

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

**DISCIPLINA:** Confiabilidade de Conversores Eletrônicos

**CÓDIGO:**

**Validade:** A partir do 2º semestre de 2020.

**Carga Horária:** 60 horas-aula

**Créditos:** 04

**Área de Concentração / Módulo:** Modelagem e Controle de Sistemas / Módulo de Formação Específica

### Ementa:

Introdução a confiabilidade. Conceitos básicos. Falhas em conversores eletrônicos. Mecanismos de degradação. Modos de falha típicos. Cálculo de perdas de dispositivos semicondutores, capacitores e indutores. Modelagem térmica. Testes de aceleração. Modelos para estimativa de vida útil. Acúmulo de dano. Confiabilidade a nível de componente. Confiabilidade a nível de sistema. Projeto de conversores com foco na confiabilidade.

### INTERDISCIPLINARIDADES

#### Inter-relações desejáveis

Os conteúdos abordados na disciplina Confiabilidade de Conversores Eletrônicos têm relações diretas com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Eletrônica de Potência, Aplicações de Dispositivos Estáticos de Potência em Sistemas de Energia Elétrica

- **Linhas de Pesquisa** ⇒ Análise e Modelagem de Sistemas e Sistemas de Controle (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas).

### Objetivos:

Apresentar ao aluno conceitos básicos e ferramentas de análise de confiabilidade de conversores eletrônicos. Investigar a aplicação destes conceitos na análise de problemas práticos nas áreas de aplicação da eletrônica de potência.

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- |  |   |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro  | <input checked="" type="checkbox"/> Seminário           |
| <input type="checkbox"/> Aula com uso de transparência         | <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aula com uso de multimídia | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho individual |
| <input type="checkbox"/> Aula prática                          | <input checked="" type="checkbox"/> Trabalho em grupo   |
| <input type="checkbox"/> Discussão de texto                    | <input type="checkbox"/> Visita técnica                 |
| <input type="checkbox"/> Filme                                 | <input type="checkbox"/> Outros: _____                  |

| Unidades de ensino |   | Carga-horária<br>Horas-aula |
|--------------------|---|-----------------------------|
| 1                  | <b>Introdução à confiabilidade de conversores eletrônicos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conceitos básicos de estatística e probabilidade</li><li>• Falhas em conversores eletrônicos</li><li>• Mortalidade infantil, falhas aleatórias e desgaste</li></ul>   | 8                           |
| 2                  | <b>Mecanismos de degradação e modos de falha</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tecnologias de dispositivos semicondutores e modos de falha típicos</li><li>• Tecnologias de capacitores e modos de falha típicos</li><li>• Tecnologias de indutores e modos de falha típicos</li><li>• Degradação de dispositivos semicondutores</li><li>• Degradação de capacitores</li><li>• Degradação de indutores e transformadores</li><li>• Fatores que aceleram a degradação de componentes eletrônicos</li></ul> | 12                          |

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| 3            | <b>Cálculo de perdas e modelagem térmica</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cálculo de perdas em dispositivos semicondutores</li><li>• Modelagem térmica de dispositivos semicondutores</li><li>• Cálculo de perdas em capacitores</li><li>• Modelagem térmica de capacitores</li><li>• Cálculo de perdas em indutores</li></ul> | 12 |
| 4            | <b>Confiabilidade a nível de componente</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Testes de aceleração</li><li>• Modelos para estimativa de vida útil de dispositivos semicondutores</li><li>• Modelos de vida útil para estimativa de vida útil de capacitores</li><li>• Modelos de acúmulo de dano</li></ul>                          | 16 |
| 5            | <b>Confiabilidade a nível de sistema</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Efeito da dispersão e incerteza de componentes</li><li>• Simulações de Monte Carlo</li><li>• Cálculo da confiabilidade do sistema</li><li>• Projeto com foco na confiabilidade</li></ul>   | 12 |
| <b>Total</b> |   | 60 |

### Métodos de Avaliação

Trabalho final de projeto voltado para confiabilidade dividido em 5 entregas intermediárias e elaboração de um artigo final com os resultados do projeto. O trabalho final será realizado individualmente e apresentado à turma por meio de um seminário no final da disciplina.

*Nota: Para a realização das atividades é obrigatório o uso de recursos computacionais e softwares de programação (de preferência do aluno) além de softwares especializados para análise de conversores eletrônicos (sendo estes fornecidos pelo professor). O professor não ensinará linguagem de programação, sendo este conhecimento um pré-requisito para cursar a disciplina. Já para o uso dos softwares especializados, o professor fornecerá links de videoaulas no youtube.*

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

### Informações adicionais

A disciplina será realizada de **forma híbrida** com base na Instrução normativa PPGEL 003/2023, DE 28 DE ABRIL DE 2023.

#### DIVISÃO DE HORAS:

- Atividades Presenciais:
  - Total de Horas: 4 horas/aula (um encontro presencial);
  - Local: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) no Campus Nova Gameleira em sala informada pelo PPGEL;
  - Dedicado às atividades avaliativas (seminário apresentado pelos alunos).
  - O calendário será informado no início do semestre com base no calendário da instituição.
- Atividades Remotas:
  - Total de Horas: 56 horas (14 semanas);
  - Síncronas: 28 horas de encontros síncronos ministrados pelo docente (2 horas/aula nas semanas em que não ocorrer as atividades presenciais);
  - Assíncronas: 28 horas para os alunos se prepararem para os encontros síncronos (2 horas/aula nas semanas em que não ocorrer as atividades presenciais);
  - O professor vai disponibilizar material didático e os alunos deverão se preparar para os encontros síncronos.
  - Endereço: Será disponibilizado antes do início do semestre

**PLATAFORMA A SER UTILIZADA:** As atividades síncronas ocorrerão na plataforma Google Meeting e/ou Microsoft Teams;

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

**PRESENÇA:** É obrigatória a presença nos encontros presenciais e síncronos (usados para quantificar a presença nas atividades remotas).

**RECURSOS:** Nesta disciplina, o uso de áudio (microfone) é obrigatório nos encontros síncronos por parte dos discentes. Por outro lado, o uso de câmera é facultativo (mas recomendado).

**CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO:** O discente será aprovado se simultaneamente obtiver:

- Mínimo de 75% de presença;
- Mínimo de 60% da nota final, obtida por soma simples.

### Bibliografia Básica

1. H. S. Chung, H. Wang, F. Blaabjerg, M. Pecht – “Reliability of Power Electronic Converter Systems”. IET Power and energy Series, 2015 – 504 páginas.
2. A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann – “Application Manual Power Semiconductors. Semikron Application Note, 2015 – 464 páginas.
3. J. Lutz, H. Schlangenotto, U. Scheuermann, R. Doncker – “Semiconductor Power Devices: Physics, Characteristics, Reliability”. Springer, 2011 – 538 páginas.

### Bibliografia Complementar

1. C. Volosencu “System Reliability” Intechopen, 2017. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/system-reliability/>
2. M. Ciappa “Some Reliability Aspects of IGBT Modules for High-Power Applications”. Hartung-Gorre Verlag Konstanz, 2001 – 177 páginas.
3. Teses de doutorado e artigos científicos disponibilizados ao longo do curso.

# PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA  
DE MINAS GERAIS  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



## Plano de Ensino

---