

# MELHORIA DO PROCESSO DE CONFECÇÃO DE PCI

Guilherme Lugon de Silles Sodré<sup>1</sup>, Marcelo Parada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI  
lugon.guilherme@gmail.com e mparada@fei.edu.br

**Resumo:** Este projeto visa a otimização da prototipagem eletrônica no Centro Universitário FEI. Isso está sendo feito através da implementação de novos processos na confecção de placas de circuito impresso (PCI), a fim de contribuir para o desenvolvimento eletrônico na FEI. A efetivação destes processos na prática irá garantir maior qualidade e vida útil aos protótipos, além de colaborar com o aprendizado dos alunos a respeito de fabricação de PCI. Tais processos a serem implementados são: máscara de solda, legenda de componentes e metalização de furos. Além disso, deseja-se oferecer melhor suporte à prototipagem eletrônica na universidade através de um manual com informações relevantes a respeito da prototipagem de circuito e regras para layout de placas, com intuito de promover melhor aproveitamento da fresadora CNC presente na instituição. Além do manual, o projeto final resultará em um equipamento automatizado que reúne e promove a implementação prática dos processos presentes na prototipagem da máscara de solda e legenda de componentes.

## 1. Introdução

A confecção de placas de circuito impresso é uma atividade bem comum quando se trata de desenvolvimento e prototipagem eletrônica. E, dessa forma, é importante que instituições acadêmicas, que constituem a base de descobertas e desenvolvimentos científicos, possuam métodos que possibilitem uma prototipagem eficiente de circuitos eletrônicos. Em vista disso, foi observado que o desenvolvimento de PCI na FEI, ainda que atendendo a demanda atual, necessita de alguns acréscimos para tornar a prototipagem eletrônica mais sofisticada e com maior propriedade.

Junto à produção atual de PCI, deseja-se implementar os processos de máscara de solda, legenda de componentes e metalização de furos. O processo completo pode ser visto na Figura 1.

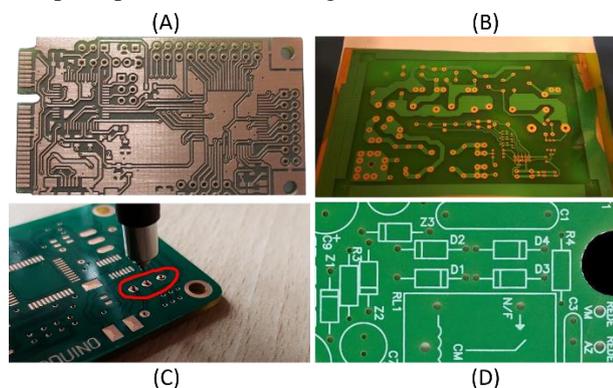


Figura 1 – Processo completo. (A) – Fresagem, (B) – máscara de solda, (C) – Metalização de furos, (D) – Legenda dos componentes.

A máscara de solda terá o auxílio da fotolitografia, já a metalização de furos será feita por técnicas de ferramentaria. Para a legenda de componentes, deseja-se testar o método de plotagem CNC paralelo com o método fotolitográfico, para, no final, decidir qual trará melhor resultado. Este conjunto de processos adicionais junto à produção atual de placas de circuito impresso tem por objetivo possibilitar a confecção de circuitos otimizados e com melhor qualidade, aumentando do tempo de vida útil dos circuitos confeccionados e facilitando o processo de montagem dos componentes, permitindo o aluno ter contato com os métodos completos de prototipagem eletrônica, inclusive permitindo a fabricação de circuitos mais complexos e detalhados.

## 2. Metodologia

Ao pesquisar diversos artigos que abordam o conteúdo dos processos a serem implementados, foi observado que existem alguns equipamentos necessários para implementação do método fotolitográfico, que será usado para confecção da máscara de solda, e também para a legenda de componentes.

Com isso, foi projetado um equipamento capaz de reunir todas as etapas da fotolitografia em uma única plataforma [1]. Assim, há uma redução de tempo na produção do protótipo e também maior facilidade na aplicação do método mencionado. A fotolitografia é composta pelas seguintes etapas: dosagem da tinta fotossensível, aplicação da tinta sobre a placa, cura da tinta, gravação do fotolito, revelação e secagem. E, dentre estas etapas, apenas duas serão manuais, a saber, aplicação da tinta sobre a placa e a revelação.

Para legenda de componentes, é possível utilizar do método fotolitográfico. No entanto, haverá um desperdício de tinta, pois a área de escrita da legenda é muito menor comparada à placa. E, pensando nisso, uma alternativa para confecção da legenda de componentes é através de um pincel marcador permanente acoplado a uma máquina CNC (técnica conhecida como plotagem CNC). E, para isto, será utilizada uma máquina CNC da LPKF, presente na instituição, que está desativada.

Para realização deste método, foi iniciado um estudo sobre máquinas CNC e comandos GCODE a fim de promover a integração do arquivo gerado no layout com a máquina mencionada [2]. No processo de metalização de furos, a solução encontrada envolve técnicas da ferramentaria. E, para isso, será utilizado pequenos rebites, com diâmetros entre 0,75 mm e 2 mm. Além dos rebites, a técnica envolve o uso de martelo e punção, para permitir a fixação do rebite no furo da placa.

Todos estes processos serão implementados nas placas produzidas pela fresadora presente no CLE (Centro de Laboratórios Elétricos), a saber, a Protomat S62 da LPK. O método de prototipagem das trilhas por fresagem CNC é considerado um dos mais adequados

para confecção de placas de circuito impresso [3], por isso não será alterado. O que será feito é apenas a implementação de processos a partir da usinagem das trilhas.

E, para padronizar o processo de fresagem, será feito um estudo e acompanhamento da máquina mencionada, a fim de elaborar parâmetros de layout tais como largura das trilhas, espaçamento entre trilhas, diâmetro de furos, entre outros. Tal procedimento irá promover melhor utilização da máquina, evitando erros de fresagem, que podem comprometer o layout do projeto.

### 3. Resultados parciais

Para iniciar a manufatura de máscara de solda nas placas de circuito impresso, foi esboçado e desenvolvido um dispositivo similar ao equipamento final, que pode ser visto na Figura 2.

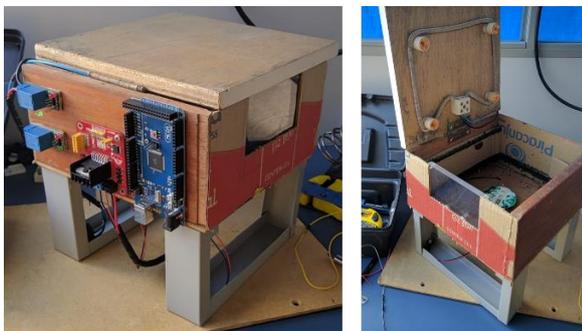


Figura 2 – Primeira versão da máquina para aplicação da máscara de solda e legenda dos componentes.

Este primeiro protótipo é uma primeira versão do produto que se deseja produzir ao término do projeto, e que tem por finalidade a introdução do processo de manufatura das primeiras placas, com intuito de obter os parâmetros necessários para alcançar o melhor resultado no processo fotolitográfico. Este dispositivo permite a configuração das informações pertinentes ao processo fotolitográfico. Ele é composto por uma centrífuga, que promove a homogeneização da tinta sobre a placa, uma estufa, que promove a cura completa da tinta, e duas lâmpadas halógenas, que permitem a gravação do fotolito sobre o substrato.

Os parâmetros do processo são inseridos através de um display sensível ao toque, que é controlado via Arduino. Dentre os parâmetros estão, a velocidade da centrífuga, controle de tempo e temperatura da estufa, e o tempo de exposição do fotolito à luz UV. Como o dispositivo foi finalizado recentemente, ainda está em fase de testes, e os parâmetros necessários para obtenção de um resultado satisfatório da máscara de solda ainda não foram totalmente definidos.

Quanto aos processos de legenda de componentes por plotagem CNC e metalização de furos por rebites, ainda não foram iniciados. Sendo assim, não há nenhum dado concreto para discussão. Em relação a elaboração do manual de procedimentos, está em desenvolvimento um layout de circuitos no software Cadsoft EAGLE®, com objetivo de testar os limites e precisão da fresadora Protomat S62, da LDKF. Com isso será possível determinar os parâmetros necessários para elaboração de

regras de layout a serem seguidas pelos projetistas para otimização do processo.

### 4. Conclusões

O primeiro protótipo desenvolvido para a introdução do processo fotolitográfico apresentou ótimo funcionamento. Com ele é possível realizar os procedimentos necessários para a confecção da máscara de solda de maneira muito prática. Embora ele tenha levado bastante tempo para ficar pronto, ainda está dentro do cronograma. Como a produção do equipamento final será baseada no que já foi desenvolvido neste dispositivo teste, espera-se que sua fabricação seja muito mais rápida, permitindo maior disponibilidade de tempo para o desenvolvimento das outras etapas do projeto.

As próximas etapas serão acompanhadas de maiores resultados acerca do desenvolvimento do projeto, e possibilitarão melhor avaliação dos parâmetros a serem trabalhados para atingir os resultados esperados.

Acreditamos que o projeto poderá contribuir significativamente para a prototipagem eletrônica na FEI. A implantação destes métodos de confecção de PCI irá trazer aos alunos melhor qualidade na produção de seus projetos, bem como a oportunidade de desenvolver circuitos maiores e mais complexos. Além da facilidade de montagem, que é uma das tarefas mais trabalhosas no desenvolvimento de circuitos eletrônicos.

### 5. Referências

- [1] REICHERT, Lucas. Aplicação de metodologia multiprojeto à confecção de placas de circuito impresso em trabalhos acadêmicos. 2015. 58 p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.
- [2] BELTRÃO, Paulo André. Furadeira de coordenadas com comando numérico para Placas de Circuito Impresso. 1991. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1991.
- [3] CAMILO, Edson. Propostas de Design de Layout da PCI para Redução de Curto Circuito de Solda a Onda, para o Processo de Montagem da Placa Eletrônica. 2015. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2015.

### Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI por proporcionar a estrutura necessária para o desenvolvimento do projeto. Ao professor Marcelo Parada, por me orientar e ter confiado em mim para o desenvolvimento deste trabalho. Aos técnicos do Centro de Laboratórios Elétricos por sua disposição e atendimento eficaz.

<sup>1</sup> Aluno de Engenharia de Automação e Controle do Centro Universitário FEI.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Elétrica e Professor do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Universitário FEI.