

Soldagem e Dessoldagem de Componentes Eletrônicos: Fundamentos, Técnicas e Prática Segura

Eduardo Gabriel N. Souza¹, Amanda P. Ribeiro¹, Maria Istela Cagnin¹

¹Faculdade de Computação (FACOM) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) Campo Grande – MS – Brasil

pet.sistemas@ufms.br

Abstract. *This minicourse presents an integrated introduction to soldering and desoldering techniques for electronic component assembly and repair. Participants will learn the theoretical foundations of solder joint formation, materials science, proper soldering techniques, desoldering methods, and will execute hands-on practical exercises in a supervised laboratory environment. The minicourse emphasizes safety protocols, quality control standards, and professional practices. It is designed for computer engineering students, embedded systems researchers, electronics enthusiasts, and technology professionals seeking practical skills in electronic assembly and prototyping.*

Resumo. *Este minicurso apresenta uma introdução integrada a técnicas de soldagem e dessoldagem para montagem e reparo de componentes eletrônicos. Os participantes aprenderão fundamentos teóricos de formação de junta soldada, ciência de materiais, técnicas corretas de soldagem, métodos de dessoldagem, e executarão exercícios práticos em ambiente de laboratório supervisionado. O minicurso enfatiza protocolos de segurança, normas de controle de qualidade e práticas profissionais. É direcionado a estudantes de engenharia de computação, pesquisadores em sistemas embarcados, entusiastas de eletrônica e profissionais de tecnologia que buscam habilidades práticas em montagem eletrônica e prototipagem.*

1. Tipo de Minicurso

O minicurso proposto é classificado como **teórico-prático**, combinando exposição conceitual e atividades práticas em laboratório supervisionado. Sua capacidade máxima de inscritos será de **16 alunos**.

2. Justificativa

A soldagem é uma habilidade técnica fundamental para profissionais em eletrônica, engenharia de computação e sistemas embarcados. Ao analisar a grade curricular de cursos de graduação da Faculdade de Computação da UFMS, particularmente Engenharia de Computação, identifica-se uma lacuna significativa em disciplinas que abordem atividades práticas relacionadas à eletrônica e prototipagem física.

O conhecimento básico em soldagem, dessoldagem e técnicas de manipulação de componentes eletrônicos é essencial para formar profissionais preparados para o mercado de trabalho moderno, onde a integração entre sistemas computacionais e hardware é cada

vez mais demandada [Prasad 1997]. Profissionais capazes de soldar e desmontar equipamentos eletrônicos apresentam vantagem competitiva significativa em áreas como *Internet of Things* (IoT), sistemas embarcados, robótica e engenharia de hardware [Jr. 2008].

Este minicurso propõe mitigar esta defasagem curricular através de um projeto de ensino prático que capacite discentes da FACOM com conhecimentos teóricos sólidos sobre soldagem, dessoldagem e técnicas de manipulação segura de componentes eletrônicos, além de experiência *hands-on* direta em ambiente controlado de laboratório, respeitando sempre as boas práticas e recomendações essenciais de segurança [Industries 2020].

3. Público-Alvo

O minicurso é direcionado a discentes de graduação em Engenharia de Computação, Eletrônica, Ciência da Computação ou áreas correlatas; profissionais em tecnologia interessados em prototipagem e eletrônica prática; pesquisadores em IoT, sistemas embarcados e robótica; e entusiastas de eletrônica e makers com interesse em aprimorar habilidades. O requisito mais crítico é a disposição em seguir com exatidão os protocolos de segurança, pois trabalha-se com equipamento aquecido a 300°C ou superior. Capacidade motora fina é importante pois soldagem requer precisão. Nenhum pré-requisito técnico formal é obrigatório.

4. Sumário Estendido

As subseções a seguir apresentam os tópicos que serão tratados durante o minicurso, contendo uma descrição sucinta de como cada um deles será abordado.

4.1. Tópico 1: Introdução a Soldagem e Dessoldagem Eletrônica

Apresentação da importância histórica e contemporânea de soldagem em eletrônica. Explicação de quando soldar versus outros métodos de conexão. Aplicações em diferentes contextos: prototipagem, manufatura, reparo e manutenção. Discussão sobre o papel crítico da soldagem de qualidade em confiabilidade de circuitos [Jr. 2008].

4.2. Tópico 2: Fundamentos Teóricos de Soldagem

Explicação dos princípios químicos e físicos da soldagem. Conceitos de ponto de fusão, capilaridade, molhabilidade e fluxo de solda. Tipos de soldagem: por fusão térmica com ferro de soldar. Compreensão de como a solda funciona como condutor térmico e elétrico. Introdução ao conceito de junta soldada e como avaliar qualidade [Vianco 2002].

4.3. Tópico 3: Materiais e Equipamentos Essenciais

Detalhamento dos materiais utilizados em soldagem eletrônica: tipos de solda (estanho-chumbo, *lead-free*), fluxo de solda, materiais de limpeza. Apresentação dos equipamentos principais: ferro de soldar, bomba de dessoldagem, malha dessoldadora, suporte para componentes, iluminação. Discussão sobre critérios de escolha de equipamento [Prasad 1997].

4.4. Tópico 4: Medidas de Segurança e Ergonomia

Abordagem abrangente de segurança na prática de soldagem: riscos de queimadura, ventilação adequada para vapores, proteção ocular, cuidados com trabalho repetitivo e ergonomia, armazenamento correto de materiais, limpeza pós-trabalho [Industries 2020]. Apresentação de equipamento de proteção individual (EPI): óculos, avental, luvas. Discussão de protocolos em caso de acidente.

4.5. Tópico 5: Técnicas de Soldagem Correta

Passo-a-passo detalhado da soldagem eletrônica: preparação do componente e placa, aquecimento correto da junta (3-5 segundos), aplicação de solda em quantidade apropriada, resfriamento controlado e inspeção visual da junta. Demonstração prática com exemplos visuais de juntas boas versus juntas frias. Prática em componentes de baixo custo antes de trabalhar com componentes caros [Prasad 1997].

4.6. Tópico 6: Técnicas de Dessoldagem

Explicação e demonstração de técnicas para remover componentes já soldados com segurança. Dois métodos principais: uso de bomba de dessoldagem e malha dessoldadora. Passo-a-passo para cada técnica com enfoque em aquecimento da junta existente, remoção da solda, extração cuidadosa do componente. Discussão sobre componentes sensíveis a calor e técnicas para minimizar dano térmico [Vianco 2002].

4.7. Tópico 7: Aplicações Práticas e Projetos Educacionais

Exemplos de projetos práticos que requerem soldagem e dessoldagem, desde circuitos educacionais simples até projetos de IoT e sistemas embarcados. Discussão sobre quando e onde soldagem é apropriada. Apresentação de casos reais de uso em pesquisa e indústria [für Elektronik und Mikroelektronik 2023].

4.8. Tópico 8: Atividade Prática Orientada

Atividade *hands-on* estruturada em três fases:

- **Fase 1: Preparação e Segurança** – Apresentação de equipamentos, orientação sobre EPI obrigatório, revisão de protocolos, preparação de bancada.
- **Fase 2: Soldagem em Placa Protótipo** – Participantes organizam-se em pequenos grupos; soldagem de componentes passivos simples; soldagem de componentes ativos com maior complexidade; feedback imediato dos facilitadores.
- **Fase 3: Dessoldagem Prática** – Participantes praticam remoção de componentes já soldados; técnica com bomba de dessoldagem; técnica com malha dessoldadora; prática de remoção controlada.

Pós-atividade: Inspeção das juntas, testes elétricos simples com multímetro, feedback construtivo.

4.9. Tópico 9: Qualidade, Inspeção e Conclusões

Discussão sobre critérios de aceitação de qualidade de solda em diferentes contextos [Industries 2020]. Técnicas de inspeção: visual, com lupa, com microscópio eletrônico. Testes de funcionalidade. Discussão sobre normas de qualidade (IPC-A-610) [Judd and Weiss 2007]. Recapitulação dos aprendizados principais.

5. Organização do Minicurso

O minicurso tem duração total de 3 horas (180 minutos), organizado conforme cronograma abaixo:

- **00:00-00:05 (5 min)** – Abertura e Apresentação de Objetivos
- **00:05-00:20 (15 min)** – Tópico 1: Introdução à Soldagem e Dessoldagem
- **00:20-00:40 (20 min)** – Tópico 2: Fundamentos Teóricos
- **00:40-00:55 (15 min)** – Tópico 3: Materiais e Equipamentos
- **00:55-01:10 (15 min)** – Tópico 4: Medidas de Segurança e Ergonomia
- **01:10-01:30 (20 min)** – Tópico 5: Técnicas de Soldagem Correta
- **01:30-01:40 (10 min)** – Intervalo
- **01:40-01:55 (15 min)** – Tópico 6: Técnicas de Dessoldagem
- **01:55-02:05 (10 min)** – Tópico 7: Aplicações Práticas
- **02:05-02:45 (40 min)** – Tópico 8: Atividade Prática Orientada
- **02:45-02:55 (10 min)** – Tópico 9: Qualidade, Inspeção e Conclusões
- **02:55-03:00 (5 min)** – Encerramento, Feedback e Avaliação

A estratégia pedagógica utiliza abordagem multi-sensorial combinando exposição teórica contextualizada, demonstração prática ao vivo, aprendizagem experiencial supervisionada, com ênfase em segurança como fundamento.

6. Idioma

Português (Português Brasileiro)

7. Infraestrutura e Materiais Necessários

7.1. Espaço Físico

Laboratório de eletrônica com bancada; janelas para ventilação; tomadas elétricas com aterramento apropriado para o equipamento de solda; iluminação eficaz para a visualização dos componentes; espaço de demonstração central, projetor multimídia e tela para projeção.

7.2. Equipamento Principal

8+ ferros de soldar; 8+ bombas de dessoldagem manuais; 8+ malhas dessoldadoras; 8+ multímetros básicos; Projetor e tela grande para demonstração.

7.3. Materiais de Consumo

Solda tipo Estanho-Chumbo (Sn63/Pb37) 60/40 em carretel 0.5-1.0 mm: mínimo 500 g; Solda Lead-Free (Sn/Ag/Cu) tipo SAC305: mínimo 200g; Fluxo de solda tipo resina (RMA): mínimo 30 mL; Álcool isopropílico 99% para limpeza; Buchas de limpeza de latão para ponta do ferro.

7.4. Componentes Eletrônicos para Prática

Resistores (diversos valores 1/4W): 16+ unidades; LEDs (vermelho, azul, verde): 16+ unidades; botões: 16+ unidades; Placas PCB prototipo: 16+; Fios jumper 22AWG.

7.5. Equipamento de Proteção e Segurança

Óculos de proteção policarbonato (16+ unidades); Luvas de nitrila descartáveis * (caixa 100 pares); Extintor de incêndio tipo ABC.

7.6. Pré-requisitos de Instalação

Nenhum software a instalar em computadores dos participantes. Navegador web atualizado (para acesso a recursos online pós-minicurso).

7.7. Fornecimento dos materiais

É válido ressaltar que todos os itens necessários para a realização do minicurso serão fornecidos por sua equipe responsável.

8. Biografia dos(as) Autores(as)

8.1. Eduardo Gabriel Nascimento Souza

É graduando em Engenharia de Computação pela UFMS, integrante do PET Sistemas e equipe Formula SAE (Powertrain). Interesse em sistemas embarcados e robótica.

8.2. Amanda Beatriz Matos Palacio Ribeiro

Cursa Engenharia de Computação pela UFMS (5º semestre), integrante do PET Sistemas e equipe de Robótica Ararabots.

8.3. Maria Istela Cagnin Machado

É professora titular da FCOM/UFMS, doutora pela USP, pesquisadora em Engenharia de Software e acessibilidade web.

Referências

für Elektronik und Mikroelektronik, I. (2023). Praktische anwendungen von löttechnik in iot-systemen. Artigo técnico - Disponível em repositórios acadêmicos.

Industries, I. A. C. E. (2020). *IPC-A-610: Acceptability of Electronic Assemblies*, f edition. Standard de qualidade para juntas soldadas eletrônicas.

Jr., C. F. C. (2008). *Printed Circuits Handbook*. McGraw-Hill, 6th edition.

Judd, R. B. and Weiss, K. (2007). Design and reliability of solder connections. In Suhir, E., Lee, Y. C., and Kang, R. G., editors, *Electronic Packaging Technology and Science*, pages 245–268. Academic Press.

Prasad, R. (1997). *Surface Mount Technology: Principles and Practice*. Chapman and Hall, 2nd edition.

Vianco, M. J. (2002). *Solder Joint Reliability: Theory and Practice*. Springer Science+Business Media.