

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: Integração de sistemas de armazenamento de energia no Sistema Elétrico de Potência

CÓDIGO: BES 000

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 aos sistemas de armazenamento de energia. Tecnologias de baterias. Modelos elétricos de baterias. Estimadores de estado de carga. Envelhecimento e Degradação de baterias. Topologias de conversores para sistemas de armazenamento. Controle de sistemas de armazenamento de energia. Dimensionamento. Aplicação dos sistemas de armazenamento no sistema elétrico de potência

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

Os conteúdos abordados na disciplina Sistemas de Armazenamento de Energia por Baterias têm relações diretas com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Aplicações de Dispositivos Estáticos de Potência em Sistemas de Energia Elétrica, Modelagem e Controle de Sistemas Fotovoltaicos
- **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 de sistemas de armazenamento de energia por baterias, projeto, modelagem e controle.

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 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 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 Horas-aula
1	Introdução aos sistemas de armazenamento <ul style="list-style-type: none">• Armazenamento de energia• Tecnologias de baterias• Figuras de mérito• Parâmetros típicos• Aplicações	4
2	Comportamento das baterias <ul style="list-style-type: none">• Modelos elétricos de baterias• Modelos térmicos de baterias• Mecanismos de envelhecimento típicos• Indicadores de performance• Modelos de vida útil de baterias• Estimadores de estado de carga	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	Topologias de conversores <ul style="list-style-type: none">• Objetivos de controle• Conversores c.c./c.c.• Conversores c.c./c.a. 2 níveis• Conversores c.c./c.a. multiníveis	12
4	Modelagem e controle <ul style="list-style-type: none">• Estrutura de um estágio• Estrutura de múltiplos estágios• Modelo para controle de corrente• Modelo para controle do estado de carga• Controle do carregamento da bateria• A importância do BMS (<i>battery management system</i>)	12
5	Dimensionamento <ul style="list-style-type: none">• Variáveis de entrada• Caracterização do perfil de operação• Escolha da tecnologia• Escolha da quantidade de baterias• Impacto do envelhecimento• Estudos de caso	12
6	Sistemas de armazenamento no sistema elétrico <ul style="list-style-type: none">• Contexto do sistema elétrico• Regulação de frequência• Suavização de potência de plantas fotovoltaicas• Deslocamento de demanda• Modelo de auto consumo• Estudos de caso	8
Total		60

Métodos de Avaliação

Listas de exercícios, trabalhos computacionais e seminários.

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. D. Linden, T. Reddy – “Handbook of Batteries”. Quinta edição. Mc-Graw-Hill Handbook, 2019 – 1456 páginas.
2. Fu-Bao Wu, Bo Yang Ji-Lei Ye – “Grid-Scale Energy Storage Systems and Applications”. Elsevier, 2019 – 322 páginas.
3. C Menictas M Skyllas-Kazacos T M Lim – “Advances in Batteries for Medium and Large-Scale Energy Storage”. Elsevier 2014 – 634 páginas.

Bibliografia Complementar

1. W. Van Schalkwijk, B. Scrosati – “Advances in Lithium-ion Batteries”, Springer, 2002 – 513 páginas.
2. Teses de doutorado e artigos científicos disponibilizados ao longo do curso.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica