



EESC • USP

SEL5903 – Modelagem de Transitórios em Sistemas Elétricos de Potência

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
Prof. Rogério Andrade Flauzino

SEL5903 – Modelagem de Transitórios em Sistemas Elétricos de Potência
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
Prof. Rogério Andrade Flauzino

CAPÍTULO 1 **INTRODUÇÃO**

Transitórios eletromagnéticos

- Operação de sistemas elétricos de potência:
 - Regime permanente (ou quase regime permanente);
 - Análise no domínio da frequência – fasores;
- Transitórios decorrentes de alterações paramétricas, chaveamentos, descargas atmosféricas:
 - Resposta de 0 a MHz;
 - Rápida atenuação;
 - Altas correntes e tensões são possíveis;
 - A resposta de elementos se modifica em função da tensão e da corrente;

Análise de Transitórios

- Compreensão do fenômeno;
- Dados de qualidade para boa elaboração de modelos;
- Modelagem matemática do sistema: Modelo sensível ao fenômeno.

Classificação de Transitórios

TABLE 1-1 Time Duration of Transient Phenomena in Electrical Systems

| NATURE OF THE TRANSIENT PHENOMENA | TIME DURATION |
|--|----------------------------------|
| Lightning | 0.1 μ s–1.0 ms |
| Switching | 10 μ s to less than a second |
| Subsynchronous resonance | 0.1 ms–5 s |
| Transient stability | 1 ms–10 s |
| Dynamic stability, long-term dynamics | 0.5–1000 s |
| Tie line regulation | 10–1000 s |
| Daily load management, operator actions | Up to 24 h |

Classificação de Transitórios

TABLE 1-2 Frequency Ranges of Transients

| ORIGIN OF TRANSIENT | FREQUENCY RANGE |
|--|------------------------|
| Restrikes on disconnectors and faults in GIS | 100 kHz–50 MHz |
| Lightning surges | 10 kHz–3 MHz |
| Multiple restrikes in circuit breakers | 10 kHz–1 MHz |
| Transient recovery voltage: | |
| Terminal faults | 50/60 Hz–20 kHz |
| Short-line faults | 50/60 kHz–100 kHz |
| Fault clearing | 50/60 Hz–3 kHz |
| Fault initiation | 50/60 Hz–20 kHz |
| Fault energization | 50/60 Hz–3 kHz |
| Load rejection | 0.1 Hz–3 kHz |
| Transformer energization | (dc) 0.1 Hz–1 kHz |
| Ferroresonance | (dc) 0.1 Hz–1 kHz |

Classificação de Transitórios

TABLE 1-3 Classification of Frequency Ranges¹

| GROUP | FREQUENCY RANGE FOR REPRESENTATION | SHAPE DESIGNATION | REPRESENTATION MAINLY FOR |
|--------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| I | 0.1 Hz–3 kHz | Low-frequency oscillations | Temporary overvoltages |
| II | 50/60 Hz–20 kHz | Slow front surges | Switching overvoltages |
| III | 10 kHz–3 MHz | Fast front surges | Lightning overvoltages |
| IV | 100 kHz–50 MHz | Very fast front surges | Restrike overvoltages, GIS |