



SEL354 Proteção de Sistemas de Energia Elétrica

*Universidade de São Paulo - USP
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC
Departamento de Engenharia Elétrica
Laboratório de Sistemas de Energia Elétrica - LSEE*

▪ **Docente**

✓ Prof. Titular Denis Vinicius Coury (016 3373-8133, coury@sc.usp.br)

▪ **Colaboradores**

✓ Thiago Souza Menezes (thiagosm@usp.br)

São Carlos, agosto de 2019.

SUMÁRIO

1 Introdução aos Sistemas de Proteção Digitais

- 1.1 Os Relés Digitais
- 1.2 Desenvolvimento Histórico
 - A Evolução dos Relés Digitais
- 1.3 Benefícios Esperados com o Uso de Relés Digitais
- 1.4 Arquitetura do Relé Digital
- 1.5 A Conversão Analógico – Digital
 - Filtros *Anti-Aliasing*
- 1.6 Tendências Modernas na Proteção de Sistemas

2 Filosofia de Proteção dos Diferentes Elementos do Sistema

- 2.1 Introdução a Proteção de Sistemas
- 2.2 Funções de um Sistema de Proteção
 - Subsistemas de um Sistema de Proteção
 - Características Funcionais dos Relés
 - Classificação dos Relés
- 2.3 Filosofias Gerais de Proteção
 - Proteção de Linhas de Transmissão
 - Transformadores
 - Reatores
 - Geradores
 - e Barramentos
- 2.4 Desempenho dos TPs e TCs

3 A Proteção Digital de Linhas de Transmissão

- 3.1 Introdução
- 3.2 Abordagem Matemática para a Estimação de Parâmetros na Proteção de Sistema:
 - 3.2.1 Medidas dos Parâmetros Tensão e Corrente
 - 3.2.2 Métodos de Estimação dos Componentes Fundamentais dos Sinais
 - Ajuste por Mínimos Quadrados
 - A Transformada de *Fourier*
 - A Função *Walsh*
 - O Filtro de *Kalman*
 - 3.2.3 Cálculo de Parâmetros através do Modelo R-L da Linha
 - 3.2.4 Método Baseado no Fenômeno de Ondas Viajantes
- 3.3 Sistema Completo de Proteção de Distância de uma LT
- 3.4 Proteção Digital Diferencial para Linhas com Três Terminais

SUMÁRIO

4 A Proteção Digital de Transformadores, Máquinas e Barramentos

- 4.1 A Proteção Digital de Transformadores
- 4.2 A Proteção Digital de Geradores e Motores
- 4.3 A Proteção Digital de Barramentos

5 Localização Digital de Faltas em Linhas de Transmissão

- 5.1 Introdução
- 5.2 Breve Levantamento Bibliográfico
- 5.3 Localizadores Digitais Estudados
- 5.4 Estudo Prático Comparativo para os Localizadores de Falta Apresentados

6 Simulação Digital de Sistemas Elétricos sob Falta

- 6.1 O uso do ATP/EMTP
- 6.2 Exemplos Práticos de Aplicação

7 Novas Tecnologias Aplicadas a Proteção de Sistemas Elétricos

- 7.1 Os Sistemas de Comunicação para Proteção
- 7.2 Relés Adaptativos
- 7.3 *Wavelets* aplicadas a Proteção e Localização de Faltas

8 Ferramentas Inteligentes Aplicadas a Proteção de Sistemas Elétricos

- 8.1 Redes Neurais Artificiais
- 8.3 Redes *Intranets* e o uso de Agentes Inteligentes
- 8.4 Algoritmos Genéticos

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

1 – Proteção Digital de Sistemas Elétricos de Potência: dos Relés Eletromecânicos aos Microprocessados Inteligentes**

D.V Coury, M. Oleskovicz, R. Giovanini

ISBN: 978-85-85205-78-2

Editor: Universidade de São Paulo, 378p., 2007

2- Computer Relaying for Power Systems**

A. G. Phadke and J. S. Thorp

John Wiley & Sons Inc, ISBN 0 471 92063 0

3 – Power System Protection**

Volume 4: Digital Protection and Signalling

Edited by Electricity Training Association - IEE, ISBN 85296 838 8

4 – Digital Protection for Power Systems**

A. T. Johns and S. K. Salman

Peter Peregrinus Ltd - IEE, ISBN 0 86341 195 9

5 – Protective Relays - Application Guide, GEC Measurements

6 – Power System Relaying

A. G. Phadke and S. H. Horowitz

Research Studies Press Ltd, ISBN 0 863 801 854

7 – Protection Techniques in Electrical Energy Systems

H. Ungrad, W. Winkler and A. Wiszniewski

Marcel Dekker, Inc. ISBN 0 8247 9660 8

Datas Importantes

Primeira Prova: 26-setembro-2019

Segunda Prova: 28-novembro-2019

Exercícios em sala.

Aulas Práticas