir calor, derretendo a solda embaixo dela. Quando derretida, a solda é absorvida pela malha por capilaridade. Por fim, remova ao mesmo tempo ferro e a malha para retirar o excesso de solda da placa, evitando que a malha fique grudada ao esfriar.

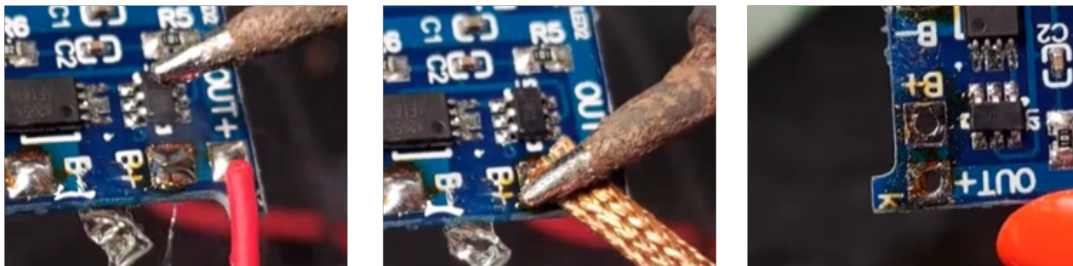


Figura 9.3.2: Diagrama Mostrando a Utilização da Malha Dessoldadora.

- Para remover um item já soldado em SMD, aplique fluxo pastoso às pernas do componente, esquentando os terminais e coloque solda sobre todas as pernas. Em seguida, com o ferro de solda na horizontal, aqueça toda a solda ao mesmo tempo e retire o componente com uma pinça.

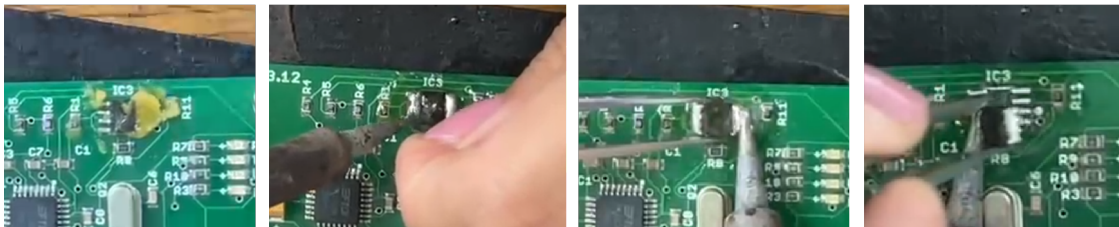
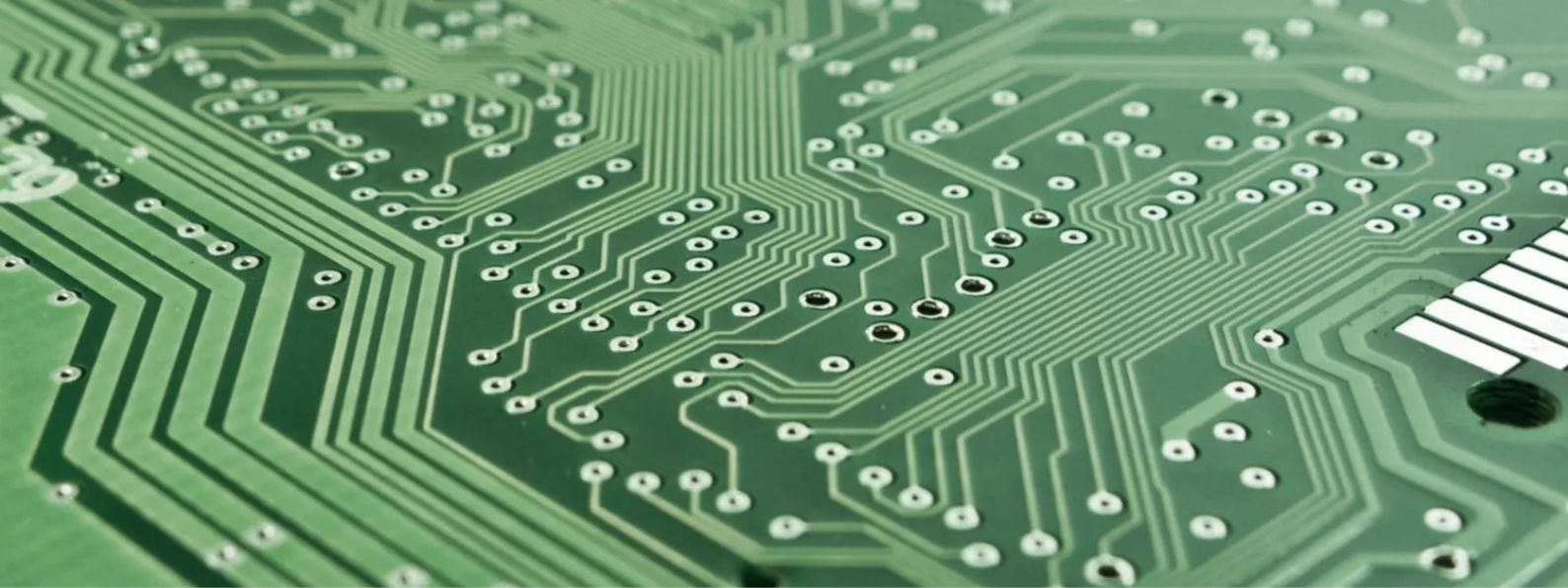


Figura 9.3.3: Diagrama Mostrando o Processo da Remoção de um Componente Soldado em SMD.



10. Boas práticas de solda/segurança

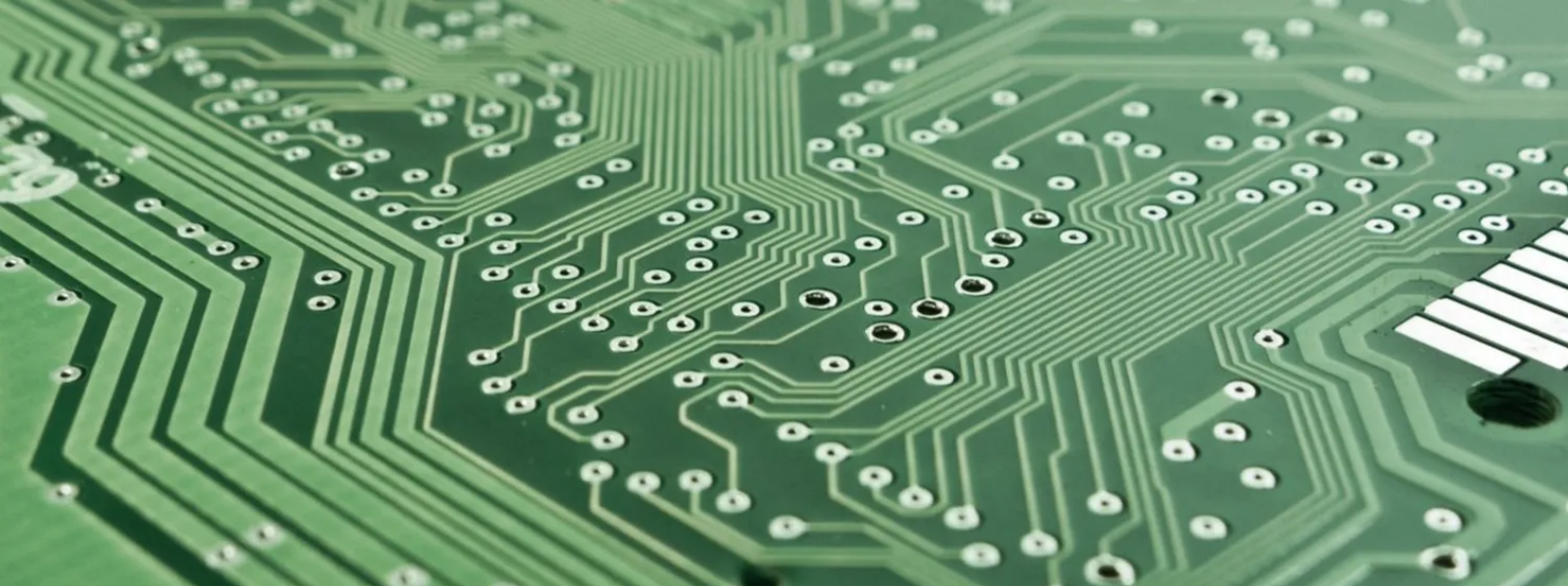
Você já aprendeu as ferramentas, os materiais, as técnicas de soldagem e como identificar os componentes. Agora, neste último capítulo, vamos falar do mais importante: a sua segurança e as boas práticas que farão de você um soldador confiável e cuidadoso.

10.1 Utilização de Equipamentos de Segurança

- **Óculos de proteção:** O uso de óculos protetores é obrigatório para proteger contra pedaços de metal, respingos de fluxo e estanho, que são comuns e podem causar cegueira.
- **Exaustor:** serve para repelir os vapores tóxicos causados pelo fluxo e estanho queimando, que não devem ser respirados.

10.2 Cuidados Adicionais

- O ferro de solda pode chegar a até 450°C. É preciso tomar cuidado para não se ferir ou estragar componentes, o ambiente ou o cabo de força do ferro. Evite contato prolongado do equipamento com os componentes eletrônicos e as placas.
- Para guardar, mantenha a ponta do ferro com uma camada de estanho, pois impede que o ferro oxide. Se isso acontecer, pode-se usar uma pasta restauradora própria para ferros de solda.
- Nunca solde em equipamentos ligados/conectados a uma fonte de energia. Não solde também diretamente em baterias. Tenha certeza de que estão sempre desconectados.
- Evite espaços fechados e com pouco fluxo de ar. Tenha preferência por espaços arejados, próximos de janelas. Na ausência de um exaustor, pode-se utilizar um ventilador bem posicionado num local arejado, embora não seja um substituto ideal.



A. Tabela de Designadores de Referência

A tabela a seguir apresenta a lista de designadores de referência, comparando as terminologias com os códigos da publicação IEC 113-2 e a norma ANSI Y32.2.

Terminologia (Original)	Terminologia (Tradução)	IEC	ANSI
Acoustical indicator	Indicador acústico	H	LS
Adjustable resistor	Resistor ajustável	R	R
Aerial	Antena	W	E
Amplifier	Amplificador	A	AR
Amplifier (with tubes)	Amplificador (valvulado)	A	AR
Arrester	Centelhador / Para-raios	F	E
Assemblies	Conjuntos / Montagens	A	A, U
Auxiliary switch	Chave auxiliar	S	S
Battery	Bateria	G	BT
Bistable element	Elemento biestável	D	U, A
Brake	Freio	Y	MP
Busbar	Barramento	W	W
Cable	Cabo	W	W
Cable balancing network	Rede de balanceamento de cabo	Z	Z
Capacitor	Capacitor	C	C
Changer	Comutador / Conversor	U	A, B, G, MT
Circuit breaker	Disjuntor	Q	CB
Clutch	Embreagem	Y	MP
Coder	Codificador	U	U, A
Compander	Compansor	Z	A

Continua na próxima página...

Continuação da página anterior

Terminologia (Original)	Terminologia (Tradução)	IEC	ANSI
Connecting stage	Estágio de conexão	S	S
Contactors	Contatores	K	K
Control switch	Chave de controle	S	S
Converter	Conversor	U	A, U, MG
Core, storage	Núcleo de memória	D	E
Crystal filter	Filtro de cristal	Z	FL
Crystal transducer	Transdutor de cristal	B	Y
Current transformer	Transformador de corrente	T	T
Delay device	Dispositivo de atraso	D	DL
Delay line	Linha de atraso	D	DL
Demodulator	Demodulador	U	A
Dial contact	Contato de disco	S	S
Diode	Diodo	V	D
Dipole	Dipolo	W	E
Disconnecting plug	Plugue de desconexão	X	P
Disconnecting socket	Soquete de desconexão	X	X
Discriminator	Discriminador	A	U
Disk recorder	Gravador de disco	D	A
Dynamotor	Dinamotor	B	MG
Electrically operated mech. device	Dispositivo eletromecânico	Y	MT
Electronic tube	Válvula eletrônica	V	V
Equalizer	Equalizador	Z	EQ
Filter	Filtro	Z	FL
Frequency changer	Conversor de frequência	U	A, B, G
Fuse	Fusível	F	F
Gas discharge tube	Tubo de descarga de gás	V	V
Generator	Gerador	G	G
Heating device	Dispositivo de aquecimento	E	HR
Hybrid	Híbrido	Z	Z
Indicating device	Dispositivo indicador	P	DS
Induction coil	Bobina de indução	L	L
Inductors	Indutores	L	L
Integrating measuring device	Disp. de medição integrador	P	M
Inverter	Inversor	U	A, U, PS, MG
Isolator	Isolador / Seccionadora	Q	AT

Continua na próxima página...

Continuação da página anterior

Terminologia (Original)	Terminologia (Tradução)	IEC	ANSI
Jumper wire	Fio de ligação (Jumper)	W	W
Laser	Laser	A	MT, A
Lighting device	Dispositivo de iluminação	E	DS
Limit switch	Chave fim de curso	S	S
Limiter	Limitador	Z	MT, RE
Line trap	Bobina de bloqueio	L	FL, MP, V
Loudspeaker	Alto-falante	B	LS
Magnetic amplifier	Amplificador magnético	A	AR
Magnetic tape recorder	Gravador de fita magnética	D	A
Maser	Maser	A	A
Measuring equipment	Equipamento de medição	P	M
Microphone	Microfone	B	MK
Miscellaneous	Diversos	E	E
Modulator	Modulador	U	A
Monostable element	Elemento monoestável	D	A, U
Motor	Motor	M	B
Optical indicator	Indicador óptico	H	DS
Oscillator	Oscilador	G	Y, G
Overvoltage discharge device	Disp. de desc. de sobretensão	F	F, E
Parabolic aerial	Antena parabólica	W	E
Photoelectric cell	Célula fotoelétrica	V	B
Pickup	Captador (Pickup)	B	PU
Plug	Plugue	X	P
Pneumatic valve	Válvula pneumática	Y	MP
Potentiometer	Potenciômetro	R	R
Power switchgear	Aparelhagem de manobra	Q	CB, S
Protective device	Dispositivo de proteção	F	F
Pushbutton	Botão de pressão	S	S
Quartz-oscillator	Oscilador de quartzo	G	Y
Recording device	Dispositivo de gravação	P	A, M
Register	Registrador	D	A, U, M
Relay	Relé	K	K
Resistor	Resistor	R	R
Resolver	Resolver (Transdutor)	B	B
Rheostat	Reostato	R	R

Continua na próxima página...

Continuação da página anterior

Terminologia (Original)	Terminologia (Tradução)	IEC	ANSI
Rotating frequency generator	Gerador rotativo de freq.	G	G, MG
Rotating generator	Gerador rotativo	G	G
Selector	Seletor	S	S
Selector switch	Chave seletora	S	S
Semiconductor	Semicondutor	V	D, CR, Q
Shunt (resistor)	Shunt (Derivação)	R	R
Signal generator	Gerador de sinais	A	P
Signaling device	Dispositivo de sinalização	H	DS
Socket	Soquete	X	X
Soldering terminal strip	Barra de terminais soldáveis	X	E, TB
Static frequency changer	Conversor estático de freq.	U	A
Storage device	Disp. de armazenamento	D	A, U
Subassembly	Submontagem	A	A
Supply	Fonte de alimentação	G	A, PS
Supply device	Disp. de fonte de alimentação	G	A, PS
Synchro	Sincro (Synchro)	B	B
Telegraph translator	Tradutor telegráfico	U	A
Terminal	Terminal	X	E
Terminal board	Placa de terminais	X	TB
Termination	Terminação	Z	AT
Test jack	Jack de teste	X	E, J
Testing equipment	Equipamento de teste	P	A
Thermistor	Termistor	R	RT
Thermo cell	Célula térmica (Termopar)	B	A, TC
Thermoelectric sensor	Sensor termoelétrico	B	A
Thyristor	Tiristor	V	Q
Transducer (nonelectrical)	Transdutor (não elétrico)	B	A, BT
Transformer	Transformador	T	T
Transmission path	Caminho de transmissão	W	W
Transistor	Transistor	V	Q
Tube (electron)	Válvula (eletrônica)	V	V
Voltage transformer (potential)	Transformador de tensão	T	T
Waveguide	Guia de onda	W	W
Waveguide directional coupler	Acoplador direcional de guia de onda	W	DC



Bibliografia

- [1] BOYSEN, Earl; KYBETT, Harry. *Eletrônica para Leigos (Electronics for Dummies)*. [S.l.: s.n.], [s.d.].

Nota técnica: Este material é completo, cobrindo toda a bagagem teórica e prática sugerida para a apostila de solda. Ele detalha os materiais e ferramentas de soldagem, explicando a função de cada item (como tipos de fluxo, esponja e estanho) e realiza a comparação técnica, por exemplo quando usar o sugador de solda ou a malha dessoldadora. O livro ensina a forma correta de soldar e aborda as boas práticas de solda e dicas de segurança. Além disso, como foi sugerido inserir a identificação de componentes em placas como algo extra, este livro também aborda a teoria dos componentes, mencionando o funcionamento deles e explica os diferentes encapsulamentos. Por fim, também cobre em parte a validação, ensinando a identificar visualmente uma "solda fria" e como realizar reparos.

- [2] VINCK, Marc de. *Primeiros passos com soldagem*. [S.l.: s.n.], [s.d.].

Nota técnica: É útil porque aborda as técnicas para boa soldagem, ensina a escolher os materiais adequados, como identificar e refazer soldas ruins, e dá dicas de segurança.

- [3] MEHL, Ewaldo L. M. *Alguns conselhos para soldagem de componentes em Placas de Circuito Impresso*. Curitiba: UFPR, [s.d.].

Nota técnica: O autor é engenheiro eletricitista pela Universidade Federal do Paraná e professor adjunto da UFPR.

- [4] EMBARCADOS TV. *Ferramentas, Materiais e Técnicas para Soldagem SMD*. [Vídeo]. YouTube. Disponível em: <https://youtu.be/QLs1zjqfEUY>. Acesso em: 06 mai. 2026.

- [5] HEATSIGN. *Identificação de componentes eletrônicos: seu guia completo*. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.heatsign.com/pt/>

identificacao-de-componentes-eletronicos-seu-guia-completo/. Acesso em: 06 mai. 2026.

- [6] GLOBAL WELL PCBA. *Guia de soldagem de PCB*. Disponível em: <https://www.globalwellpcba.com/pt/guia-de-soldagem-de-pcb/>. Acesso em: 06 mai. 2026.
- [7] FCT SOLDER. *Eutectic Solder*. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://fctsolder.com/eutectic-solder/>. Acesso em: 23 mai. 2026.

SOLDAGEM DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

DESENVOLVIDA PELO GRUPO PETEE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, ESTA APOSTILA REÚNE A BASE PARA QUEM DESEJA INICIAR OU APRIMORAR SUAS HABILIDADES NA SOLDAGEM DE COMPONENTES ELETRÔNICOS. COM UMA ABORDAGEM DIDÁTICA, O MATERIAL ABRANGE O USO DE ESTAÇÕES DE SOLDA E MATERIAIS DE CONSUMO, A IDENTIFICAÇÃO CORRETA DOS COMPONENTES NA PLACA E ROTEIROS PASSO A PASSO PARA SOLDAR E DESSOLDAR.