

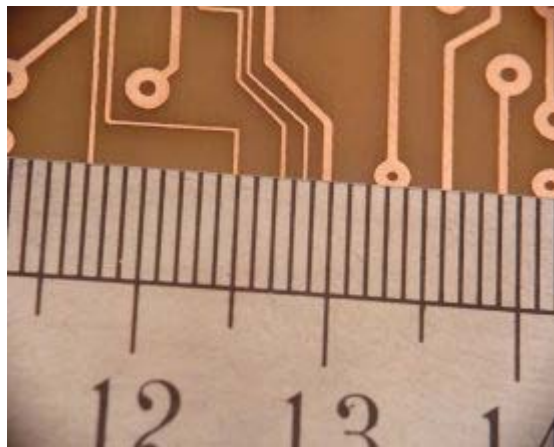
Circuito Impresso de qualidade com baixo custo

Produzir placas de circuito impresso por processo fotográfico é um sonho da maioria dos hobistas de eletrônica. O processo fotográfico sempre foi cercado de mitos e as poucas empresas ou pessoas que dominam alguma técnica exploram vendendo kits a preços elevados.

Este trabalho é resultado do aprimoramento e da adaptação de algumas técnicas já conhecidas, e da experiência em laboratório fotográfico e computação gráfica, e permitirá em poucos minutos, o preparo da placa e a confecção do fotolito para produzir placas com trilhas de até 0.20 mm, o suficiente para passar duas trilhas entre as ilhas dos terminais de um CI, e com qualidade que irá surpreender qualquer amador.

Exemplo das trilhas feitas por este processo com uma escala em mm:

Obs: Trilhas muito finas requer o domínio desta técnica, comece com layouts mais básicos para não desanimar.



Diretrizes que guiaram o meu trabalho:

- Não depender de produtos que apenas uma empresa fabrica e/ou que são caros e difíceis de encontrar.
- Poder gerar o fotolito pelo computador e com

impressoras jato de tinta de razoável qualidade e não depender unicamente de fotocópias laser.

- Não depender unicamente do Sol para expor as placas e poder contar com uma fonte de luz alternativa eficiente e de baixo custo.
- Poder executar todo o processo sem ter que sair de casa.
- Ser de baixo custo.
- Contrariando a tendência de muitos no Brasil, divulgarei totalmente a técnica após o sucesso dos testes.

Materiais e equipamentos necessários:



- Computador e impressora com boa qualidade (eu uso uma HP 930).
- Um software de confecção de placas de Circuito Impresso (recomendado).

- Transparência para jato de tinta.
- Placas virgens de CI.
- Emulsão foto-sensível para Silk-Screen e respectivo sensibilizante (1 litro custa de R\$15,00 a R\$23,00 com o sensibilizante e tem validade para 2 anos). Pode ser encontrada em qualquer loja de produtos de serigrafia. Cola branca a base de PVA, lavável (tipo Tenaz lavável) também funciona bem e pode ser comprada em quantidade menor.
- Pincel de pelo de lontra de 12 mm (pode ser encontrado facilmente em casas de tintas).
- Rolo de espuma pequeno, 40 mm
- Esponja Scotchbrite ou esponja de aço
- Secador de cabelo
- Duas placas de vidro um pouco maior que o tamanho da placa a ser feita
- Fita crepe
- Cola Super Bonder ou similar
- Lâmpada halógena de 500 w ou 1000w com refletor. É possível usar o Sol caso não tenha a lâmpada.

O processo passo a passo:

Produzindo um bom fotolito:

Eu recomendo o uso de um software de elaboração de circuito impresso, pois produz a imagem da placa em modo vetorial, que independe de resolução e podem gerar traços muito finos com qualidade e sem os serrilhados causados pelos pixels dos arquivos de imagens convencionais ou “mapa de bits”, além de poupar o trabalho de capturar converter e tratar layout de outras fontes.

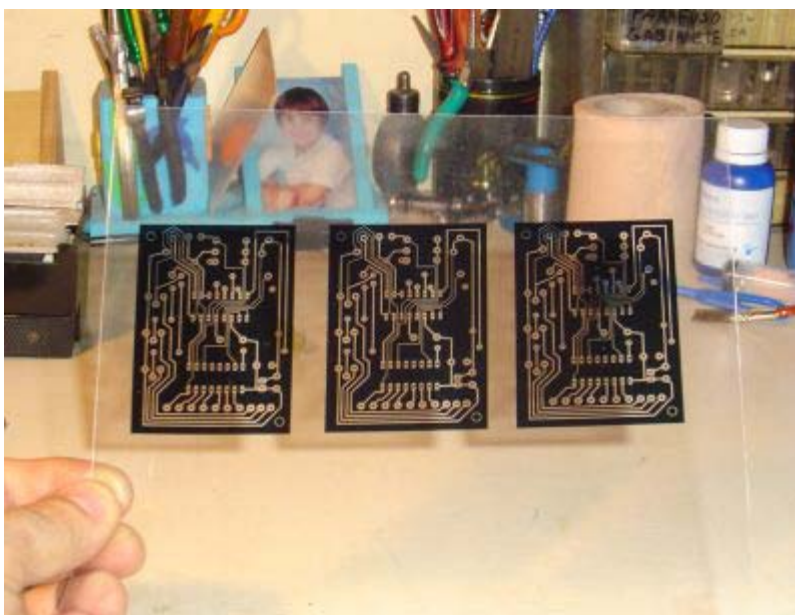
Em muitos casos compensa transcrever o layout de uma revista ou internet para o software de circuito impresso, pois permitirá uma qualidade maior e facilidade para editar. Existem vários softwares de circuito impresso que têm versões grátis ou limitadas, mas que permitem gerar e imprimir a imagem do layout . Tente baixar com algum software P2P o PCBWizard versão 2.6 que é uma versão beta porém funcional ou a versão

2.7 . O 'Ares Lite' também é um bom programa e permite gerar o layout.

Impressão e montagem do fotolito:

Deve se ter o cuidado de imprimir o fotolito invertido (fundo preto e trilhas brancas) e espelhado (visto pelo lado dos componentes). Os softwares de CI já têm este recurso para impressão, mas se o layout vier de outra fonte preste atenção na orientação correta e faça a inversão com o software de imagem que costuma usar.

Imagens do layout após a impressão em transparência:



Uma deficiência que percebi na impressão das transparências por jato de tinta é que o preto não ficava opaco o suficiente para uma foto-impressão adequada, e este era o principal ponto fraco do processo.

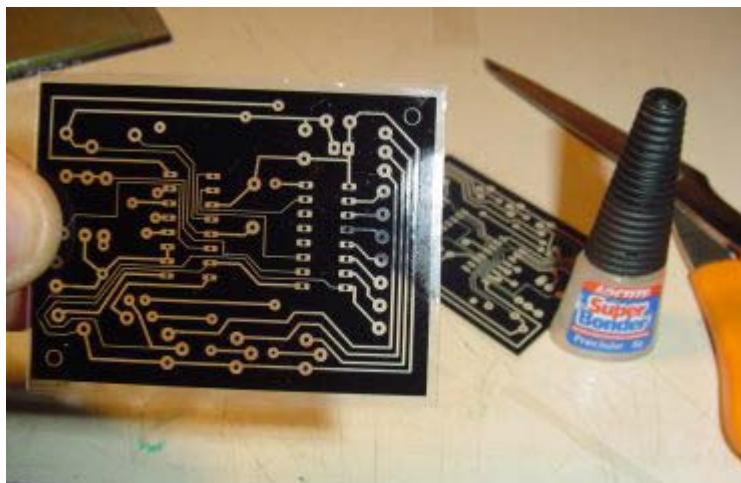
Apelando para um processo semelhante ao que é usado em algumas técnicas fotográficas, para aumento de contraste, consegui corrigir esta deficiência. A solução consistiu em

sobreponham duas ou três imagens até conseguir a opacidade necessária.

Diferentes tipos de transparências e impressoras darão resultados diversos e é bom testar várias combinações e escolher a que proporcionar o preto mais carregado e opaco. Usar resolução fotográfica também não deu bom resultado na minha impressora, deixando a camada de tinta mais fina e transparente. O melhor resultado foi obtido com as transparências da HP que têm a camada de gelatina levemente fosca, o que deixou a tinta mais opaca do que as transparências lisas e usando resolução para papel comum e no modo "ótimo".

Seque bem a impressão com o secador de cabelo tomando cuidado para não esquentar muito e empenar a transparência. Corte as imagens deixando 0,5 cm de margem, manipule as transparências pela borda para não mancha-las. Sobreponha duas imagens sobre um fundo claro e iluminado e ajuste até que as imagens estejam coincidentes, cuidadosamente coloque uma pequena gota de cola Super Bonder entre as bordas de um dos lados das transparências e faça uma pequena pressão com os dedos. Ajuste a imagem do outro lado e vá colando dois ou três pontos de cada lado, cuidando para que tudo fique bem plano, faça o mesmo com a terceira imagem. Após o empilhamento estará pronto o fotolito de alto contraste.

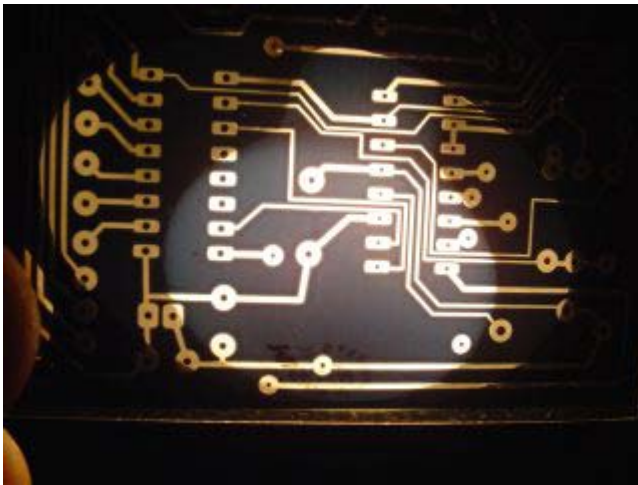
Montagem do fotolito com três imagens:



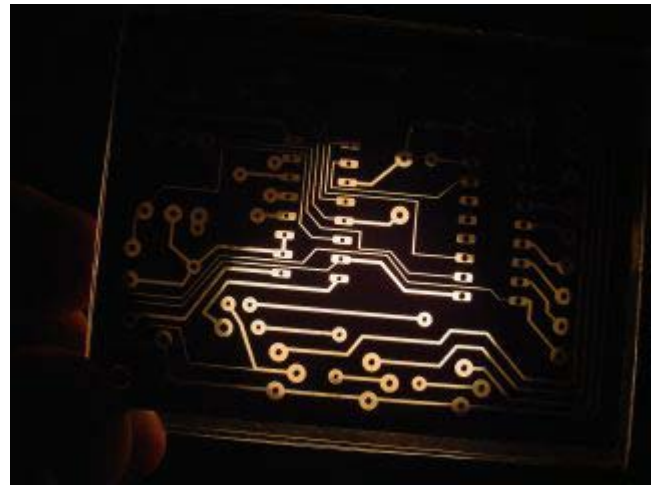
Testando o fotolito:

O meu teste de opacidade do fotolito é feito olhando, através da parte preta do fotolito, para uma lâmpada de 60w (daquelas brancas), distante uns 5 cm, até que não seja possível ver o contorno da lâmpada através do preto, ou que fique bem atenuado.

Teste de opacidade:



com uma imagem vê-se perfeitamente a lâmpada



com três imagens obteve-se uma opacidade adequada.

Como eu havia proposto, o processo não deveria depender apenas de cópias laser e poderia ser feito todo sem sair de casa, porém se desejar poupar o trabalho de fazer este sandwich de transparências imprimia em papel de boa qualidade e mande fazer cópias a laser em transparência e peça para carregar bastante no toner. Aqui na minha cidade ainda não consegui quem faça essas cópias laser com bastante toner e depois de jogar algum dinheiro fora com copiadoras que só querem economizar toner, acabei desistindo das cópias laser.

Preparo e sensibilização da placa:

Corte a placa pelo menos 1 cm maior que o layout já que a distribuição do sensibilizante nas bordas não fica muito regular .
Limpe bem toda a superfície da placa com a scotchbrite do lado

verde ou esponja de aço, lave com detergente, após enxaguar não toque mais na superfície da placa e seque-a bem com o secador de cabelo.

Prepare a emulsão em um local com iluminação fraca e indireta, não é necessário ficar na escuridão e mesmo uma luminária de mesa com uma luz fraca e voltada para outro lado não afetará a emulsão.

Use 5 gotas de sensibilizante para cada 3ml de emulsão (meia tampa de garrafa pet). Eu utilizo um tubo plástico de remédio em gotas para dosar o sensibilizante, já que ele não vem em frasco com gotejador. Veja abaixo:



Obs: Os sensibilizantes são tóxicos e devem ser manuseados com cuidado.

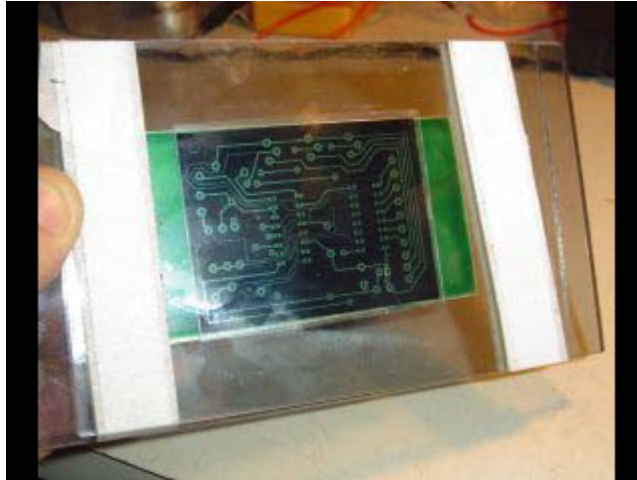
Com cola tenaz use duas gotas de sensibilizante. Isso dá para uma placa de 15x15cm ou mais. Misture bem e devagar para não fazer muita bolha. Aplique a emulsão na placa com o pincel fazendo movimentos contínuos de um lado ao outro para não ficar marcas de pinceladas no meio da placa. Vá distribuindo mais emulsão até que fique uma camada homogênea por toda superfície. A camada de sensibilizante deve ficar ligeiramente grossa para que fique mais resistente e não saia no momento da corrosão. É possível fazer a aplicação em duas camadas, aguardando a primeira secar e aplicando outra. Isso garante uma melhor distribuição do sensibilizante.



Ainda no ambiente escurecido seque bem a placa com o secador de cabelo no calor médio, cuidando para não aquecer demais pois o sensibilizante é sensível ao calor e também pode levantar bolhas. O ideal é a secagem lenta em local sem iluminação e bem ventilado. Tenho usado o secador de cabelos para apressar o processo mas este apressamento pode acarretar alguns problemas já que o calor pode reduzir a ação do sensibilizante. A pressa é o grande inimigo deste processo.

Pegue o fotolito e coloque sobre a placa preparada com a tinta voltada para a placa.
Coloque a placa com o fotolito entre os dois vidros e use presilhas ou fita crepe para prendê-los firmemente sem obstruir a face do circuito.

Fotolito pronto para a foto-impressão:



Agora poderá acender a luz do local e proceder à foto-impressão:



Eu utilizava uma lâmpada halógena de 1000w do tipo usado em filmagens e expunha a placa por 1 minuto à distancia de 40 cm. No Sol forte do meio dia o tempo será de três minutos aproximadamente, porém o Sol varia conforme a condição atmosférica e o horário e aí só a experiência irá determinar o

tempo correto, por isso gosto de usar luz artificial porque, além de funcionar a qualquer hora, terá sempre o mesmo tempo de exposição. Depois de exposta a placa pode ser retirada do vidro e o fotolito removido cuidadosamente. Tome cuidado para não expor a placa sem o fotolito à luz forte por muito tempo, pois a emulsão entre as trilhas ficará endurecida e não sairá na revelação.

Abaixo está a foto da mesa de luz que montei a partir de uma lâmpada halógena de 500w com refletor, do tipo usado em jardim e que custa de R\$30,00 a R\$35,00 e pode ser encontrada em lojas de material elétrico. A exposição com esta lâmpada é de 3 minutos a uma distância de 35 - 40 cm

Obs. Atualmente tenho usado apenas esta lâmpada de 500 W e recoloquei o vidro frontal que eu havia removido, pois o vidro ajuda a bloquear o calor emitido pela lâmpada favorecendo a correta impressão do fotolito na placa.



Revelação da placa:

Coloque a placa em uma vasilha com água, observe como a emulsão que não foi exposta vai embranquecendo:



faça movimentos suaves com o rolo de espuma mantendo a placa sempre molhada...



Vá verificando se existe resíduo de emulsão entre as trilhas e após a remoção de todos eles, a placa já pode ser enxaguada cuidadosamente com mais água limpa (evite colocar debaixo da torneira, pois o jato poderá remover trilhas)...



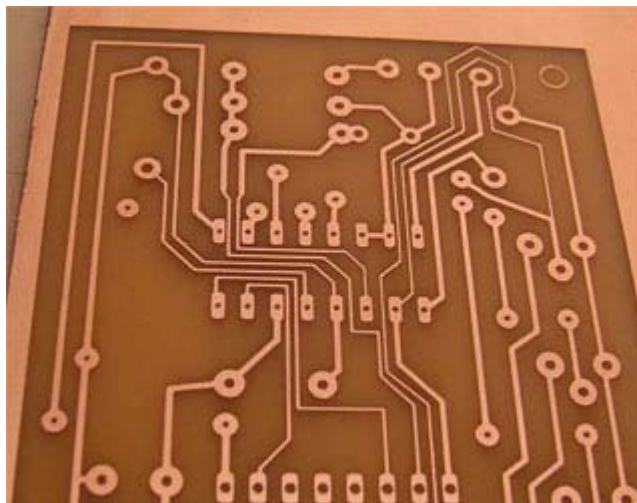
Seque muito bem a placa com o secador de cabelos e verifique em uma luz forte se está tudo certo. Pequenos reparos nas trilhas podem ser feitos com caneta de retro-projetor antes da corrosão. Uma dica que ajuda a endurecer a emulsão para que não saia na hora da corrosão é passar um algodão embebido em sensibilizante puro sobre as trilhas depois de reveladas e secas, depois enxague, exponha à luz forte e deixe secar bem antes de corroer.

Quando a foto-exposição da placa foi correta, a revelação em água ocorre rapidamente e a emulsão que não recebeu luz dissolve com bastante facilidade não levando mais que um minuto estar revelada e mais uns dois ou três para remover os resíduos mais difíceis. O uso de um rolo de espuma ao invés de esponja, para a lavagem na revelação ajuda a preservar as trilhas. Diferente da esponja que inevitavelmente produz muito atrito lateral, aumentando bastante a chance de descolar algumas delas, o rolo de espuma além de limpar bem os espaços entre trilhas, pressiona-as contra a placa reduzindo a chance de danificá-las.

Se a emulsão sair toda, inclusive as trilhas, é porque faltou exposição à luz e se não dissolver com facilidade é porque teve excesso de luz e ficou polimerizada (insolúvel). Neste caso limpe a placa e comece novamente.

'A prática leva à perfeição'

Placa depois da corrosão:



Para proteção e acabamento eu costumo polir as trilhas com um pouco de massa de polir e uma flanela, depois limpo com álcool os resíduos do polimento, seco bem e aplico uma camada de verniz transparente (desses em spray). Uma fina camada de verniz protege contra a oxidação e não atrapalha a soldagem. Depois de seco o verniz proceda à perfuração.

Teste feito com a imagem de uma fotografia previamente convertida em preto e branco padrão litográfico ou estampa (somente preto e branco e sem meio tons), e corrosão parcial do cobre.



Boa sorte