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

COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PLANO DE ENSINO

DISCIPLINA: Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos: Qualidade de Energia, Fenômenos e Soluções	**Código:** PPGELxxxx

Validade: A partir do 1º semestre 2025
Carga Horária: 60 horas-aula
Créditos: 04
Área de Concentração / Módulo: Sistemas Elétricos / Formação Específica

Ementa:

Classificação de Distúrbios em Sistemas Elétricos. Variações de Tensão de Curta Duração, Desequilíbrios de Tensão e Flutuações de Tensão. Harmônicos em Sistemas Elétricos. Fontes de Harmônicos. Impacto nos componentes do sistema. Soluções passivas e ativas baseadas em conversores de estado sólido. Indicadores e Medição da Qualidade da Energia. Normalização Nacional e Internacional.

Interdisciplinaridades:

Os conteúdos abordados na disciplina *Qualidade de Energia: Fenômenos e Soluções* têm relações com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- Disciplinas: Análise de Redes Elétricas, Aplicações de Dispositivos Estáticos de Potência em Sistemas de Energia Elétrica, Modelagem e Controle de Sistemas Fotovoltaicos, Integração de sistemas de armazenamento de energia no sistema elétrico de potência, Sinais e Sistemas, Modelagem e Controle de Conversores Estáticos de Potência, Técnicas de Modulação e Comando de Conversores Estáticos de Potência, Eletrônica de Potência.

- Linhas de Pesquisa: Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência (POSEP) e Análise e Modelagem de Sistemas (AMS)

Objetivos:

- Coordenar ações para a caracterização, a determinação, o aprimoramento, o monitoramento e a manutenção da qualidade de energia elétrica em instalações industriais;
- Avaliar e projetar soluções para a melhoria da qualidade de energia em instalações consumidores de energia elétrica;
- Desenvolver modelos e procedimentos de análise para estudos de qualidade de energia.

Métodos Didáticos Utilizados:

Marque com um X no quadro:

(X) Aula expositiva em quadro
(X) Aula com uso de transparência
(X) Aula com uso de multimídia
( ) Aula Prática
( ) Discussão de texto
( ) Filme
(X) Seminário
(X) Pesquisa
(X) Trabalho individual
( ) Trabalho em grupo
( ) Visita técnica
( ) Outros: _____

Unidades de Ensino:		**Carga horária hora-aula**
1	**Introdução** Definições básicas Classificação dos distúrbios	**4**
2	**Fundamentos de sistemas elétricos** Sistemas elétricos em corrente alternada e sistema por unidade Componentes simétricas Cálculo de faltas simétricas e assimétricas	**8**
3	**Variações de tensão de curta duração** Caracterização das variações de tensão e fontes de distúrbio Cálculos das variações de tensão Classificação das variações de tensão Sensibilidade em equipamentos industriais Soluções para mitigação	**16**
4	**Desequilíbrios de Tensão** Conceituação e fontes Impactos em equipamentos Soluções para mitigação	**12**
5	**Flutuações de Tensão** Conceituação e fontes de flutuação de tensão Indicadores e estimação Soluções para mitigação	**4**
6	**Harmônicos em Sistemas Elétricos** Definições, grandezas e indicadores Fontes de harmônicos Ressonâncias série e paralelo Impacto dos harmônicos em equipamentos Noções de Projeto de Filtros Passivos e Ativos	**16**

.

Métodos de avaliação:

- Trabalhos de simulação e listas de exercícios;
- Trabalho final de aplicação em formato de artigo com entregas intermediárias e apresentação.

Métodos de avaliação:

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-aula;
  - Toda a carga horária será cumprida de forma síncrona;
  - As atividades ocorrerão na plataforma *Microsoft Teams*;

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] BOLLEN, Math H. J.. **Understanding power quality problems: voltage sags and interruptions**. New York: IEEE Press, 1999. xvii, 543 p.

[2] ARRILLAGA, J.; WATSON, N. R. **Power system harmonics**. 2nd ed. West Sussex, England; Hoboken, N.J.: J. Wiley & Sons, c2003. x, 399 p.

[3] DUGAN, Roger C.; DUGAN, Roger C.. **Electrical power systems quality**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2003. 528 p.

[4] WAKILEH, George J. **Power systems harmonics: fundamentals, analysis and filter design**. Berlin: Springer, c2001. xv, 506 p.

[5] DECKMANN, Sigmar M.; POMILIO, José A.. **Qualidade de energia elétrica: conceituação e processamento digital**. São Paulo: Blucher, 2024, 384 p.

Bibliografia Complementar:

[1] ALBADÓ, Ricardo. **Qualidade na energia elétrica: efeitos dos distúrbios, diagnósticos e soluções**. São Paulo: Artliber, 2013, 527 p.

[2] MARTINHO, Edson. **Distúrbios da energia elétrica**. 3. ed. rev. São Paulo: Érica, 2013. 142 p.

[3] STEVENSON JÚNIOR, W. D.; GRAINGER, John J. **Power system analysis**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1994. 787 p.

[4] PEREIRA, Clever. **Redes elétricas no domínio da frequência**. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2015. 590 p.

[5] ANDERSON, P. M. **Analysis of faulted power systems**. Nova Iorque: IEEE Press, c1995. 513 p.

[6] G. R. Slemon, **Electric Machines and Drives**. New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992. 556 p.

[7] MOHAN, Ned; UNDELAND, Tore M.; ROBBINS, William P. **Power electronics: converters, applications, and design**. 3. ed. Nova Iorque: John Wiley, 2003. xvii, 802 p.

[8] YAZDANI, A.; IRAVANI, R.. **Voltage-Sourced Converter in Power Systems: Modeling Control, and Applications**. New York: Wiley-IEEE Press, 2010. 541 p.

[9] TEODORESCU, R.; LISERRE, M.; RODRIGUEZ, P.. **Grid Converter for Photovoltaic and Wind Power Systems**. New York: Wiley-IEEE Press, 2007. 416 p.

[10] COGO, João R. **Capacitores de potência e filtros de harmônicos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2018, 368 p.

.