

CONCEITOS DE PROJETO

+ software SwitchgearDesign

para PAINÉIS ELETRICOS, DUTOS DE BARRAS & SUBESTAÇÕES



Item 1:
Conteúdo do
curso
completo
e CV



- Especialista em projetos e ensaios de equipamentos de alta, média e baixa tensões.
- Projeta equipamentos para fabricantes de painéis, dutos blindados e outros (> 16 anos)
- Projeta laboratórios de ensaios de alta potência e alta tensão (> 25 anos)
 - Projetista, engenheiro de ensaios, pesquisador e gerente dos laboratórios de ensaios do CEPEL
 - Consultor na implantação dos novos laboratórios em Itajubá (ISI – CEDIIEE, SENAI, FIEMG – MG Alta Potencia 2500 MVA - Alta Tensão classe 550/765 kV - Elevação de temperatura 25 kA).
- WG A3.24 - CIGRÉ International - Simulações de ensaios de arco interno (membro WG)
 - Coautor da brochure CIGRE 602 / 2014 - Simulation of Internal Arc in T&D Switchgear.
- WG A3.36 - CIGRÉ International – Simulações de ensaios de elevação de temperatura
- WG 31 / SC 17C da IEC que preparou o TR IEC 62271-307 (2015): Guidance for the extension of validity of type tests of ac metal-enclosed switchgear and controlgear
- Comitê técnico TC 32 da IEC (presidente 1990 - 1994): normalização mundial de fusíveis
- Forum LinkedIn Switchgear, Substations & Superconductivity





- Tópicos do curso completo (partes podem ser obtidas separadamente)
- Foco em:
 - fabricantes de equipamentos de alta e baixa tensões
 - empresas de certificação e laboratórios de ensaio.
 - Conceitos de engenharia para produzir um bom projeto.
 - Aprender uso do software SwitchgearDesign desenvolvido por Sergio Feitoza.
- Software de projeto de painéis e barramentos que se utiliza da análise de resultados de simulação de ensaios onerosos, antes do ensaio em laboratório.



ESPECIFICAÇÕES DE CORRENTES E TENSÕES EM NOVAS SUBESTAÇÕES.

- Fluxo de carga
- Estudos de curto-circuito
- ATP / ATPDRAW

(definição das correntes normais).
 (correntes e durações)
 (conceitos do software)

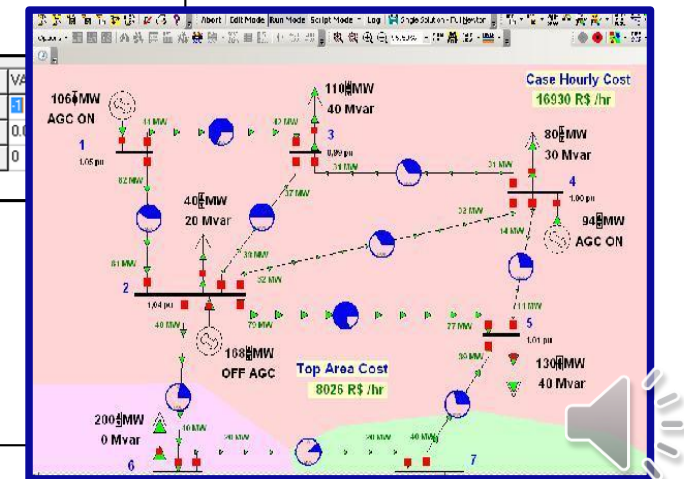
DATA	VALUE
R	0.1992
L	38.088
C	0

DATA	VALUE
R	0
L	0
C	0

DATA	VALUE
T-cl	0.001
T-op	0.001
Imar	10

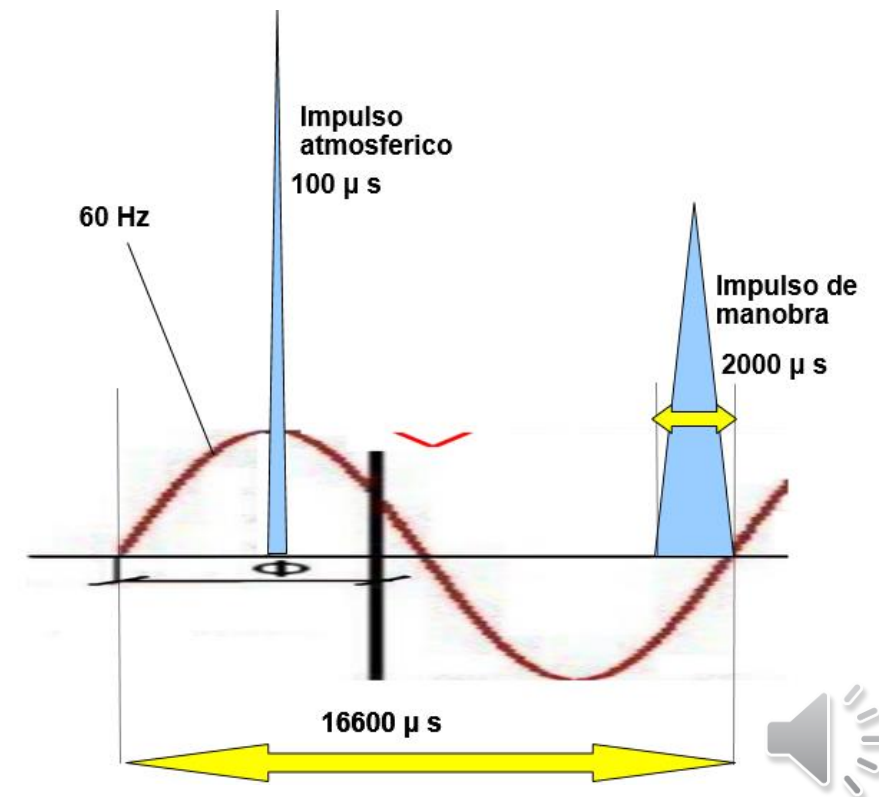
DATA	VALUE
R	0.1
L	1
C	0

DATA	VALUE
T-cl	0.001
T-op	0.001
Imar	0



SOBRETENSÕES E COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO.

- Transitórios e coordenação de isolamento.
- Técnicas para reduzir sobretensões (sincronizadores, resistores, para-raios)
- Como selecionar níveis de tensões suportáveis (CA e impulso).
- Testes dielétricos (impulso, AC, corona, RIV)
- Campos elétricos e distâncias elétricas.



CURTOS-CIRCUITOS, SOBRECARGAS, AMPACIDADES

- Contatos elétricos, redução de vida útil, suportabilidade de materiais a temperaturas
- Ventilação e resistências de contato
- Sobrecargas em transformadores
- Ensaio de elevação de temperatura

Parte	Material do contato e meio onde será usado	Elevação de temperatura máx. (K) ambiente 20°C	Temperatura máx. (°C) ambiente 40°C	Comentários
CONTATO DE MOLA	Cobre - no ar e suas ligas, - no SF6 não revestido - no óleo	35 75 (65 na IEC62271-1)	40	ANSI C37-23 para barramentos 65 K sobre ambiente de 40°C. Invólucro 40 K
	Estanhado, no ar, SF6 ou óleo	50		
	Prateado ou niquelado - no ar / SF6 - no óleo	75 (65 na IEC62271-1)	50	
	Para contadores em óleo		105	
CONTATO	Cobre, alumínio e suas ligas, não revestido no ar não revestido no SF6	60 (50 na IEC62271-1)	75	
	Estanhado, no ar ou SF6		105	"creep" estanho
APARAFUSADO	Prateado ou niquelado ar ou SF6	75		
	Prateado ou niquelado no óleo		100	deteriora óleo
	Para contadores em óleo		105	deteriora óleo
PARTES METÁLICAS	Em contato com isolante de classe			
	Em posição de soldas	•Y / A / E •B / F / H	90 / 105 / 120 130 / 155 / 180	Envelhecimento do isolamento
SUPER-FÍCIAS	Podem ser tocadas (met / não metálico.) Acessíveis mas não tocadas		70 / 80 80 / 90	Não queimar pessoas

Terminais ao exterior : não revestidos (delta T= 60K e prateados 75 K)



RESISTÊNCIA DE CONTATO

$$R_c = \frac{\rho}{2 \cdot \eta \cdot a} + \frac{\sigma_0}{\eta \cdot \pi \cdot a^2}$$

Força = 100 N

$$a = \sqrt{\frac{100}{18 \cdot \pi \cdot (0.45) \cdot (5.5 \times 10^8)}} = 8.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$n = 2.5 \times 10^{-5} \times (5.5 \times 10^8)^{0.625} \times 100^{0.2} = 18.2 = 18$$

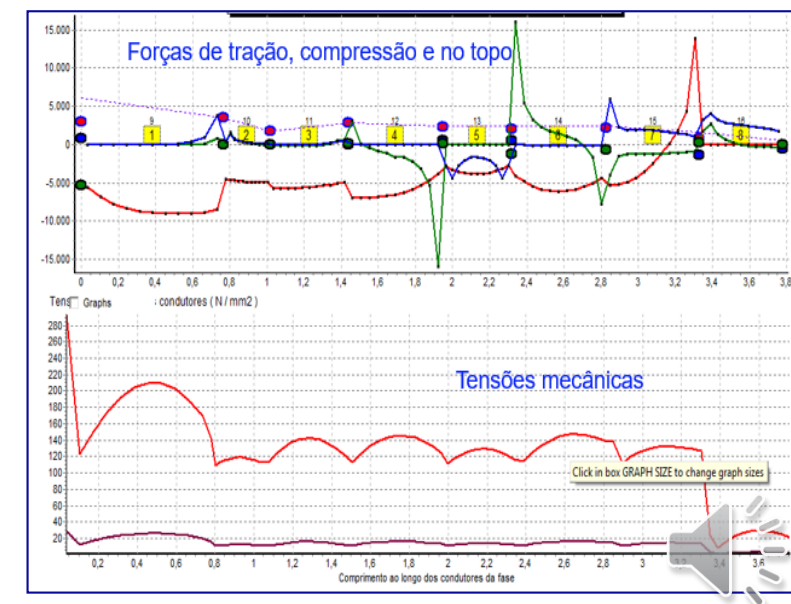
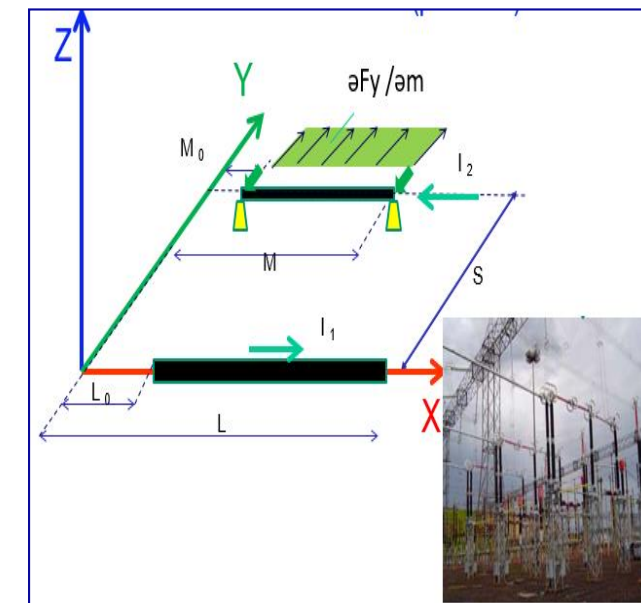
$\rho = 1.78 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$
 $\sigma_0 = 5 \times 10^{-12} \text{ } \Omega \cdot \text{m}^2$

$R_c = 6 + 12 = 18 \text{ } \mu\Omega$



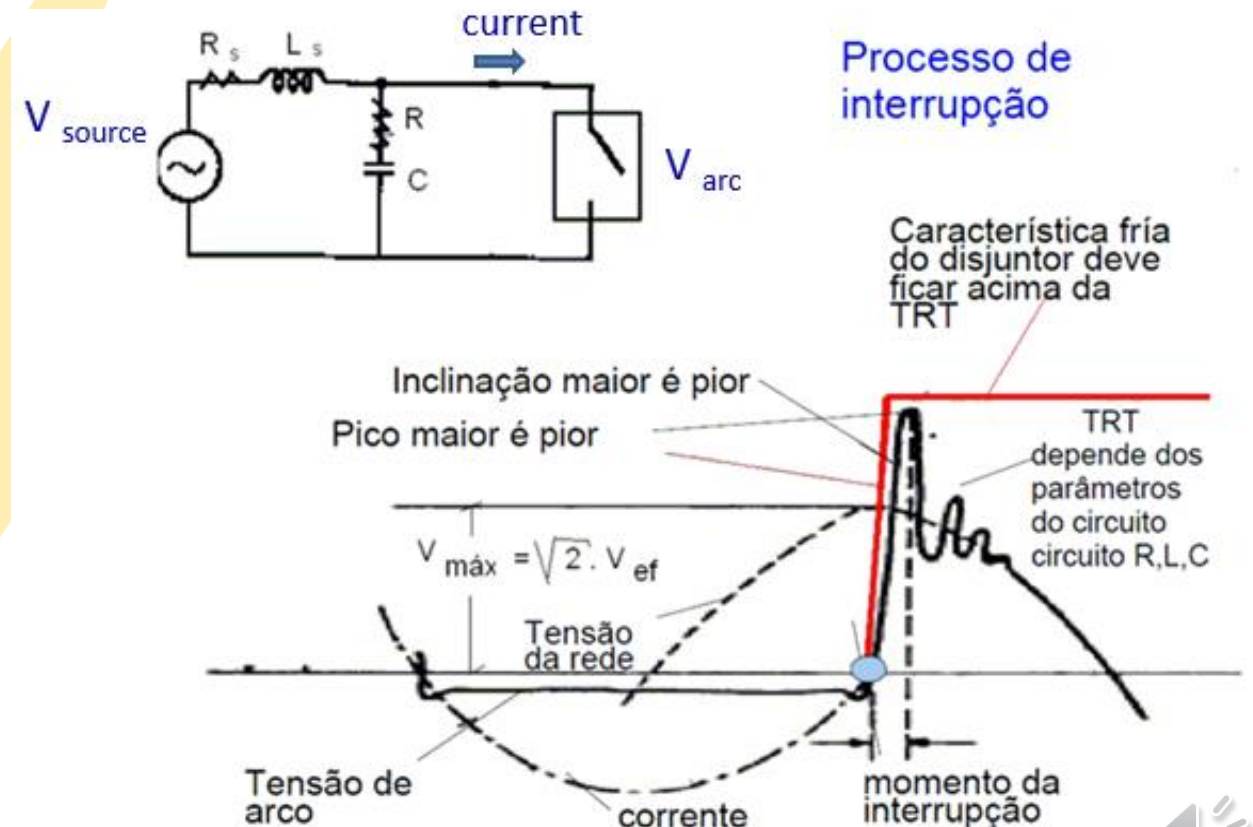
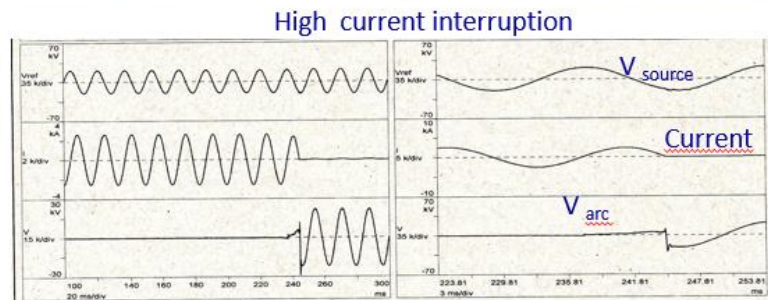
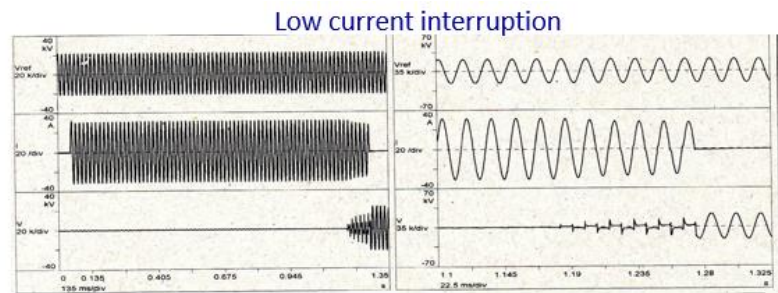
CURTOS-CIRCUITOS, SOBRECARGAS, AMPACIDADES

- Forças eletrodinâmicas de curto circuito.
- Cálculo das forças e tensões mecânicas.
- Valores limite para isoladores e condutores.
- Correntes suportáveis de curta duração e de crista
- Indução magnética



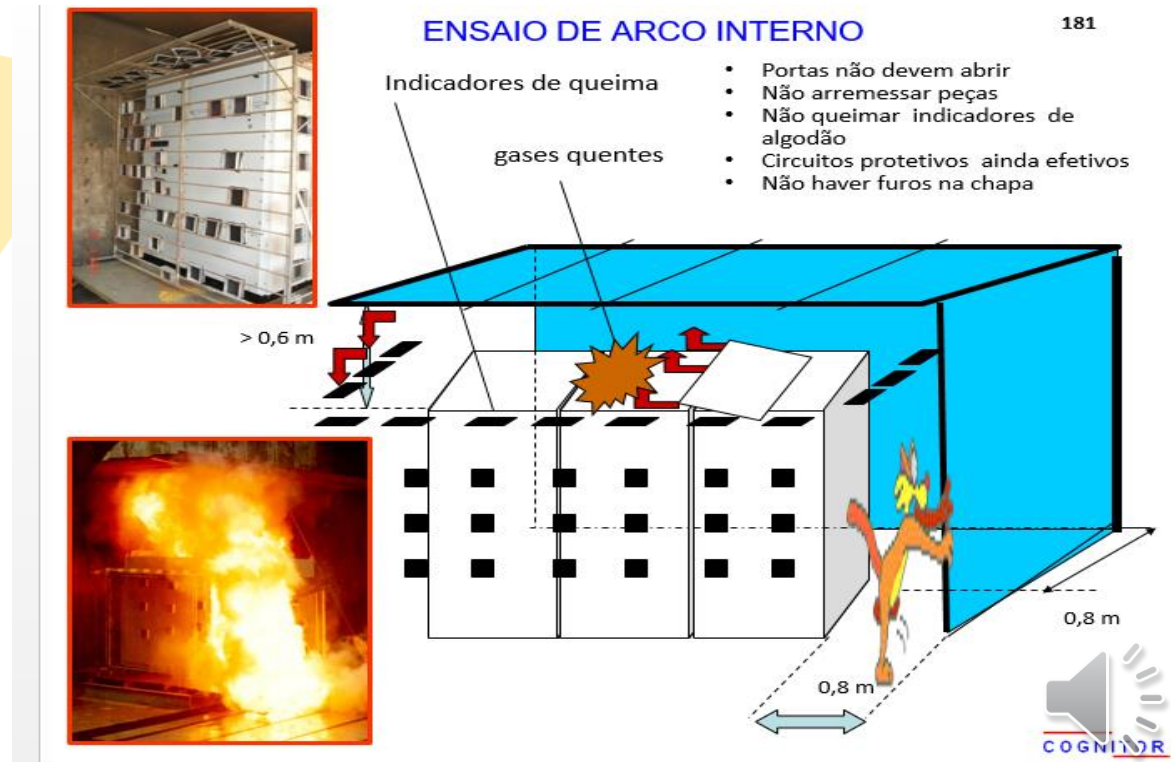
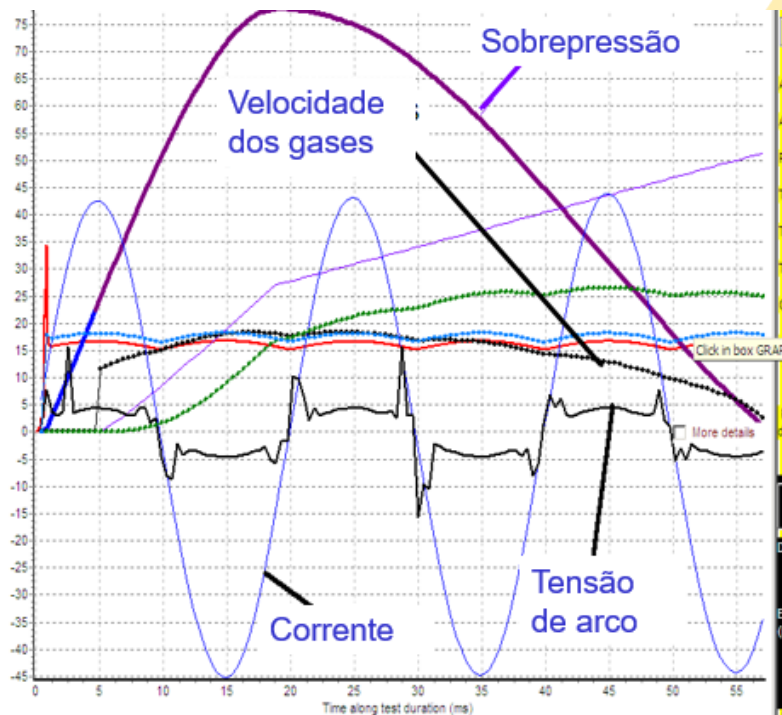
TENSÕES DE RESTABELECIMENTO TRANSITORIAS E PROCESSOS DE INTERRUÇÃO

- Tecnologias: Disjuntores, fusíveis tipo expulsão e limitadores de corrente, chaves
- Ensaio de interrupção



ARCOS DE POTENCIA E SEGURANÇA DE PESSOAL E INSTALAÇÕES

- Arco interno em painéis e tecnologias de controle dos efeitos
- Explosões e incêndios em transformadores
- Arcos de potência em cadeias de isoladores



NORMAS TECNICAS DE PAINEIS (MÉDIA TENSÃO)

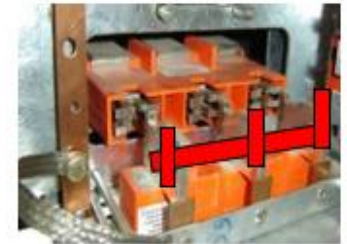
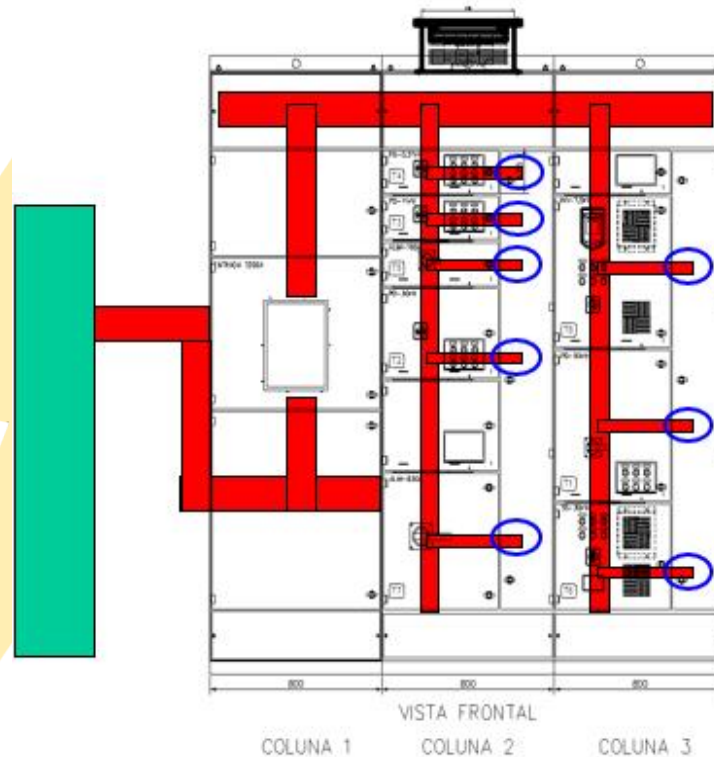
- IEC 62271-200
- IEC 62271-307 - Parte 307: extensão da validade dos ensaios de tipo (norma publicada em 2015 – Sérgio é um dos coautores do WG 31/17C da IEC.
- IEC 62271-1 (cláusulas comuns), IEC 62271-100 (disjuntores),
- Outras: IEC 60282-2 (fusíveis de expulsão), IEC 60076 (Transformadores de potência).



NORMAS TECNICAS DE PAINELIS (BAIXA TENSÃO)

- IEC 61439

- Planejando o uso das regras de projeto IEC 61439.



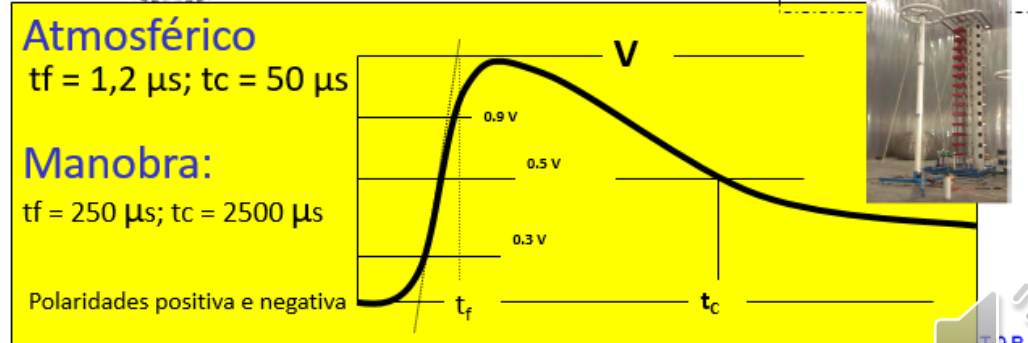
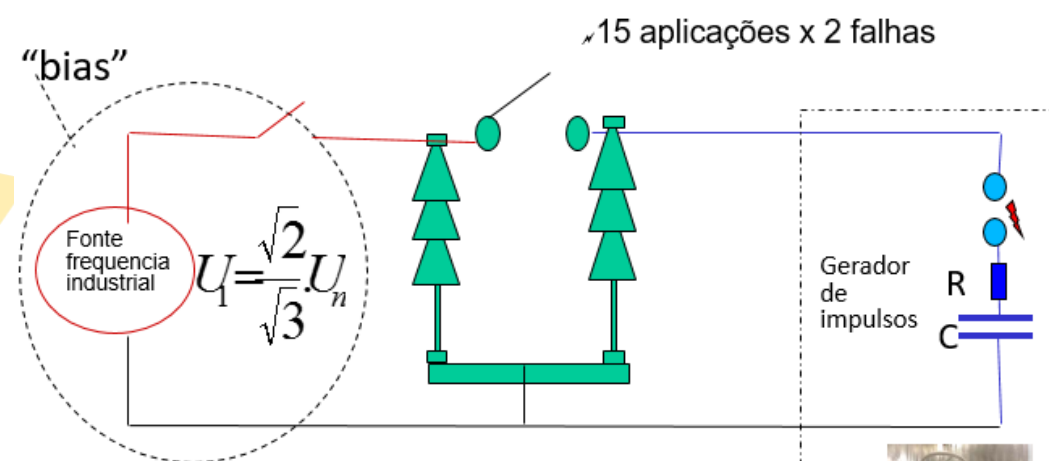
Ponto de curto circuit 65kA – 380V – 60Hz



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS T&D

- A especificação mais eficiente é a norma IEC
- Secionadores e chaves
- Disjuntores
- Para-raios
- Transformadores e reatores

Dados técnicos		Requisito
Tensão nominal	Tensão nominal (fase-fase)	230 KV rms
	Maxima tensão de operação contínua (F-F)	242 KV rms
Frequencia	Tensão nominal	60 Hz
Níveis de isolamento	Tensão suportavel à frequencia nominal	Fechada à terra 395 kV Contatos abertos: 460kV
	Tensão suportavel de impulso	Fechada à terra 950 kVcr Contatos abertos: 950 kVcr + 140kV 1min – 60Hz
	Tensão suportavel frequencia nominal (circuitos controle)	3 kV
Numero de polos		3
Corrente nominal	Corrente nominal	2000 Arms
Curto circuito	Corrente suportavel de curta duração e de crista	40 kArms durante 3s / 100 kAcr
RIV	Tensão de rádio interferencia	500 µV
Corona	Mínima tensão de inicio e de extinção	154 KVrms



Software SWITCHGEAR_DESIGN (uso e estudos de casos)

- Estado da arte mundial de simulações para substituir alguns ensaios (WG Cigre A3-24 (arco interno) e WG A3 36 (elevação de temperatura))
- Simulação de ensaios de correntes suportáveis de curta duração e de crista (forças eletrodinâmicas e tensões mecânicas)
- Simulação de ensaios de elevação de temperatura
- Simulação de testes de arco interno
- Mapeamento de campos elétricos e magnéticos.

