



PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU”

PROJETO PEDAGÓGICO

**Eletrônica de Potência para  
Sistemas Industriais**

*INFORMAÇÕES BÁSICAS*

*PROJETO PEDAGÓGICO RESUMIDO*

**Eixo Tecnológico: Controle e**

**Processos Industriais**

**Modalidade: Presencial**

São Paulo - 2015

## 1. Nome do Curso e Área do Conhecimento

Título: Eletrônica de Potência para Sistemas Industriais. O curso de Especialização “Lato Sensu” está inserido na área de conhecimento do Eixo Tecnológico Controle e Processos Industriais. Será oferecido de forma presencial.

## 2. Objetivos Educacionais

### 2.1. Objetivo Geral

O curso tem como objetivo geral formar especialistas que tenha condições de avaliar as etapas eletrônicas de potência, concebendo circuitos, analisando desempenhos e aplicando novas tecnologias.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Atender a demanda por mão-de-obra com alta qualificação profissional exigida pela evolução tecnológica atual nas indústrias.
- Atender as necessidades de reciclagem e especialização de profissionais de nível superior na área da Eletrônica de Potência.
- Envolver profissionais na melhoria contínua dos processos e equipamentos industriais.

## 3. Público Alvo

O curso de pós-graduação “Lato Sensu” é aberto a candidatos diplomados em cursos de graduação ou demais cursos superiores em áreas relacionadas à elétrica, eletrônica, mecatrônica, automação e afins.

## 4. Carga Horária

A carga horária é de 360 horas distribuída entre módulos (disciplinas) que compõe o curso, nos quais se desenvolvem atividades de forma a atender a concepção do programa.

Na grade curricular temos elencados módulos nos quais são desenvolvidas atividades práticas, individuais, em grupo, dentro e fora da sala de aula.

Notadamente orientadas no intuito de suportar o desenvolvimento do trabalho de conclusão do curso.

A metodologia empregada busca um balanço entre as exposições teóricas dialogadas e atividades práticas em sala de aula e laboratório, desenvolvidas individualmente e em pequenos grupos, considerando-se ainda como fundamental o tempo utilizado fora de sala de aula para consolidar os conhecimentos e conceitos por meio de pesquisas bibliográficas, desenvolvimento de listas de exercícios e elaboração do trabalho de conclusão do curso.

## 5. Conteúdo Programático

Grade Curricular:

Semestre	Disciplina / Módulo	Carga Horária (horas)
1º	Metodologia do Trabalho Científico	30
	Eletrônica Aplicada	30
	Componentes Eletrônicos de Potência	30
	Fundamentos de Motores Elétricos	30
2º	Fundamentos de Fontes Chaveadas	30
	Dissipação Térmica	30
	Conversores I	30
	Inversores	30
3º	Conversores II	30
	Projeto de Fontes Chaveadas	30
	Acionamento de Motores	30
	Controle Digital de Circuitos de Potência	30

## 6. Ementas e Bibliografias

### **Módulo 1: Metodologia do Trabalho Científico**

**Carga Horária:** 30 horas

#### **Objetivo**

Escrever um projeto de pesquisa como base para o desenvolvimento da monografia. Estruturar de acordo com o método científico. Analisar publicações técnicas. Diagramar respeitando as normas técnicas.

#### **Ementa**

Fundamentos científicos. Método científico e aplicação. Normas de redação de texto científico. Análise de textos de trabalhos acadêmicos e artigos científicos. Tema e delimitação do problema. Levantamento de bibliografia. Normas gerais para elaboração de referências. Projeto de pesquisa.

#### **Bibliografia Básica**

1. SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.
2. TACHIZAWA, Takeshy; MENDES, Gildásio. Como fazer monografia na prática. Rio de Janeiro: FGV, 2001.
3. LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2007.
4. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo : Atlas, 2010.

## **Módulo 2: Eletrônica Aplicada**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Desenvolver circuitos eletrônicos de interface, captura e tratamento de sinais. Analisar e dimensionar componentes e circuitos eletrônicos específicos.

### **Ementa**

Componentes eletrônicos e funcionalidades. Análise de circuitos eletrônicos. Elementos de um sistema eletrônico de potência. Acionamento de máquinas elétricas. Técnicas de análise e projeto.

### **Bibliografia Básica**

1. BOYLESTAD, Robert L. e NASHELSKY, Louis Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 8.ed. São Paulo: Pearson Education, 2004.
2. VOLPIANO, Sérgio L. Eletrônica de potência aplicada ao acionamento de máquinas elétricas. São Paulo: SENAI SP, 2013.
3. BOGART JR, T.F. Dispositivos e circuitos eletrônicos. São Paulo: Makron Books, 2001. v.1.

## **Módulo 3: Componentes Eletrônicos de Potência**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Avaliar componentes eletrônicos de potência. Analisar suas características físicas. Aplicar em circuitos básicos. Realizar ensaios e compreender seu funcionamento.

### **Ementa**

Semicondutores de potência. Cálculo térmico. Características estáticas e dinâmicas de transistores bipolares. MOSFETs. Tiristores. IGBTs. GTOs. Diodos e etc. Circuitos básicos de diodos e tiristores. Elementos de um sistema eletrônico de potência. Análise e comparação entre características e desempenho.

### **Bibliografia Básica**

1. BARBI, Ivo. Eletrônica de Potência. Florianópolis: São Paulo: INEP, 2013.
2. CAPELLI, Alexandre. Eletrônica de Potência. São Paulo: Antena. 2005.
3. HART, D. W. Eletrônica de potência. São Paulo: Editora Bookmann, 2011.

## **Módulo 4: Fundamentos de Motores Elétricos**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Selecionar motores elétricos para equipamentos industriais. Interpretar suas características e funcionalidades. Prever aplicações e identificar sua adequação.

### **Ementa**

Tipos de motores suas características de alimentação. Características de partida. Especificações. Exemplos de aplicações e estudos de casos.

### **Bibliografia Básica**

1. PETRUZELLA, Frank.D. Motores Elétricos e Acionamentos. São Paulo: Bookman, 2013.
2. REZEK, Angelo.J.J. Fundamentos Básicos de Máquinas Elétricas – Teoria e Ensaio. São Paulo. Synergia, 2011
3. FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY JÚNIOR, C. Máquinas elétricas. 6. ed. São Paulo: Editora Bookman, 2006.

## **Módulo 5: Fundamentos de Fontes Chaveadas**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Interpretar o funcionamento das fontes chaveadas. Comparar as diversas estruturas existentes, distinguir as funcionalidades e identificar as partes integrantes.

### **Ementa**

Estruturas básicas de conversores utilizados em fontes chaveadas. Modulação para fontes chaveadas. Comutação suave. Componentes passivos.

### **Bibliografia Básica**

1. WU, B. High-Power Converters and AC Drives, New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2006.
2. BIMAL, K. B. Modern power electronics. New York: Prentice-Hall, 1990.
3. DEWAN, S. B.; SLEMON G. Power semiconductor drives. Cidade: Willey, 1990.

## **Módulo 6: Dissipação Térmica**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Projetar dispositivos de dissipação térmica para circuitos eletrônicos de potência. Analisar o comportamento térmico dos circuitos e componentes eletrônicos de potência e desenvolver dissipadores térmicos.

### **Ementa**

Cálculo da potência dissipada para diodos, transistores, tiristores. Dissipação de calor por convecção, radiação. Comportamento em regime permanente. Comportamento em regime transitório. Cálculo de dissipadores. Fontes de calor distribuídas. Refrigeração forçada.

### **Bibliografia Básica**

1. ÇENGEL, Y.A., BOLES, M.A. Termodinâmica. 7ed. Bookman., 2013
2. MORAN, M.J. et al. Princípios de Termodinâmica para Engenharia. 7ed. LTC. 2013
3. <http://www.hsdissipadores.com.br/tecnologia.asp>, acesso em 31/08/2015.

## **Módulo 7: Conversores I**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Selecionar retificadores e conversores CC/CC para aplicação em equipamentos industriais. Demonstrar suas funcionalidades e distinguir suas características.

### **Ementa**

Topologias de retificadores. Aplicação de retificadores. Características de entrada e saída e o comportamento com carga resistiva e indutiva. Teoria dos conversores CC/CC. Conversores CC/CC a tiristor.

### **Bibliografia Básica**

4. VOLPIANO, Sérgio L. Eletrônica de potência aplicada ao acionamento de máquinas elétricas. São Paulo: SENAI SP, 2013.
5. RASHID, Muhammad H.; Eletrônica de Potência; Editora Makron Books. 2012
6. AHMED, Asfaq. Eletrônica de Potência. Prentice Hall, 2000

## **Módulo 8: Inversores**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Selecionar inversores para aplicações industriais. Demonstrar suas funcionalidades e distinguir suas características.

### **Ementa**

Teoria dos inversores. Tipos de inversores. Inversores de frequência: fundamentos, harmônicas, aplicações, programação. Inversores a tiristor e a transistor. Tipos de comutação.

### **Bibliografia Básica**

1. FRANCHI, Claiton Moro. Inversores de Frequência: Teoria e aplicações. 2ª ed. São Paulo, Érica, 2009.
2. HART, Daniel W.. Eletrônica de Potência. Análise e Projetos de Circuitos. Bookman. 2010
3. AHMED, Asfaq. Eletrônica de Potência. Prentice Hall, 2000

## **Módulo 9: Conversores II**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Selecionar conversores para aplicações em equipamentos industriais. Analisar seu comportamento. Demonstrar suas funcionalidades e distinguir suas características.

### **Ementa**

Harmônicos de carga. Conversores duais. Cicloconversores. Fator de deslocamento e fator de potência. Aplicações de conversores.

### **Bibliografia Básica**

1. VOLPIANO, Sérgio L. Eletrônica de potência aplicada ao acionamento de máquinas elétricas. São Paulo: SENAI SP, 2013.
2. RASHID, Muhammad H.; Eletrônica de Potência; Editora Makron Books.2012.
3. ARRABAÇA, D. A.; GIMENEZ, S. P. Eletrônica de Potência: conversores de energia (CA/CC): teoria, prática e simulação. São Paulo: Érica, 2011

## Módulo 10: Projeto de Fontes Chaveadas

**Carga Horária:** 30 horas

### Objetivo

Projetar fontes chaveadas de alto desempenho. Aplicar métodos específicos na construção de modelos de fontes chaveadas. Simular os modelos. Selecionar circuitos integrados dedicados.

### Ementa

Método de inspeção. Método de variáveis de estado. Método da chave PWM. Projeto de controle linear. Circuitos integrados dedicados.

### Bibliografia Básica

1. MELLO, Luiz Fernando Pereira de; Projetos de Fontes Chaveadas: Teoria e Prática; Editora Érica.
2. MOHAN, Ned et al, "Power Electronics: Converters, Applications and Design", Springer, 3<sup>rd</sup> edition, 2002
3. MOHAN, Ned et al, "Power Electronics: Converters Modeling an Control: with case studies", Springer.

## Módulo 11: Acionamentos de Motores

**Carga Horária:** 30 horas

### Objetivo

Desenvolver acionamentos de motores elétricos para aplicações industriais. Comparar os tipos de acionamento de motores elétricos e suas funcionalidades. Utilizar o controle escalar e vetorial.

### Ementa

Introdução aos sistemas de acionamento de motores elétricos. Topologia dos circuitos eletrônicos de acionamento. Controle escalar e vetorial para motores de indução. Estudo de caso.

### Bibliografia Básica

1. STEPHAN, Richard M. Acionamento, Comando e Controle de Máquinas Elétricas. 1<sup>a</sup>ed. Editora Ciência Moderna. 2012.
2. CARVALHO, Geraldo. Máquinas elétricas: teoria e ensaios. 2. ed. São Paulo: Érica, 2007.
3. FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY JÚNIOR, C. Máquinas elétricas. 6. ed. São Paulo: Editora Bookman, 2006.

## **Módulo 12: Controle Digital de Circuitos de Potência**

**Carga Horária:** 30 horas

### **Objetivo**

Avaliar a evolução tecnológica dos circuitos de controle digital. Comparar desempenhos. Determinar aplicabilidades. Discutir tendências.

### **Ementa**

Controle digital utilizando computador. Controle digital utilizando microprocessadores e microcontroladores. Controle digital utilizando Lógica Digital Programável. Circuitos integrados dedicados ao controle de motores. Novas tecnologias de controle. Tecnologias avançadas de controle digital para circuitos de potência. Estudo de notas de aplicação.

### **Bibliografia Básica**

1. VUKOSAVIC, Slobodan N. Digital Control of Electrical Drives. 1ªed. Editora Springer. 2007.
2. COSTA, Cesar da et al. Elementos de lógica Programável com VHDL e DSP – Teoria e Prática. 1ªed. Editora Érica. 2011.
3. LARSEN, Ronald W. LabVIEW for Engineers. 1ªed. Editora Pearson. New Jersey, 2010.

## **7. Metodologia**

A carga horária de 360 horas presenciais está distribuída entre aulas teóricas e atividades práticas, utilizando para tanto a estrutura física das instalações da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta (descrita no item 17 desse projeto) assim como visitas técnicas a conceituadas empresas da área.

A grade curricular do curso está desenhada de forma a integrar os conhecimentos e as competências requeridas para o profissional que o mercado necessita. Pode-se citar, além dos métodos pedagógicos de desenvolvimento das aulas, o emprego de tecnologias inovadoras, altamente recomendados para o desenvolvimento de competências técnicas, gerenciais e estimular a tomada de decisões e solução de problemas.

## 8. Interdisciplinaridade

A prática da interdisciplinaridade no curso é imprescindível, pois a eletrônica de potência empregada na indústria é parte importante no desenvolvimento de equipamentos que serão integrados a sistemas, preponderantemente de automação.

As disciplinas específicas desenvolvem o estudo dos sistemas eletrônicos de potência, circuitos específicos e equipamentos em detalhes, cujo funcionamento pode ser compreendido por conceitos teóricos relacionados com estas disciplinas.

Esses conceitos são demonstrados em equipamentos e instrumentos disponibilizados nos laboratórios da Faculdade. Assim a prática da interdisciplinaridade é importante para estabelecer a consonância do curso com a situação real encontrada na indústria.

A prática da interdisciplinaridade deve ter seu auge na confecção do trabalho de conclusão do curso, onde na monografia, mesmo que abordando uma proposta específica, o aluno deverá lançar mão das tecnologias estudadas nas disciplinas do curso, uma vez que a composição da grade curricular do curso foi concebida com este objetivo.

## 9. Tecnologia

O curso se desenvolve de forma presencial nas suas 360 horas.

Existe a disponibilidade de seis laboratórios equipados em conformidade com o conteúdo ministrado em cada módulo, cujo detalhamento maior é feito no item de infraestrutura.

O módulo referente à Metodologia do Trabalho Científico utiliza um laboratório de informática, no qual pode ser realizada a pesquisa na Internet e a formatação do documento referente ao trabalho de conclusão de curso.

## 10. Infraestrutura Física

### 10.1. Laboratórios Específicos

#### 1) Laboratório de Eletricidade e Comandos Elétricos

Bancadas, Bancos, Fontes de Tensão, Osciloscópios, Multímetros Digitais, Amperímetros, Terrômetros, Geradores de Função, Motores AC, Motores DC, Motores de Passo, Transformadores, Relês Eletromecânicos, Computadores, Softwares específicos, Impressora, lousa e projetor multimídia.

#### 2) Laboratório de Informática

Ambiente de informática com computadores, impressora, lousa, recursos de multimídia, pacote básico de aplicativo, processador de texto, planilha eletrônica, software de processamento matemático, software de edição e simulação de sistemas eletrônicos.

#### 3) Laboratório de Informática / CAD/CAM

Ambiente de informática com computadores, impressora, lousa, lousa digital, recursos de multimídia, pacote básico de aplicativo, processador de texto, planilha eletrônica, software de edição e simulação de circuitos eletrônicos e software de edição e criação de leiaute de placa de circuito impresso.

#### 4) Laboratório de Redes Industriais

Bancadas, Multímetros Digitais, Inversores de frequência, Conversores, Computadores, Controladores Lógicos Programáveis, Interfaces Homem-Máquina, Conjunto de Sensores e Atuadores, Motores CA, Motores CC, Computadores com Software de Edição, Simulação e Compilação, Software Supervisório, componentes Eletrônicos diversos, equipamentos de rede, projetor multimídia e lousa.

**5) Laboratório de Eletrônica Industrial**

Bancadas, Fontes de Tensão, Osciloscópios, Multímetros Digitais, Amperímetros, Geradores de Função, Inversores de frequência, Conversores, Computadores, Controladores Lógicos Programáveis, Transformadores, Motores CA, Motores CC, Kits Didáticos de Controle Eletrônico, Componentes Eletrônicos diversos, Sensores Indutivos, Sensores Ópticos, Sensores Capacitivos, Sensores Laser, Sensores de Ultra Som, Transdutores, Atuadores Pneumáticos e Hidráulicos, lousa e projetor multimídia.

**6) Laboratório de Eletrônica Analógica**

Bancadas, Bancos, Fontes de Tensão, Osciloscópios, Multímetros Digitais, Medidores de Potência Elétrica, Amperímetros, Geradores de Função, Terrômetro, Qualímetro, Placas de Aquisição de Dados, Computadores, Softwares específicos, componentes eletrônicos diversos, lousa e projetor multimídia.

**11. Critério de Seleção**

Os laboratórios comportam um total de vinte alunos por turma. Considerando este parâmetro, o processo seletivo ocorrerá especificamente ou de forma combinada por meio dos seguintes instrumentos, tomando por base a quantidade de candidatos por vaga:

- I – avaliação do atendimento aos pré-requisitos exigidos;
- II – análise de currículo;
- III – entrevista.

## 12. Sistema de Avaliação

A avaliação do desempenho do aluno no curso é realizada segundo as diretrizes educacionais do SENAI, por meio de avaliações escritas, análise de situação problema, apresentação oral e/ou escrita de projetos.

As diretrizes metodológicas e a forma de avaliação são definidas pelo docente e apresentadas aos alunos no início de cada módulo, bem como explicitados os critérios de avaliação. Vale ressaltar que o processo de avaliação tem como principal função a verificação do alcance do perfil do profissional.

Ao final de cada módulo aplica-se um questionário investigativo da qualidade dos principais fatores intervenientes na qualidade do curso (docente, infraestrutura, atendimento administrativo) de forma que se possa retroalimentar o sistema para a melhoria contínua dos programas de formação.

São considerados aprovados no módulo os alunos que tiverem obtido aproveitamento correspondente a 70% (setenta por cento) na escala de 0 a 100 de notas e, pelo menos, 75% (setenta e cinco por cento) de frequência. A avaliação é computada por módulo e o aproveitamento final é obtido calculando-se a média aritmética simples das notas de aprovação dos módulos.

## 13. Controle de Frequência

O controle de frequência às aulas é realizado pelo docente por meio de registro em diário de classe, cujo armazenamento é realizado pela secretaria acadêmica após o lançamento dos registros no sistema eletrônico.

A frequência mínima exigida é de, pelo menos, 75% (setenta e cinco por cento) das aulas de cada módulo.

## 14. Trabalho de Conclusão

O trabalho de conclusão do curso será elaborado pelos alunos em forma de uma monografia ou artigo científico. Os critérios de avaliação serão determinados pelo professor orientador responsável e devem obedecer ao requisito de aproveitamento correspondente a 70% (setenta por cento) na escala de 0 a 100 de notas para obter a certificação.

## 15. Certificação

Os certificados de conclusão de cursos serão registrados na Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta, em livro próprio, destinado especificamente a esse fim e terão validade nacional conforme dispõe o Art. 7º, da Resolução CNE/CES 1/2007. Diário Oficial da União, Brasília, 8 de junho de 2007 do Ministério da Educação.