Grade Curricular — Pós-Graduação em Manutenção de Equipamentos Industriais

Escola Instructiva · em parceria com LA Faculdades / FACLA · Nov 20, 2026 · @Celso

Visão geral

A pós forma o técnico que analisa, diagnostica e repara inversores de frequência, soft starters e servodrives em nível de placa. São 520h em 17 disciplinas e 7 módulos, na sequência do reparo: base técnica, diagnóstico, blocos comuns, cada equipamento e, por fim, a prática profissional.

Item	Definição
Público	Técnicos de manutenção industrial, técnicos em eletrônica e reparadores de placas, eletricistas industriais, engenheiros e tecnólogos, donos de assistência técnica e profissionais de automação
Carga horária	520h · 17 disciplinas · 7 módulos
Modalidade	EAD com prática de bancada em defeitos reais
Método	Método Instructiva em três níveis: componente (TMTD), circuito (análise por tensão DC) e sinal (osciloscopía), somados à leitura de datasheets e notas de aplicação
Certificação	Com graduação: pós-graduação lato sensu. Sem graduação: certificado de extensão. Emissão pela LA Faculdades / FACLA
TCC	Não há
Avaliação	Quiz por disciplina e estudo de caso de reparo ao fim de cada módulo

Perfil do egresso. Ao concluir, o aluno será capaz de:

- Analisar o circuito de um drive por blocos e chegar à causa do defeito
- Testar componentes pelo método TMTD e localizar o bloco defeituoso por tensão DC
- Usar o osciloscópio para validar PWM, comando de gate e realimentação
- Escolher componentes equivalentes a partir de datasheets e notas de aplicação
- Reparar e testar inversores de frequência, soft starters e servodrives com segurança

- Emitir laudo técnico e orçamento de reparo

Matriz curricular

Módulo	Disciplina	CH
01 — Base técnica (140h)	1. Eletrônica Analógica Avançada	40h
01 — Base técnica	2. Eletrônica de Potência	40h
01 — Base técnica	3. Eletrônica Industrial	40h
01 — Base técnica	4. Análise de Datasheets e Notas de Aplicação	20h
02 — Diagnóstico (90h)	5. Instrumentação Aplicada à Manutenção	30h
02 — Diagnóstico	6. Testes de Componentes Eletrônicos: Método TMTD	30h
02 — Diagnóstico	7. Técnicas de Análise de Defeitos por Tensão DC	30h
03 — Blocos comuns (90h)	8. Fontes Chaveadas Aplicadas a Equipamentos Industriais	30h
03 — Blocos comuns	9. Sensores, Encoders e Resolvers	30h
03 — Blocos comuns	10. Comunicação Industrial Aplicada à Manutenção	30h
04 — Inversores de frequência (70h)	11. Análise de Circuitos de Inversores de Frequência	30h
04 — Inversores de frequência	12. Técnicas de Manutenção em Inversores de Frequência	40h
05 — Soft starters (50h)	13. Análise de Circuitos de Soft Starters	20h
05 — Soft starters	14. Técnicas de Manutenção em Soft Starters	30h
06 — Servodrives (60h)	15. Análise de Circuitos de Servodrives	20h
06 — Servodrives	16. Técnicas de Manutenção em Servodrives	40h
07 — Prática profissional (20h)	17. Comunicação Técnica, Laudo e Orçamento de Reparo	20h
	Total	**520h**

Módulo 01 — Base técnica (140h)

O módulo dá a base para entender qualquer placa de drive: os circuitos analógicos de controle, as chaves de potência, os conversores industriais e a leitura de componentes.

1. Eletrônica Analógica Avançada — 40h

- Amplificadores operacionais reais em circuitos de medição e proteção
- Comparadores com histerese e circuitos de sobrecorrente e sobretensão
- Referências de tensão (TL431) e malhas de realimentação
- Amplificadores diferenciais e de instrumentação usados na leitura de corrente e barramento
- Filtros, ruído e aterramento em placas de potência
- Defeitos típicos em circuitos analógicos de drives

Prática: análise do circuito de leitura de corrente e de proteção de um inversor real.

2. Eletrônica de Potência — 40h

- Diodos de potência, tiristores (SCR, TRIAC), MOSFETs e IGBTs: funcionamento e falhas
- Módulos de potência (IPM, PIM) e sua pinagem
- Retificadores monofásicos e trifásicos e barramento CC
- Conversores CC-CC e CC-CA: princípios usados em drives
- Modulação PWM, tempo morto e comando de gate
- Snubbers, dissipação térmica e perdas

Prática: teste de módulos IGBT e de tiristores fora e dentro do circuito.

3. Eletrônica Industrial — 40h

- Motores de indução e servomotores: o que o drive precisa entregar
- Controle escalar (V/f) e vetorial; malhas de corrente, velocidade e posição
- Frenagem reostática e regenerativa
- Contatores, relés, proteções e integração com CLP
- Segurança em eletricidade: NR-10, descarga do barramento CC, isolação
- Parâmetros e códigos de falha: como o drive informa o defeito

Prática: leitura de códigos de falha e parametrização básica de um inversor.

4. Análise de Datasheets e Notas de Aplicação — 20h

- Valores máximos absolutos, condições recomendadas e características típicas
- Leitura de datasheets de IGBTs, MOSFETs, diodos, tiristores, optoacopladores e CIs de controle
- Notas de aplicação: como o fabricante recomenda montar o circuito
- Critérios para escolher um componente equivalente com segurança
- Identificação de componentes por código SMD

Prática: escolha de equivalente para um IGBT e um optoacoplador fora de linha.

Módulo 02 — Diagnóstico (90h)

O módulo ensina o Método Instructiva nos três níveis: medir com segurança, testar o componente e localizar o bloco com defeito.

5. Instrumentação Aplicada à Manutenção — 30h

- Multímetro, alicate amperímetro, megohmímetro e testador de componentes
- Osciloscópio em potência: aterramento, pontas diferenciais e categorias de segurança
- Fonte de bancada com limite de corrente e uso de lâmpada série
- Medição de PWM, gate, barramento CC e sinais de realimentação
- Câmera térmica e estação de solda/retrabalho
- Montagem da bancada de reparo de drives

Prática: medição segura de sinais de gate e PWM em inversor energizado.

6. Testes de Componentes Eletrônicos: Método TMTD — 30h

- Fundamentos do Método TMTD
- Identificação de curto, fuga e circuito aberto
- Teste de resistores, capacitores, diodos, transistores, MOSFETs e IGBTs
- Teste de tiristores, optoacopladores, reguladores e CIs
- Teste em circuito x fora do circuito: limites e interpretação

Prática: rotina TMTD completa em uma placa de potência com defeito.

7. Técnicas de Análise de Defeitos por Tensão DC — 30h

- Análise do circuito por blocos e tensões esperadas em cada ponto
- Medição de tensões DC com o circuito energizado

- Localização do bloco defeituoso: fonte, driver, controle e realimentação
- Mapa de tensões e comparação com placa boa
- Energização segura após o reparo

Prática: levantamento do mapa de tensões DC e localização de defeito em placa de controle.

Módulo 03 — Blocos comuns aos equipamentos (90h)

O módulo cobre os circuitos que aparecem em todos os drives e concentram boa parte dos defeitos.

8. Fontes Chaveadas Aplicadas a Equipamentos Industriais — 30h

- Arquitetura da fonte interna dos drives: flyback e fontes auxiliares isoladas
- CIs controladores PWM (série UC384x e equivalentes), TL431 e optoacoplador na realimentação
- Fontes isoladas para gate drivers
- Defeitos típicos: fonte morta, oscilando, com tensão baixa ou desarmando
- Teste da fonte fora do equipamento com fonte limitada

Prática: diagnóstico e reparo da fonte chaveada de um inversor de frequência.

9. Sensores, Encoders e Resolvers — 30h

- Sensores de corrente (shunt, Hall), de tensão do barramento e de temperatura
- Encoders incrementais e absolutos: sinais A, B, Z e interfaces seriais
- Resolvers: excitação, sinais seno/cosseno e conversores R/D
- Circuitos de interface de realimentação na placa
- Diagnóstico de falhas de realimentação e de cabos

Prática: análise de sinais de encoder e resolver no osciloscópio.

10. Comunicação Industrial Aplicada à Manutenção — 30h

- Redes RS-485, Modbus RTU e CAN: camada física e transceptores
- Portas de comunicação do drive e conexão com o PC
- Softwares dos fabricantes para leitura de parâmetros e falhas
- Falhas de rede, porta e transceptor: como testar e reparar
- Comunicação do drive com CLP e IHM

Prática: teste de transceptor RS-485 e comunicação Modbus com o drive.

Módulos 04 a 06 — Equipamentos (180h)

Cada equipamento segue a mesma ordem: primeiro a análise do circuito, depois a técnica de manutenção.

Módulo 04 — Inversores de frequência (70h)

11. Análise de Circuitos de Inversores de Frequência — 30h

- Diagrama de blocos: retificador, pré-carga, barramento CC, frenagem, inversor IGBT
- Placa de potência e placa de controle: como se comunicam
- Gate drivers e optoacopladores (HCPL-3120, HCPL-316J e equivalentes)
- Leitura de corrente, tensão do barramento e temperatura
- Geração de PWM e proteções (dessaturação, sobrecorrente, sobretensão)

12. Técnicas de Manutenção em Inversores de Frequência — 40h

- Roteiro de diagnóstico a partir do código de falha e do histórico
- Teste do estágio de potência desenergizado e troca de módulos IGBT
- Diagnóstico de pré-carga, capacitores do barramento e frenagem
- Teste dos gate drivers e dos sinais PWM com fonte limitada
- Ensaio final sem carga e com motor; defeitos recorrentes por fabricante

Prática: reparo completo de um inversor com IGBT em curto.

Módulo 05 — Soft starters (50h)

13. Análise de Circuitos de Soft Starters — 20h

- Princípio da partida suave e controle por ângulo de fase
- Tiristores em antiparalelo e circuito de disparo
- Detecção de passagem por zero e sincronismo
- Contator de bypass, proteções e leitura de corrente

14. Técnicas de Manutenção em Soft Starters — 30h

- Teste e troca de tiristores e módulos SCR
- Diagnóstico do circuito de disparo e dos transformadores de pulso
- Falhas de fase, de sincronismo e de bypass
- Ensaio com carga resistiva e com motor

Prática: diagnóstico de soft starter com falha de disparo.

Módulo 06 — Servodrives (60h)

15. Análise de Circuitos de Servodrives — 20h

- Diferenças entre servodrive e inversor de frequência
- Estágio de potência e leitura de corrente de alta precisão
- Malhas de corrente, velocidade e posição
- Interfaces de encoder, resolver e entradas de comando

16. Técnicas de Manutenção em Servodrives — 40h

- Roteiro de diagnóstico por código de alarme
- Reparo do estágio de potência e da fonte
- Diagnóstico de falhas de realimentação e de comunicação com o encoder
- Teste com servomotor e ajuste básico de parâmetros

Prática: reparo de servodrive com alarme de encoder e de sobrecorrente.

Módulo 07 — Prática profissional (20h)

17. Comunicação Técnica, Laudo e Orçamento de Reparo — 20h

- Recebimento do equipamento: checklist, fotos e registro do defeito relatado
- Laudo técnico: estrutura, linguagem e evidências de medição
- Composição do orçamento: peças, horas de bancada, testes e garantia
- Comunicação com o cliente industrial e prazos
- Relação de reparo x troca do equipamento

Prática: elaboração de laudo e orçamento de um reparo feito no curso.

Corpo docente

Professor	Formação e atuação
Celso de Castro Muniz	Fundador e conteudista principal; mais de 30 anos como professor, 23 deles no SENAI; autor de livros de eletrônica de potência e fontes chaveadas
Bruno Mori	Engenheiro eletricista, especialista em eletrônica de potência, coautor de 6 livros técnicos

Professor	Formação e atuação
Thayanne	Engenheira eletrônica, mestranda em Sistemas de Computação, coautora de 3 livros de eletrônica de potência
Vander Fabio Silveira	Doutor em Engenharia de Energia (UNIOESTE), coordenador na Faculdade Biopark

Certificação

O conteúdo e a carga horária são os mesmos para todos. Quem tem graduação concluída recebe o certificado de especialização lato sensu; quem não tem recebe certificado de extensão universitária. Os dois são emitidos pela LA Faculdades / FACLA. A conclusão não confere, por si só, habilitação ou registro em conselho profissional.