

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: Modelagem e Controle de Sistemas Fotovoltaicos

CÓDIGO:

Validade: A partir do 2º semestre de 2019.

Carga Horária: 60 horas-aula

Créditos: 04

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

Ementa:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1- Painel Fotovoltaico2- Teoria de fasores espaciais e transformações3- O inversor fotovoltaico: monofásico e trifásico4- Modelagem do inversor fotovoltaico5- Fundamentos de controle de sistemas6- Projeto do filtro LCL7- Controle do inversor fotovoltaico conectado a rede elétrica |
|--|

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina *Modelagem e Controle de Sistemas Fotovoltaicos* tenham relações diretas, principalmente, com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Fontes Chaveadas, Teoria e Projeto de Sistemas Lineares;
- **Linhas de Pesquisa** ⇒ Análise e Modelagem de Sistemas e Sistemas de Controle (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas).

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

Objetivos - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:

- Conceitos de sistemas fotovoltaicos
- Modelagem e controle de inversores monofásicos e trifásicos
- Projeto de filtros passivos

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Aula expositiva em quadro | <input checked="" type="checkbox"/> Seminário |
| <input checked="" 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: _____ |

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

Unidades de ensino		Carga-horária Horas-aula
1	O Painel Fotovoltaico <ul style="list-style-type: none">• Tecnologias de painéis fotovoltaicos• Modelagem de painéis fotovoltaicos	2
2	O Inversor Fotovoltaico <ul style="list-style-type: none">• Estrutura• Dispositivos semicondutores• Estratégias de modulação• Barramento de corrente contínua• Filtro passivo: L, LC e LCL• Objetivos de controle	8
3	Teoria de fasores espaciais e transformações <ul style="list-style-type: none">• Fator espacial de um sistema trifásico• Transformação de Clarke• Transformação de Park• Potência ativa e reativa em outras orientações	4
4	Modelagem do inversor fotovoltaico <ul style="list-style-type: none">• Modelagem do barramento cc• Considerações da modelagem do lado CA• Modelo em coordenadas naturais (abc)• Modelo em coordenadas estacionárias ($\alpha\beta$)• Modelo em coordenadas síncronas• Modelo x Estrutura de Controle	12
5	Fundamentos de controle de sistemas <ul style="list-style-type: none">• Função de Transferência - FT• Diagrama de blocos de um sistema de controle• Controlador PID• Análise de estabilidade de um sistema dinâmico• Projeto de controladores PI pelo método de alocação de polos• Controle em cascata• Controle Digital	10

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

6	Projeto do filtro LCL <ul style="list-style-type: none">• Funções de Transferência do Filtro• Dimensionamento dos componentes do filtro• Projeto do amortecimento passivo	9
7	Controle do inversor fotovoltaico <ul style="list-style-type: none">• Introdução• Malha de Sincronismo de Fase - PLL• Ajuste dos controladores de corrente• Ajuste do controlador de potência reativa• Ajuste do controlador da Tensão de Barramento cc	15
Total		60

Métodos de Avaliação

Listas de exercícios, trabalhos computacionais, provas e projetos de simulação.

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](#).

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);

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

- 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 (3 horas/aula nas semanas em que não ocorrer as atividades presenciais);
 - Assíncronas: 28 horas para os alunos se prepararem para os encontros síncronos;
 - 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 na plataforma Google Meet;

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.

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

Bibliografia Básica

- 1 Remus Teodorescu, Marco Liserre, Pedro Rodriguez. Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems, John Wiley & Sons, 2011
- 2 Marcelo Gradella Villalva, Jonas Rafael Gazoli. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. Editora Erica, 2ª Edição, 2015.
- 3- Gilbert M. Masters, Renewable and Efficient Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 2004;

Bibliografia Complementar

- 1 – Artigos Técnicos na área a serem indicados durante o curso.