

# CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

## 2º MÓDULO

2015

## **Confecção de placas de circuito impresso**

### **CIRCUITO IMPRESSO**

Refere-se ao circuito estampada na placa, basicamente substitui a fiação (conjunto de fios), na interligação de componentes ou circuitos. Também é conhecido como “**LAY-OUT**”.

Fio é aquele condutor elétrico constituído de 1 filamento só (monofilar). A um conjunto de fios damos o nome de fiação.

Cabo é aquele condutor constituído de vários filamentos (mutifilar) o que o torna flexível. A um conjunto de cabos damos o nome de cablagem.

### **PISTA OU TRILHA**

É a que faz a interligação de um componente ao outro ou a um circuito e outro. Corresponde à um fio de ligação.

Pista ou trilha, como foi visto serve para interligar duas ou mais ilhas entre si, substitui ou corresponde à um fio de ligação comum. Portanto é um fio de secção retangular cuja espessura (grossura) é de aproximadamente 0,035mm. A conformação (desenho) da pista não obedece à uma regra rígida, daí a existência de uma variedade enorme de traçados. Você já deve ter observado isto nas revistas, jornais, livros ou mesmo placas já prontas.

Assim cada um pode ter estilo próprio, em nada interferindo no funcionamento.

Apesar da liberdade de estilos, é sempre aconselhável seguir as seguintes recomendações:

- a) Sempre que possível usar linha reta.
- b) Usar a distancia mais curta possível entre ilhas a serem interligadas.

Assim se você for fazer uma placa, a seu critério, pode modificar a disposição do desenho.

### Largura das Pistas

Se a conformação das pistas não tem menor importância, a sua largura não pode ser feita a olho. A explicação é simples: ela corresponde a um fio, portanto é um condutor elétrico por isto mesmo deve ser dimensionada de acordo com uma corrente (“amperagem”) que irá circular por ela. Assim quanto maior for a corrente mais larga deve ser e vice-versa. Segunda Lei de Ohm.

Sendo assim qualquer modificação que for feita num traçado já feito, há que se levar em consideração este detalhe, isto é, pode-se modificar o traçado, sem alterar a largura da pista, alias pode torná-la mais larga e não mais estreita.

Para determinar a largura de uma pista é preciso saber a corrente que circulará por ela e através de uma simples conta de dividir chegamos a ela. É um formula bem simplificada e portanto fácil de ser usada e está embutido um bom fator de segurança. A espessura do cobre varia de 0,030mm a 0,070mm, sendo o mais comum a de 0,035 mm ou 35 milésimo de milímetro. Basta dividir a corrente (em ampéres) por 0,2 e teremos como resposta a largura (mínima) da pista em mm.

$$L = \frac{A}{0,2} = \text{largura da pista em mm}$$

**A = corrente em ampéres**  
**L = largura da pista em mm**  
**0,2 = constante**

**Obs:** Este cálculo da sempre a largura mínima, não impedindo que na prática se faça uma pista mais larga, isto é muito importante, que adotaremos abaixo.

**Portanto preste atenção antes de fazer qualquer modificação**

**UMA BOA NOTÍCIA!** (Principalmente para aquele que não gosta de fazer cálculos)

Na prática dificilmente utilizamos este calculo para determinar a largura das pistas, por dois motivos:

- a) Em geral fazemos uma placa seguindo o modelo já feito e, portanto já calculado por quem o idealizou a montagem, com exceção dos novos projetos.
- b) Hoje em dia, salvo raras exceções, como fonte de alimentação e saída de áudio, as montagens gerais consomem pouca corrente, daí as pistas poderem ser bem estreitas, dispensando este cálculo. Por exemplo, uma corrente de 50 mA, exige segundo o cálculo, uma pista de 0,25 mm o que na placa é difícil de ser feita manualmente.

Sempre que possível é mais conveniente fazer uma pista mais reforçada do que frágil, pois assim teria menos chance de descolar e não haveria problema durante a corrosão (será explicada mais adiante).

### **ILHA OU AURÉOLA**

É a área cobreada que circunda o furo. Serve para fixar o terminal do componente através da solda, estabelecendo assim, o contato elétrico, também é utilizado para simples fixação sem haver este contato.

O formato das ilhas também não obedece a normas rígidas, daí existirem redondas, quadradas, retangulares, etc.

A ilha deve ser proporcional, isto é, ser compatível com o furo.

Uma ilha muito grande ocasionará um gasto excessivo de solda, visto que a tendência desta, é a de se esparramar por toda ela. Numa soldagem manual até que é possível controlar a quantidade de solda, mas já imaginaram uma placa (de produção industrial) com 200 ilhas à serem soldadas e uma produção mensal, de 50.000 placas. Já viu o desperdício de solda?

Por outro lado, uma ilha exageradamente pequena, além de dificultar a soldagem por falta de espaço adequado para a solda aderir, há risco do cobre descolar da placa durante a soldagem ou na dessoldagem, o que é um incrível transtorno. O cobre uma vez descolado da placa, não oferece condições de recolagem, portanto é preciso atentar para este detalhe ao confeccionar uma placa.

Hoje em dia para se desenhar ilhas, existem adesivos especiais que facilitam bastante este trabalho, alguns exemplos poderão ser vistos a seguir:

Recomendação prática para quando estiver desenhando na placa ou projetando algum lay-out.

- a) Não desenhar duas ilhas muito próximas uma da outra.

Na soldagem, a solda poderia invadir de uma pista para outra, provocando um curto circuito.

- b) Para evitar esta proximidade indesejável podemos fazer ilhas não concêntricas, isto é, o furo um pouco deslocado do centro da ilha. As ilhas excêntricas permitem uma folga maior entre duas ilhas.

- c) A mesma solução podemos utilizar entre uma ilha e pista.

Ilha muito próxima da pista.

Ilha excêntrica aumenta a folga entre a pista e ilha.

- d) Quando tiver que passar uma pista no meio de ilhas, evite encostar só de um lado, procure colocá-la no meio delas.

Não encostar muita pista nas ilhas...

Localização melhor da pista em relação às ilhas.

- e) Quando tiver duas ou mais pistas que devem passar no meio de ilhas, não amontoar de um lado só, procurar distribuir proporcionalmente.

Não amontoar de um lado só.

É melhor distribuir as pistas proporcionalmente entre as ilhas.

- f) Na placa, deve-se evitar folga entre o cobre e o furo, pois traria problemas na soldagem. Isto é evitado durante a traçagem da placa.

Folga indesejável entre o cobre da pista e o furo. Para evitar esta folga, na traçagem cercar o furo por completo com tinta.

- g) É recomendável uma folga de pelo menos 1 mm entre duas ilhas ou entre pista e ilha.

### **Suporte – Matéria prima da parte isolante da placa.**

Suporte é o material isolante, sobre a qual se acha colada a película de cobre.

Matéria prima usada na fabricação do suporte:

- a) Fenolite
- b) Fibra de vidro (resina epóxi)
- c) Composit
- d) Plástico

**Fenolite:** É a matéria prima mais antiga e a mais utilizada na fabricação de placa de circuito impresso por 3 aspectos principais:

- 1 – Preenche na sua maioria os requisitos técnicos.
  - 2 – É a mais barata.
  - 3 – É fácil de ser manipulado, como cortar, furar, frezar etc.
- 
- a) **Fibra de vidro:** Também conhecida como epóxi, é feita de tecido de lã de vidro em varias camadas e impregnadas com resinas epóxi. Altamente resistente, apresenta pouca perda de RF e permite metalização. Exige equipamento especial para o seu manuseio. Tem a cor cinza-esverdeada.
  - b) **Composit:** É uma mistura de fenolite com fibra de vidro, isto é, um sanduíche, onde o recheio é o fenolite. Tem a cor branca.
  - c) **Plástico:** Pode ser flexível é indicado para montagens que não comportam placas.

### Tipos de Cobreado

- a) Simples face (monoface)
  - b) Dupla face (biface)
  - c) Multilayer (múltipla face)
- a) **Simples Face:** Quando o cobre reveste apenas um lado da placa.
  - b) **Dupla Face:** Quando os dois lados da placa são revestidos de cobre.
  - c) **Multilayer:** É feito um sanduíche de placas de dupla face e depois prensadas.

As placas de dupla face e multilayer são utilizadas para se ganhar espaço, isto é, diminuir o tamanho da placa e eliminar jampeamentos.

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PLACAS DE:

### FENOLITE E EPÓXI COBREADOS EMPRESA “FORMILINE”

### **ISOPLAC XXXPC C u**

**Classificação:** fenólicos cobreados

**Composição:** resina fenólica, material base; papel.

**Características:** possuem altos valores de resistência superficial e volumétrica, associados a baixos valores de constante dielétrica e fator de perdas.

**Aplicações:** circuitos para rádios, eletrodomésticos, circuitos para controle e automação na indústria, teclados para computadores etc.

**Designações:** nema (USA): xxxpc, ISSO/R 1642/DIN 7735 (GERMANY): HP 2063, JIS (JAPAN): PP3, BS (GREAT BRITAIN): P4, NF (FRANCE): PPP, VSM (SWISS): S-PF-CP4.

**Dimensões da Chapa:** 0,83 x 1,25 m, 0,97 x 1,25 m, 1,25 x 1,25 m, 2,51 x 1,25 m.

**Espessuras (1):** 0,5 A 4,0 mm.

**Placa de fenolite Cobreado Simples Face.**

A espessura mais usada é de 1,6 mm.

Peso de 1 m<sup>2</sup>, espessura de 1,6 mm = 2,2 Kg.

Preço aproximado (em dez/95) de 1 m<sup>2</sup> = US\$ 35,00

### **ISOPLAC FR 4 Cu**

**Classificação:** Epóxicos cobreados

**Composição:** Resina: Epóxi, Material Base: tecido de fibra de vidro.

**Características:** Possuem excelentes características mecânicas e elétricas aliadas à alta resistência a choques térmicos e químicos. Ressalta-se sua superior estabilidade dimensional e baixas perdas em alta frequência, sendo classificados como UL 94-VO underwriters laboratories.

**Aplicações:** Placas de circuito impresso para computadores, automação, aviação, telecomunicações e equipamentos militares.

**Designações:** NEMA (USA): FR-4, DIN 40802 (GERMANY): EP-GC 02, JIS (JAPAN): GE 4F, BS (GREAT BRITAIN): EP-CG-Cu3, NF (FRANCE):, VSM (SWISS): S-EP-GC2

**Dimensões da Chapa:** 0,92 x 1,22 m

**Espessura (1):** 0,5 a 4,0 mm.

### **Cobre Básico.**

É a película de cobre de ~0,035 mm de espessura que reveste o material e que posteriormente será corroída quimicamente, para formação das pistas e ilhas que constituem o circuito impresso.

### **Metalização.**

É um revestimento metálico obtido galvanicamente na parte interna dos furos, é feita em placas de fibras de vidro de dupla face e tem por objetivo interligar as duas faces através dos furos, permitindo assim que a placa seja submetida ao processo de soldagem continua sem problemas.

### **Conectores.**

É a área metalizada tal qual um pente, que é utilizada para estabelecer contato elétrico entre circuito e outro por simples contato sem soldagem. Normalmente são banhados à ouro para se ter certeza de um bom contato e evitar oxidação com o tempo. A peça que encaixa na placa, também é chamada de conector, na sua parte anterior são soldados os fios.

### **Verniz Anti-Solda (Máscara).**

É um verniz especial que recobre toda a placa, deixando descobertas as “áreas destinadas às soldagens”. Em geral de cor esverdeadas é aplicado pelo processo serigráfico (silk-screen). É aplicado em placas que sofrerão soldagem simultânea por um processo automático, com isto evitando que a solda grude é feita com ferro de solda (soldagem ilha a ilha) seja numa montagem caseira ou industrial.

### **Verniz Protetor.**

A placa concluída é protegida com um verniz especial, dita de “verniz protetor”, para evitar que o cobre se oxide ou se impregne de sujeira, dificultando a soldagem. Se diz de placa envernizada ao se referir à este tipo de acabamento. Ele só é aplicado

em produção industrial como acabamento final e evitar que o usuário perca tempo antes da montagem e soldagem. Ele é aplicado por máquinas especiais chamadas de envernizadeiras, pistola de ar comprimido e em baixa produção com mecha de algodão ou estopa. Para montagem esporádica (montagem de kit, trabalho de escola, artigo de revista, protótipos, etc) ele é dispensável, sendo substituído por uma boa esfregada de palhinha de aço (Bom Bril), antes da soldagem.

Este verniz na versão mais simples é feito com breu e álcool comum e passado na placa por meio de algodão, não se esquecendo a previa limpeza do cobre com palhinha de aço.

O verniz protetor além de proteger o cobre contra oxidação, facilita a soldagem, não precisando assim ser removida antes da mesma. Não confundir com verniz comum para passar em madeira, este é a base de laca e não serve para proteção do cobre.

**ATENÇÃO!** Frisamos mais uma vez que numa montagem este verniz é perfeitamente dispensável, basta limpar o cobre da placa com palhinha de aço (Bom Bril) antes da montagem. Não perca tempo, nem dinheiro com coisas desnecessárias.

### **Símbolos.**

Símbolos gravados no verso da placa facilitam o trabalho de montagem, pois fica fácil posicionar os componentes nela.

As placas industriais tem impresso na sua parte lisa (lado contrário ao do cobreado na placa simples face e lado contrário ao dos componentes na placa de dupla face) os símbolos, números ou quaisquer outros tipos de marcações, que possam indicar a localização dos componentes nos seus respectivos furos. Serve para evitar perda de tempo em procurar o lugar de cada componente na placa. Normalmente é aplicado por meio de silk-screen.

### **ESCOLHA DA PLACA CERTA**

Antes de começar a fazer uma placa de circuito impresso, é preciso definir o tipo de placa quanto ao seu material isolante, espessura, cobreado e dimensões. Todos estes fatores têm uma importância muito grande, em se tratando de produção industrial, já que determinamos o seu preço de custo.

Quanto ao material base (parte isolante)

- a) fenolite
- b) fibra de vidro (epóxi)
- c) composit
- d) plástico (flexível)

Quanto ao cobreado

- a) monoface (simples face)
- b) biface (dupla face)
- c) “multilayer”

**1º** - Se você é um aluno e vai fazer uma placa só, para fazer montagem de um kit, artigo de revista, trabalho escolar, experiência, etc. Não se preocupe, use a placa de fenolite de simples ou dupla face. Não se esqueça à maioria das montagens, mesmo nas indústrias, deve utilizar este material porque além de ser o mais barato é fácil de manipulá-la.

**2º** - A outra opção é a placa de fibra de vidro (epóxi), que tem duas desvantagens em relação ao fenolite: é bem mais cara, cerca de 230% e necessita de equipamento e ferramenta apropriados para seu manuseio. Se você não os dispõe, não compre esta placa se não vai ter dor de cabeça. A placa de epóxi é utilizada normalmente nos seguintes casos:

- a) exigência do cliente;
- b) exigência do projeto;
- c) placa de grandes dimensões;
- d) não pode haver deformações;
- e) equipamentos que irá trabalhar em local úmido ou muito quente;
- f) equipamentos militares;
- g) equipamentos que vibram muito;
- h) exigência de baixas perdas de R.F.(Rádio freqüência).

**3º** - Também é preciso determinar a espessura que varia bastante, sendo o mais usado o de 1,6 mm (1/16). O tamanho da placa inteira também varia bastante é preciso escolhê-lo de acordo com as placas que serão fabricadas se ter menor perda possível.

**4º** - As placas são vendidas no varejo em pedaços pequenos já cortados ou em retalhos que precisam ser recortados para se obter o formato desejado.

**Não se esqueça, sempre que puder use PLACA DE FENOLITE**

### **COMO FAZER UMA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO**

**A** – Como fazer uma placa manualmente

Como já foi visto anteriormente utilizamos uma placa de fenolite cobreado.

#### **SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES**

##### **TÉCNICA CONVENCIONAL**

- 1 – corte da placa no tamanho certo;
- 2 – limpeza da placa com uma esponja de aço;
- 3 – pré-traçagem;
- 4 – traçagem;
- 5 – corrosão;
- 6 – furação
- 7 – limpeza final

Obs: Após a confecção do lay-out não esqueça de inverter o mesmo, pois o circuito não funcionará, caso este procedimento não seja feito.

##### **TÉCNICA SIMPLIFICADA**

- 1 – cortar
- 2 – limpar

- 3 – furar
- 4 – pré-traçar
- 5 – traçar
- 6 – corroer
- 7 – remover tinta
- 8 – limpeza geral

## **TÉCNICA CONVENCIONAL**

### **CORTAR A PLACA**

Para cortar a placa no tamanho desejado poderíamos utilizar os diversos tipos de serras manuais, o inconveniente é que deixam muitas rebarbas. Obrigando à uma lixagem.

Alguns tipos de arco de serra que podem ser usados para cortar placa.

Como as serras deixam muita rebarba é preciso lixar a placa após o corte.

Outras ferramentas usadas para cortar placa são cortadoras é composta de uma régua e um riscador.

### **COMO CORTAR PLACA COM CORTADOR DE RÉGUA SIMPLES**

Com uma régua e lápis trace o lugar da placa a ser cortada, faça isto do lado cobreado.

Com a placa numa superfície plana, acerte a régua no traço feito. A borda deve incidir com o traço.

Comprimindo a régua firmemente, passe o riscador vigorosamente junto à borda da régua, tendo cuidado para que esta não se mexa do lugar, 4 ou 5 passadas firmes são suficientes. Cuidado para não riscar a mesa.

Comprimindo a régua, tente dobrar a placa, ela deve partir onde foi riscada.

Com uma lixa fina remova as rebarbas.

### **LIMPEZA DA PLACA**

Uma vez obtido o pedaço da placa no tamanho e formado que a montagem exige, é preciso fazer uma boa limpeza no cobre, através de um escovamento. Esta limpeza é de suma importância, pois a falta da mesma certamente trará sérios transtornos no futuro. Esta limpeza é a coisa mais simples do mundo, basta esfregar uma palhinha de aço, à seco, no cobre. Este recurso também é utilizado em pequena produção industrial. Termina-se a limpeza, com movimentos rotativos para deixar o cobre bem liso e assim facilitar a traçagem mais adiante. Após esta limpeza evita-se segurar a placa colocando a mão sobre o cobre para não engordurá-lo, se segura pelas bordas.

Palhinha de aço para limpar o cobre

Palhinha de aço, a seco limpa o cobre. Termina-se a limpeza com movimentos lineares suaves para deixar o cobre bem liso.

Após a limpeza do cobre evita-se o contato dos dedos ou da mão com o mesmo.

Depois da limpeza segure a placa pelas bordas.

### **PRÉ-TRAÇAGEM**

Pré-traçagem é uma traçagem auxiliar feita antes da traçagem à tinta definitiva no cobre da placa. É para facilitar esta última. É aconselhável quando não se tem muita prática ou quando o lay-out é meio complicado.

É muito difícil desenhar o lay-out ao lado diretamente na placa, devido a sua complexidade, neste caso é aconselhável fazer a pré-traçagem.

Como exemplo vai fazer a pré-traçagem deste lay-out:

Faça um xerox do lay-out;

Recorte o lay-out;

Recorte um pedaço de papel carbono do tamanho da placa;

Limpe o cobre com uma esponja de aço;

Coloque o papel carbono voltado para o cobre;

Com fita durex cole o recorte do lay-out sobre o papel carbono.

Passe a caneta esferográfica em todo contorno do lay-out

Remova o recorte e o papel carbono da placa.

Não toque o cobre com os dedos.

Pré-traçagem pronta para receber a tinta definitiva.

### **TRAÇAGEM**

Uma vez o cobre limpo e ou pré-traçado, é feita a traçagem do lay-out na placa com tinta apropriada. Na produção industrial usa-se o termo “impressão” no lugar de “traçagem”. A tinta usada na traçagem deve resistir ao ácido de corrosão, assim a tinta que são solúveis em água como o nanquim, hidrográfica etc, não servem. Recomenda-se sempre o uso de tinta própria para este fim para se evitar transtornos.

#### **a) Traçagem com Caneta de Retroprojektor**

É uma caneta bastante usada, pois bastam algumas gotas de tinta para fazer o desenho na placa. Normalmente usa uma tinta de secagem muito rápida, surgindo em decorrência disto alguns probleminhas, porém fáceis de serem contornados. É preciso alguma prática paciência e saber resolver os probleminhas para utilizá-la, depois de acostumado, é uma beleza.

Antes de começar a traçagem siga as recomendações a seguir além de conhecê-la bem.

- Conheça a caneta de retroprojeter, de preferência de tinta preta.
- Quando a caneta estiver sendo usada, mesmo que por instantes, mantenha-a com a tampa, isto evita que a tinta resseque.
- Trabalhe com a caneta o mais perpendicular possível, inclinando o suficiente para que a tinta flua. Use pouca pressão.
- A caneta de traçagem não deve ser utilizada como se fosse uma caneta esferográfica, o seu trabalho é bem mais lento.
- Atenção ao passar a caneta onde estiver seca (não se esqueça que ela seca bem rápido).
- A caneta deve trabalhar sempre num sentido e em traço contínuo. Evite o vai e vem, traço à prestação e não a use como se fosse lápis de cor.

---

### **COMO FAZER CORREÇÕES**

1 – Se o erro for grande ou um borrão grande é melhor limpar a placa toda com uma esponja de aço e começar tudo de novo, é menos dor de cabeça.

2 – Pequenos curtos circuitos são corrigidos com tinta bem seca com a ajuda de uma faquinha ou estilete.

**Exemplo:**

- a) Curto circuito a ser corrigido
- b) Com estilete corta-se a parte a ser removida
- c) Remove-se a parte cortada.

**CORROSÃO**

Até aqui nossa plaquinha (de fenolite, não se esqueça) foi cortada, limpada, pré-traçada e traçada, agora vai ser submetida à corrosão, isto é, mergulhada em uma solução onde o cobre que não foi atingido pela tinta de traçagem vai ser eliminado permanecendo o cobre do circuito traçado.

Depois da corrosão fica somente o cobre protegido pela tinta.

A solução em questão é a base de CLORETO FÉRRICO (FeCl<sub>3</sub>) que é mais conhecido na praça como PERCLORETO DE FERRO.

**RECOMENDAÇÕES**

Apesar de não atacar a pele (à não ser que pessoa seja alérgica) de pessoas no seu estado puro ou diluído em água, é bom evitar o seu contato direto, pois além de deixar a pele amarelada pode ressecá-la, se não for lavada logo em seguida ao contato. Lava-se com água e sabonete ou sabão. No caso de ingestão acidental recomenda-se o vomito, tomar bastante água ou tomar leite de magnésia.

Se pingar na roupa é bom passar em seguida um pano bem molhado com água, porque senão a roupa ficará manchada (alaranjada), nunca mais saíra e se não fizer isto logo, poderá até fazer um furinho. Portanto ao manusear o PF tome o máximo de cuidado e use sempre uma capa ou uma roupa mais surrada porque respingos são inevitáveis por mais cui-

dado que se tenha. Por precaução é sempre bom ter um pano limpo e bem molhado com água para remover rapidamente os respingos que caiam na roupa ou na pele.

## **Perguntas mais freqüentes**

### **1. Qual é o kit básico para confeccionar placas de circuito impresso?**

Para confeccionar placas de circuito impresso, o aluno precisa de um kit básico formado pelos seguintes materiais:

- 1 banheira de plástico
- 1 litro de solução de perclorato de ferro (adquirida em casas especializadas - se adquirida na forma de pó, deverá ser preparada)
- 1 cortador de placas
- 1 furador de placas
- 1 cortador de placas
- Placas virgens de diversos tamanhos
- 1 vidro de solvente (acetona ou benzina)
- Algodão
- Material para fazer o desenho conforme o método (veja as perguntas seguintes).
- Material adicional:
  - Verniz protetor comum transparente
  - Pratex (iodeto de prata)
  - Suporte para placa

### **2. Qual é o melhor meio para transferir um desenho para uma placa?**

Existem diversas técnicas para transferir um desenho padrão para uma placa:

a) Usando uma caneta especial com um tipo de tinta que não é afetada pelo percloreto, copia-se o desenho do padrão para a placa. O desenho pode ser previamente transferido para o cobre a partir de uma cópia fotocopiada, usando papel carbono ou ainda como referência apenas os furos marcados com um punção. A partir dos furos desenhamos linhas, baseados no desenho original.

b) A partir de uma tela de silk-screen que pode ser confeccionada em casas especializadas ou de kits que existem para esta finalidade. A vantagem deste processo é que a tela pode ser usada para fazer diversas placas do mesmo circuito.

c) Pelo método fotográfico - existem kits especiais em que temos placas cobertas por uma substância sensível à luz denominada "photoresist". Estas placas, quando colocadas num banho de luz, tendo à sua frente um desenho do padrão a ser transferido são sensibilizadas. Levadas a um banho, é feita a revelação de tal modo que apenas as áreas correspondentes às trilhas fiquem recobertas por uma substância que não é atacada pelo corrosivo. Basta então levar a placa ao banho corrosivo.

d) Decalque - existem duas possibilidades neste caso: obter o decalque do desenho ou transferir para o decalque o desenho original.

No segundo caso, temos o sistema "Easy Peel", que permite transferir o desenho para o decalque usando uma máquina de fotocópia ou uma impressora LASER. Veja nas perguntas correspondentes como ele funciona.

### **3. Como cortar uma placa no tamanho certo?**

Para cortar a placa no tamanho certo, existem ferramentas apropriadas. Assim, antes de passar o desenho, use a ferramenta de corte ou uma serra, cortando a placa no tamanho desejado.

Esta operação deve ser feita com cuidado, para que a placa não quebre, já que um movimento mais forte de pressão pode rachá-la.

Nos kits de circuito impresso existem ferramentas apropriadas para esta tarefa.

#### **4. Onde obter decalques?**

Lojas especializadas e papelarias costumam vender cartelas contendo os símbolos básicos para a confecção dos desenhos das placas de circuito impresso.

Estes símbolos incluem as pequenas rosquinhas que correspondem aos terminais e linhas retas e curvas para fazer as trilhas.

Marcando apenas os pontos onde devem ficar as "rosquinhas", o projetista pode copiar as demais ligações com facilidade, montando as placas.

#### **5. Podemos encontrar placas prontas para os projetos?**

Em alguns casos sim. Existem empresas que vendem kits ou publicam os projetos e disponibilizam as placas de circuito impresso prontas. No entanto, nem sempre isso é possível.

Lembre-se de que as placas de circuito impresso são específicas. Uma placa projetada para ser um determinado aparelho, não pode ser usada para a montagem de outro.

#### **6. Como obter várias placas iguais para a montagem de diversos protótipos?**

Para a produção em série de placas é possível usar uma tela de silk-screen.

#### **7. O que é o Easy-Peel?**

É um sistema de decalque que permite transferir um desenho de placa de circuito impresso tirado de uma revista ou livro, diretamente para a placa virgem, usando um ferro de passar roupas.

O desenho é colocado numa copiadora ou scaneado e projetado num computador que tenha impressora LASER. Nos dois casos, em lugar do papel, a impressora ou a copiadora usam uma folha de Easy Peel. Feita a impressão, o desenho gravado no Easy Peel pode ser transferido para a placa, utilizando-se um ferro de passar roupas.

### **8. Como funciona o silk-screen?**

O desenho original é transferido para uma tela fina de seda, por um processo especial que envolve a utilização de um fotolito. Existem firmas especializadas que fazem a tela diretamente do desenho original e há também kits com todos os elementos necessários para isso.

Se o leitor pretende fazer uma tela somente, mandar fazê-la é mais econômico. No entanto, se o leitor pretende fazer muitos projetos e muitas placas, pode ser interessante ter à disposição todos os elementos para confeccionar a tela.

### **9. O método fotográfico é simples?**

A partir dos kits o processo é simples, mas exige habilidade no tratamento do material em todas as etapas.

### **10. O que são placas universais?**

São placas que não seguem o padrão de cada projeto, mas sim um padrão único. Usando este, padrão é possível aproveitar as linhas de cobre existentes para formar o circuito desejado.

A vantagem é que podemos montar praticamente qualquer circuito neste tipo de placa. A desvantagem está no fato de que a placa não tem um aproveitamento 100 por

cento, o que significa que os projetos podem ficar maiores que o esperado, com espaço não aproveitado e trilhas não usadas.

Evidentemente, é preciso saber usar este tipo de placa.

### **11. Como usar uma placa universal?**

Comece transferindo o circuito para um desenho que corresponda à placa que será usada, procurando as disposições de componentes que levem à montagem mais compacta possível.

Depois, faça a colocação dos componentes com especial atenção aos jumpers.

### **12. Como projetar uma placa?**

Para projetar uma placa, o aluno deve ter os seguintes conhecimentos básicos:

- a) Interpretação de diagramas.
- b) Conhecer o formato dos componentes que serão usados.
- c) Conhecer regras simples para o caso de correntes intensas e sinais especiais dos circuitos.

Para aprender a projetar, inicie com circuitos simples de modo a se familiarizar com as principais técnicas de disposição.

Gradualmente é que devemos passar ao projeto de placas mais complexas, principalmente, as que fazem uso de circuitos integrados.

### **13. Existem programas de computador que ajudam a projetar placas?**

Existem diversos programas de computador rodando em ambiente Windows ou DOS que auxiliam no projeto placas de circuito impresso, tais como Tango e o Proteus.

Os programas normalmente partem do esquema que deve ser desenhado a partir de um programa especial ou copiado a partir de técnicas especiais que envolvam programas interpretadores.

A partir do esquema capturado, o programa é capaz de desenhar a placa partindo de uma disposição de componentes que você cria ou que o próprio componente cria. Existem programas em todos os níveis, desde os mais simples que podem ser usados por amadores com facilidade até os mais complexos, que exigem cursos e muita prática para serem usados com todos os seus recursos.

#### **14. Como trabalhar com placas de dupla face?**

Existem projetos que usam placas de circuito impresso de dupla face, ou seja, com dois lados cobreados.

Neste caso, os desenhos ou padrões devem ser transferidos para os dois lados, com especial cuidado para que os pontos de furação coincidam, ou seja, deve haver um alinhamento perfeito dos furos.

Depois é só fazer a corrosão e furação da maneira convencional empregada nas placas de face simples.

#### **15. Como preparar a solução corrosiva?**

O corrosivo (percloroeto) poder ser encontrado na forma de pó, caso em que o usuário deve preparar a solução.

Para isso procure um local bem ventilado, para evitar os vapores tóxicos e longe de objetos que possam manchar ou sofrer corrosão (armários de aço, eletrodomésticos de metal, anéis, alianças, relógios e etc).

A bandeja deve ser colocada sobre jornal para evitar respingos.

Coloque água na quantidade exigida na bandeja ou outro recipiente (que não deve ser de metal). O normal é 1 litro/quilo de percloroeto, no entanto, pode ser usada maior quantidade de água para uma solução mais fraca.

Despeje vagarosamente o pó na água, ao mesmo tempo, mexa a solução com um bastão de madeira ou plástico.

Observe que a solução se aquece bastante neste processo.

Pare e espere, se verificar que o aquecimento pode deformar a bandeja de plástico.

Para usar pela primeira vez, espere a solução esfriar.

A solução pode ser usada diversas vezes para corroer muitas placas. Percebe-se quando ela enfraquece, pois o tempo para completar o trabalho vai se tornando cada vez maior.

## **16. Como saber quando a solução está "gasta"?**

O tempo de corrosão de uma placa com a solução forte ou nova pode variar entre 15 e 20 minutos.

No entanto, à medida que a solução vai enfraquecendo, este tempo vai aumentando. Quando ultrapassar uma hora, é sinal que a solução já está bastante fraca.

Jogue fora a solução e prepare uma nova, segundo os procedimentos já explicados.

### **17. Como se livrar de uma solução "gasta"?**

A solução gasta mancha bastante e é algo tóxica. Não a jogue portanto em jardins ou locais em que possa afetar o meio ambiente.

No entanto, se ela for bem diluída - dissolvida num balde com pelo menos 5 litros de água - você poderá jogá-la no esgoto sem problemas.

Depois de dissolvê-la bem em água, jogue ainda mais um balde de água para se livrar de todos os resíduos.

### **18. Em que lugar devemos trabalhar com a solução corrosiva?**

Os vapores da solução de percloroeto, além de tóxicos, podem corroer qualquer objeto de metal colocado nas proximidades.

Assim, se você deixar o líquido destampado em locais próximos de armários de aço, eletrodomésticos como, geladeiras ou ainda, perto de bicicletas, carros etc, pode haver o ataque, aparecendo pontos de corrosão.

Isso significa que devemos trabalhar sempre em ambientes arejados e longe de objetos de metal.

Depois de usar a solução, guarde-a num vidro bem fechado em local arejado longe de objetos de metal. De preferência, guarde-a fora de casa.

### **19. A solução é venenosa?**

A solução não é venenosa se quantidades muito pequenas respingarem em sua boca ou caírem na sua pele. Ela também não queima, mas mancha.

Se isso ocorrer, basta lavar o local com água corrente e não haverá problema.

No entanto, evite o contato constante da pele com a solução. Há pessoas que tem alergia da solução.

## **20. Como obter uma corrosão mais rápida?**

Agitando o líquido da banheira de plástico ou vidro durante a corrosão, é possível fazer circular o líquido e com isso acelerar o processo de corrosão.

Uma maneira de fazer isso é movimentando a banheira cuidadosamente de modo a produzir um vai-e-vem que gere uma onda de líquido.

Uma outra maneira consiste em ter um tanque vertical, semelhante a um aquário e utilizar uma bomba de ar do mesmo tipo usado em aquários, para produzir borbulhas. As borbulhas movimentam o líquido.

## **21. Como saber quando a corrosão está completa?**

De tempos em tempos, levante a placa da solução, usando para esta finalidade uma régua de plástico (que também pode ser usada como agitador) e observe se as áreas cobreadas foram todas removidas nas partes descobertas da placa.

Nas fases finais, observamos pequenas ilhas de cobre que vão se reduzindo até desaparecer por completo.

## **22. Como conferir a corrosão depois de pronta?**

Lave a placa e observe se não ficou nenhum ponto cobreado visível. A placa deve ter todo o cobre removido nas regiões em que não estão os decalques ou a tinta que forma as trilhas.

Se ficou ainda alguma mancha de cobre, a placa deve ficar mais algum tempo na banheira de corrosivo.

### **23. O que é o Pratex?**

Depois que a tinta ou decalque é removido, usando acetona ou benzina ou ainda lã de aço tipo Bombril (todos os fiapos devem ser removidos), é possível proteger o cobre contra corrosão ou ferrugem, com iodeto de prata, Pratex. Passe essa substância usando um pincel comum ou algodão.

O cobre vai mudar de cor, ficando prateado em vista da reação química que ocorre. Nessas condições a ferrugem ou oxidação será evitada.

### **24. Como usar verniz protetor?**

Nas placas profissionais, utiliza-se uma cobertura de verniz protetor, exceto nas ilhas onde devem ser soldados os componentes. Este verniz tem por função evitar a oxidação da placa.

Nas fábricas, para aplicação do verniz, utiliza-se uma máscara de silk-screen com o padrão que deve ser envernizado.

Para o amador, a proteção com verniz pode ser feita de uma maneira mais simples. Depois de soldar os componentes e terminar a montagem, passe com um pincel comum verniz incolor no lado cobreado da placa.

### **25. Como furar uma placa?**

Existem diversos tipos de furadeiras que podem ser usadas para fazer os furos dos terminais dos componentes nas placas de circuito impresso.

O tipo mais simples, tem a forma de um grampeador e é normalmente fornecido com os kits para fazer placas. A desvantagem deste tipo de furador é que ele faz furos de diâmetros únicos, já que não usa broca.

O segundo tipo é o elétrico de baixa tensão (funciona com 12 V x 1 A), admite brocas de 0,8mm a 1,5 mm de diversos formatos de ponta, possibilitando inclusive a gravação de canetas etc. As casas especializadas em material para circuito impresso fornecem este tipo de furadeira.

Temos também as furadeiras elétricas comuns que devem ser manuseadas com muito cuidado no trabalho de furação, pois as brocas e as próprias placas são muito delicadas e podem quebrar se forçadas.

## **26. Como fixar uma placa no aparelho?**

Quando as placas são feitas, é importante prever o modo de fixação desta placa na caixa do aparelho.

Normalmente, o montador deve prever furos nas bordas, nos quais serão colocados os parafusos de fixação.

Para que a placa fique com o lado cobreado afastado da caixa (que se for metálica pode causar curtos), devem ser usados separadores. Tubos de canetas esferográficas ou hidrográficas usadas podem ser usados para esta finalidade.

Alguns tipos de caixas plásticas possuem trilhos onde as placas podem ser encaixadas. No entanto, se este tipo de caixa for usada, a placa deve ser cortada no tamanho certo, para depois ser confeccionada.

## **27. Onde comprar material para fazer placas de circuito impresso?**

Além das casas de materiais eletrônicos, existem muitos distribuidores de materiais que trabalham pelo correio, vendendo kits ou material em separado para a confecção de circuitos impressos.

## **28. Como dimensionar trilhas?**

As trilhas das placas precisam ser projetadas com cuidado, levando em consideração a intensidade da corrente elétrica que passará por elas.

Uma regra simples é que a trilha deve ter pelo menos 1 mm de largura por ampère de corrente que deve conduzir. Assim, se por uma trilha, a corrente que irá circular for de 1,5 A, esta trilha deverá ter pelo menos 1,5 mm de largura. É claro que na prática, se houver espaço disponível, deve ser observada uma tolerância.

Se as trilhas forem muito estreitas para uma corrente intensa, além da resistência que pode afetar o funcionamento do circuito, temos o aquecimento que pode causar seu rompimento.

### **29. Como fazer blindagens numa placa de circuito impresso?**

Se uma trilha longa precisar conduzir um sinal intenso, será conveniente pensar numa blindagem.

Duas trilhas que corram paralelas (uma de cada lado) ligadas ao negativo ou terra do circuito servem de blindagem.

Uma área cobreada que envolva (sem tocar) o terminal de entrada de um amplificador sensível, estando ligada ao terra do circuito, pode servir de blindagem.

As blindagens nas placas são muito importantes nos circuitos de áudio que trabalham com pequenos sinais e nos circuitos sensíveis de alta frequência em que realimentações perigosas possam ocorrer. Nos circuitos digitais de alta velocidade, em que ocorram instabilidades, as blindagens também podem ser necessárias.

### **30. Como reduzir capacitâncias parasitas?**

A proximidade de uma trilha de outras trilhas ou de grandes regiões cobreadas pode implicar na introdução de capacitâncias parasitas nos circuitos. Estas capacitâncias podem ser responsáveis por oscilações, perdas ou mesmo instabilidades de funcionamento.

Para reduzir este problema, as trilhas que transportam sinais devem ficar longe das demais e/ou ser curtas.

Um bom planejamento das placas possibilita a utilização de trilhas curtas para os sinais.

### **31. Como projetar placas para circuitos de alta frequência?**

Trilhas compridas significam indutâncias parasitas enquanto, trilhas próximas significam capacitâncias parasitas. Indutâncias parasitas e capacitâncias parasitas podem afetar o funcionamento de circuitos de altas frequências.

O projeto de circuitos que trabalhem com sinais de alta frequência deve prever a utilização de trilhas curtas para os sinais e blindagens em alguns casos.

As curvas acentuadas também devem ser evitadas, pois uma curva em 90 graus significa uma bobina de 1/4 de espira com uma indutância que pode afetar sensivelmente um circuito de alta frequência.

### **32. Como reparar placas danificadas?**

Depois de confeccionar uma placa, é possível ter a surpresa de encontrar trilhas interrompidas ou muito estreitas, sinal de falhas de corrosão ou cobertura.

As trilhas interrompidas podem ser reparadas com uma ponte de solda ou soldando-se entre os pontos da interrupção um pedaço de fio nu, fazendo uma "ponte".

Para os estreitamentos, também podem ser feitas pontes, de modo que o pedaço de fio, com maior capacidade de corrente, compense a menor capacidade do estreitamento.

### **33. Como montar componentes que trabalham quentes?**

Os componentes que trabalham quentes, como resistores de fio, devem ser montados afastados das placas de circuito impresso.

Isso significa que, ao encaixar o componente na placa, devemos deixar seu corpo de 0,5cm a 1cm longe da placa e depois fazer a soldagem dos terminais.

Este procedimento evita que o calor gerado pelo componente afete a placa e mais ainda, facilita a ventilação do próprio componente.

### **34. Como extrair componentes de placas de circuito impresso?**

Os resistores, capacitores e diodos podem ser extraídos facilmente de uma placa, utilizando-se um alicate de ponta. Ao mesmo tempo que puxamos o componente para fora da placa, aplicamos calor nos pontos de solda de modo a derretê-la.

Transistores e outros componentes com mais terminais também podem ser extraídos da mesma forma.

Uma ferramenta que ajuda muito na remoção dos componentes é o sugador de solda. Aquecendo o ponto de soldagem e aplicando o sugador, ele "chupa" a solda derretida liberando o terminal.

Para circuitos integrados, podemos liberar todos os terminais usando o sugador, tirando o componente da placa com facilidade.

Para circuitos integrados, existe também uma ferramenta especial de dessoldagem como o cadinho, o soprador de ar quente e até mesmo a estação infravermelha, que possibilitam a aplicação do calor do ferro ao mesmo tempo em todos os terminais. Depois é só puxar com cuidado o componente para soltá-lo da placa.

Outro recurso importante é a fita solta-solda, que colocada no terminal e aplicando-se calor, retira a solda do local, soltando o componente.

### **35. Como escolher a solda?**

A solda ideal para trabalhos eletrônicos é a 60/40 (60% de estanho e 40% de chumbo).

Dê preferência à solda sem resina, já que a resina em alguns casos é corrosiva, podendo afetar o componente e a própria placa de circuito impresso.

A solda pode ser adquirida a metro, em rolinhos ou tubinhos ou carretéis com 1 kg.

Hoje em dia é bem utilizada pelos fabricantes a solda sem chumbo, de acordo com o padrão internacional.

### **36. Como montar componentes SMD?**

Os componentes SMD são colados do lado cobreado da placa e depois soldados. Sua forma é tal que possibilita a montagem por meio de máquinas de grande velocidade.

Os alunos podem usar tais componentes, mas a montagem é dificultada pelo seu tamanho. Além do uso de pinças e de um ferro com ponta muito fina, o montador tem ainda dificuldade em obter os componentes.

A troca de componentes numa placa para reparos pode ser feita dessoldando-se os terminais e depois, arrancando o componente com um alicate.

O novo pode ser colado no mesmo lugar com uma gota de qualquer cola forte e depois soldado.

Em alguns casos, quando há espaço, é possível usar um componente convencional em lugar do SMD.

### **37. Como obter placas sem falhas?**

Atenção no uso da tinta e pressionar decalques de forma uniforme são os requisitos para obter uma placa sem falhas.

De qualquer forma, terminando o trabalho de preparo da placa, não a leve imediatamente para o banho de corrosivo. Faça uma inspeção visual e com a ajuda da caneta de circuito impresso ou com esmalte de unhas, retoque os locais em que podem ocorrer possíveis falhas.

### **38. Como corrigir falhas?**

As falhas podem ser corrigidas de diversas formas, dependendo do problema apresentado.

a) Interrupções - use o processo de ponte de solda, conforme já explicado anteriormente, para testar a placa e depois faça outra com as devidas correções.

b) Irregularidades - faça uma ponte com um pedaço de fio ou solda no local em que isso ocorrer, para testar a placa e depois faça outra com as devidas correções.

c) Falta de trilha - se você esqueceu uma trilha no seu projeto, não se desespere: substitua-a por um pedaço de fio comum, ligando os pontos desejados diretamente nos terminais dos componentes, para testar a placa e depois faça outra com as devidas correções.

d) Trilhas em curto - use uma lâmina afiada para remover a parte que está em curto, com muito cuidado, para que o problema seja eliminado completamente, use o multímetro na escala de continuidade se for necessário.

Objetivos:

- O aluno ficará com o raciocínio mais rápido para a identificação de componentes e de possíveis problemas no circuito;
- O aluno terá uma noção mais ampla de placas de circuito impresso;
- O aluno que tem como o objetivo de trabalhar com a manutenção de aparelhos eletroeletrônicos terá uma noção de soldagem e dessoldagem de componentes eletroeletrônicos, analisando possíveis falhas de trilhas e ilhas, aprendendo de forma mais ampla a utilização do multímetro em suas principais escalas (resistência elétrica, corrente elétrica, tensão elétrica);
- Tanto para o aluno que tem como objetivo trabalhar com o desenvolvimento de projetos, desenhos de placas de circuito impresso ou até mesmo trabalhar com a manutenção de aparelhos eletroeletrônicos terá uma melhor noção da

transposição do esquema elétrico de um determinado circuito eletroeletrônico para o lay-out e vice-versa.

- Para isto o aluno precisa de dedicação e de bastante paciência.