

Unidade Curricular	Operação e Controlo de Sistemas Embebidos		Área Científica	Energia	
Licenciatura em	Engenharia de Energias Renováveis		Escola	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança	
Ano Letivo	2020/2021	Ano Curricular	3	Nível	1-3
Tipo	Semestral	Semestre	1	Créditos ECTS	6.0
			Código	9910-377-3102-00-20	
Horas totais de trabalho	162	Horas de Contacto	T 30	TP -	PL 30
			TC -	S -	E -
			OT -	O -	

T - Ensino Teórico; TP - Teórico Prático; PL - Prático e Laboratorial; TC - Trabalho de Campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação Tutoria; O - Outra

Nome(s) do(s) docente(s) Fernando Jorge Teiga Teixeira, Orlando Manuel de Castro Ferreira Soares

Resultados da aprendizagem e competências

No fim da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Modelar e analisar, em regime dinâmico, sistemas elétricos de energia com integração em larga escala de unidades de produção eólica e solar;
2. Compreender as principais técnicas de controlo dos sistemas elétricos de energia;
3. Compreender os principais requisitos para a integração de sistemas de energias renováveis na rede, tendo em conta critérios de ordem técnica, económica, qualidade e continuidade de serviço;
4. Avaliar os paradigmas de operação e exploração dos sistemas elétricos de energia resultantes da integração de quantidades significativas de produção dispersa;
5. Conhecer os aspetos gerais da previsão da energia produzida pelas fontes intermitentes;
6. Compreender o sistema de proteções e coordenação de proteções em sistemas de geração embebida;
7. Identificar e quantificar os benefícios resultantes da integração de fontes renováveis nos atuais sistemas elétricos de energia.

Pré-requisitos

Antes da unidade curricular o aluno deve ser capaz de:

1. Perceber o comportamento em regime estacionário dos sistemas elétricos de energia;
2. Saber utilizar ferramentas computacionais de análise de redes;
3. Conhecer as tecnologias dos sistemas de produção de energia elétrica convencionais e renováveis.

Conteúdo da unidade curricular

Simulação dinâmica de sistemas elétricos de energia: Modelos em regime dinâmico, controlo de tensão e controlo de frequência. Qualidade da energia e fornecimento de serviços de sistema. Planeamento e operação de sistemas de energia com integração de produção intermitente. Controlo de sistemas embebidos e estabilidade transitória. Proteções e coordenação de proteções de sistemas de geração embebidos.

Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

1. Sistemas de geração embebida
 - Geração dispersa ou geração embebida
 - Integração de sistemas embebidos
 - Impactos técnicos da integração de sistemas embebidos
 - Impacto económico nos sistemas de distribuição
2. Centrais de produção dispersa
 - Sistemas de produção combinada de calor e eletricidade
 - Mini-hídricas
 - Sistemas de energia eólica
 - Sistemas de energia solar fotovoltaica
3. Modelos matemáticos para análise de sistemas de energia em regime dinâmico
 - Geradores síncronos: Sistemas de excitação e funcionamento em regime transitório
 - Geradores de indução: Ligação de um gerador de indução, funcionamento em regime transitório
 - Transformadores
 - Rede
 - Conversores eletrónicos de potência: conversores fontes de tensão e conversores fontes de corrente
4. Controlo de frequência e da tensão
 - Controlo de frequência-potência ativa: Controlo primário e secundário
 - Regulador de velocidade: Princípio de funcionamento, modelo matemático do regulador e da turbina
 - Controlo de uma rede isolada: modelo matemático, controlo primário e controlo secundário
 - Controlo de redes interligadas: modelo matemático, controlo primário e controlo secundário
 - Controlo tensão-potência reativa
 - Produção e consumo de energia reativa
 - Regulador de tensão: princípio de funcionamento, modelo matemático
 - Soluções técnicas para compensação de energia reativa
 - Transformadores com regulação de tensão
5. Qualidade da energia e fornecimento de serviços de sistema
 - Perfil da tensão
 - Tremulações
 - Desequilíbrios
 - Harmónicos
 - Continuidade de serviço
 - Suporte de tensão
 - Controlo de frequência
6. Planeamento e operação de sistemas de energia com integração de produção intermitente
 - Despacho
 - Coordenação da produção dispersa e centralizada
 - Trânsito de potências
 - Estimação de estados
7. Estabilidade transitória e controlo de sistemas embebidos
 - Definições e modelos matemáticos
 - Introdução aos regimes transitórios
 - Simulação no domínio dos tempos por integração direta
 - Ferramentas de simulação dinâmica
8. Proteções e coordenação de proteções em sistemas embebidos
 - Requisitos principais
 - Esquemas de proteção
 - Proteções contra sobre intensidades
 - Proteções contra defeitos à terra
 - Proteções dos geradores
 - Proteções de mínimo e máximo de tensão
 - Proteções de mínimo e máximo de frequência

Conteúdo da unidade curricular (versão detalhada)

- Proteções de perda de excitação
- Proteções contra desequilíbrio de cargas
- Proteções de perda da rede principal

Bibliografia recomendada

1. N. Jenkins, R. Allan, P. Crossley, D. Kirchen, G. Strbac, "Embedded Generation", IEE Power and Energy Series, 31, London, 2000
2. P. Kundur, "Power System Stability and Control", Power System Engineering Series, McGraw-Hill, 1993
3. J. Machowski, J. W. Bialek, J. R. Bumby, "Power System Dynamics and Stability", John Wiley & Sons, 1998
4. E. Acha, V. G. Agelidis, O. Anaya-Lara, T. J. E. Miller, "Power Electronic Control in Electrical Systems", Newnes, 2002
5. José Pedro Sucena Paiva, "Redes de Energia Eléctrica, uma Análise Sistémica", IST Press, 2005

Métodos de ensino e de aprendizagem

Aulas teóricas: exposição dos conceitos e ferramentas fundamentais para a compreensão dos conteúdos. Aulas práticas: resolução de exercícios de aplicação com análise crítica dos resultados. Estudo individual ou em grupo para a realização de trabalhos práticos laboratoriais utilizando ferramentas de simulação dinâmica.

Alternativas de avaliação

1. Alternativa 1 - (Ordinário, Trabalhador) (Final, Recurso, Especial)
 - Discussão de Trabalhos - 50%
 - Exame Final Escrito - 50%
2. Alternativa 2 - (Ordinário, Trabalhador) (Recurso, Especial)
 - Exame Final Escrito - 100%

Língua em que é ministrada

Português, com apoio em inglês para alunos estrangeiros

Validação Eletrónica

Fernando Jorge Teiga Teixeira, Orlando Manuel de Castro Ferreira Soares	José Luís Sousa de Magalhaes Lima	Ana Maria Alves Queiroz da Silva	Paulo Alexandre Vara Alves
22-10-2020	25-10-2020	26-10-2020	15-11-2020