



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

TEXPI - STREAMER - TRANSEC



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

streamer

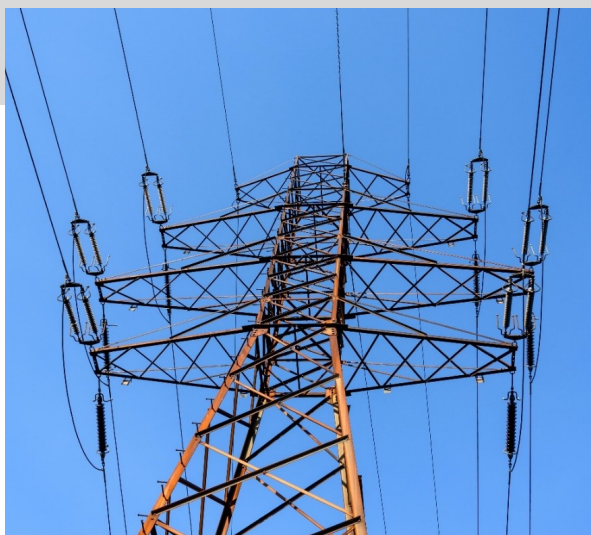


Line
Lightning Protection
Device (LLPD)

O que é o LLPD??

LLPD = Line Lightning Protection Device (Dispositivo de proteção contra raios de linha)

Uma tecnologia totalmente nova para a proteção de linhas eléctricas aéreas contra o impacto de raios



Cabo Guarda
(OHGW)



Para-raios



LLPD



Desenvolvido e patenteado pela Streamer

O Streamer possui o seu próprio laboratório de alta tensão, que combina **ALTA TENSÃO** e **ALTA CORRENTE** (@50 Hz)

Potência de saída do laboratório: **9 GW**

Parâmetros alta corrente: até **30 kA @ 300 kV**

Capacidade de curto-circuito: até **5 kA**

Em outra bancada de ensaios da Streamer, é possível obter tensões de impulso até **7 MV**



Produzido 100% pela Streamer



Instalado em todo o mundo



Perusahaan Listrik Negara (Indonesia)
VietNam Electricity (Vietnam)
Tenaga Nasional Berhad (Malaysia)
Dagupan Electric (Philippines)
State Grid Corporation of China (China)
China Railway First Group co (China)
China Southern Power Grid (China)
GAZPROM (Russia)
LUKOIL (Russia)
PJSC ROSSETI (Russia)
Celesc (Brazil)
CPFL Energia (Brazil)
Rio Grande Energia (Brazil)
EPM (Colombia)
Mineros (Colombia)
Electrosur (Peru)
JPSCo (Jamaica)
Botswana Power Corporation (Botswana)
AngloAmerican (South Africa)
Saudi Aramco (Saudi Arabia)
BKW (Switzerland)

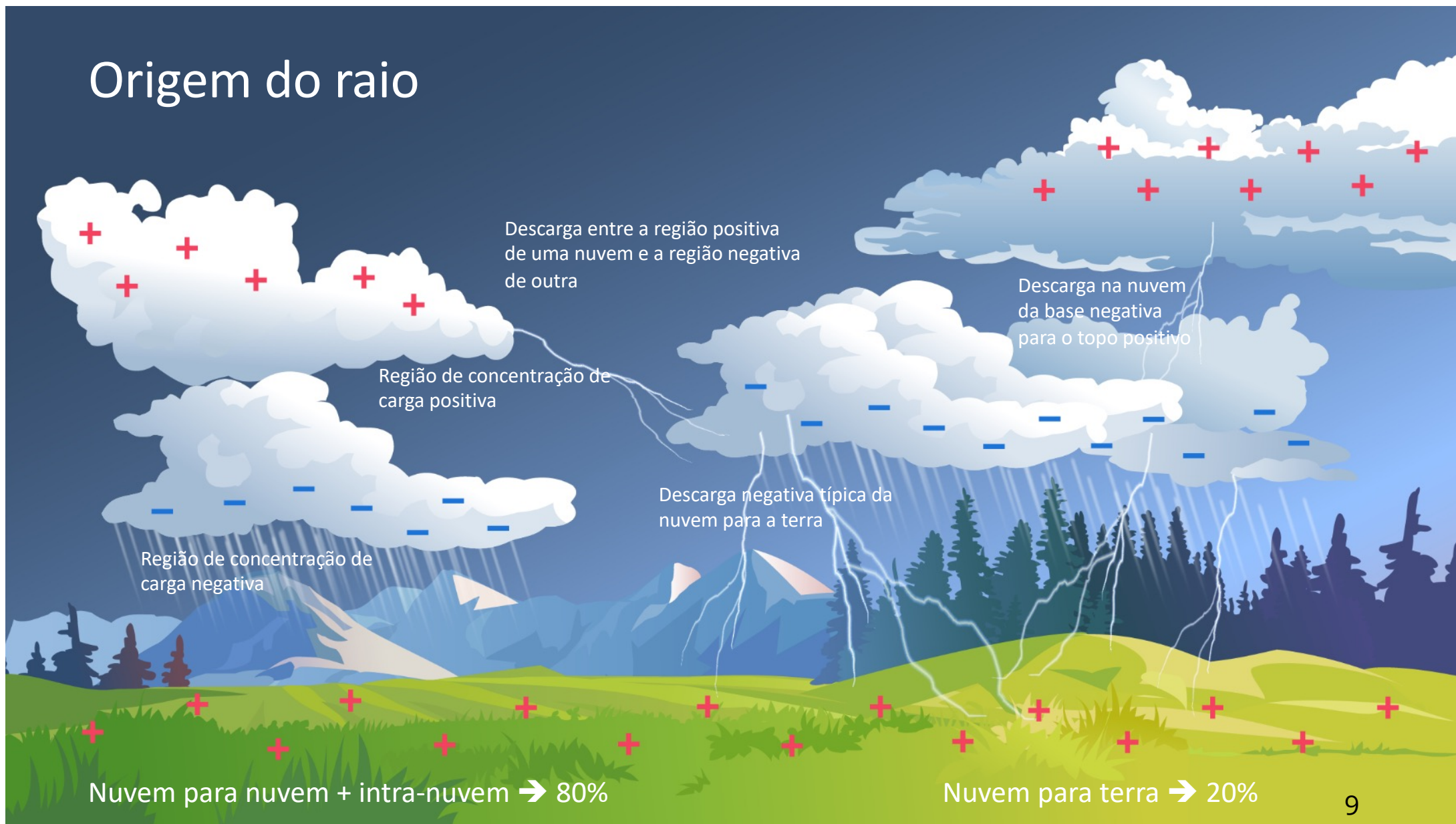
Repower (Switzerland)
LAPP Insulators (Germany)
Westnetz (Germany)
Electronet (New Zealand)
Covanta (USA)
EOLO (Nicaragua)
EOLO (Costa Rica)
ERCO (Chile)
EERSA (Ecuador)
EEQ (Ecuador)
CNEL (Ecuador)
Salto Grande (Argentina)
Albanesi (Argentina)
Vasile (Argentina)
NGCP (Philippines)
EDL (Laos)
VALE (Indonesia)
Pertamina (Indonesia)
Medco Energy (Indonesia)
Seriti (South Africa)
ENEL (Italy)
HEP (Croatia)
Groupe E (Switzerland)



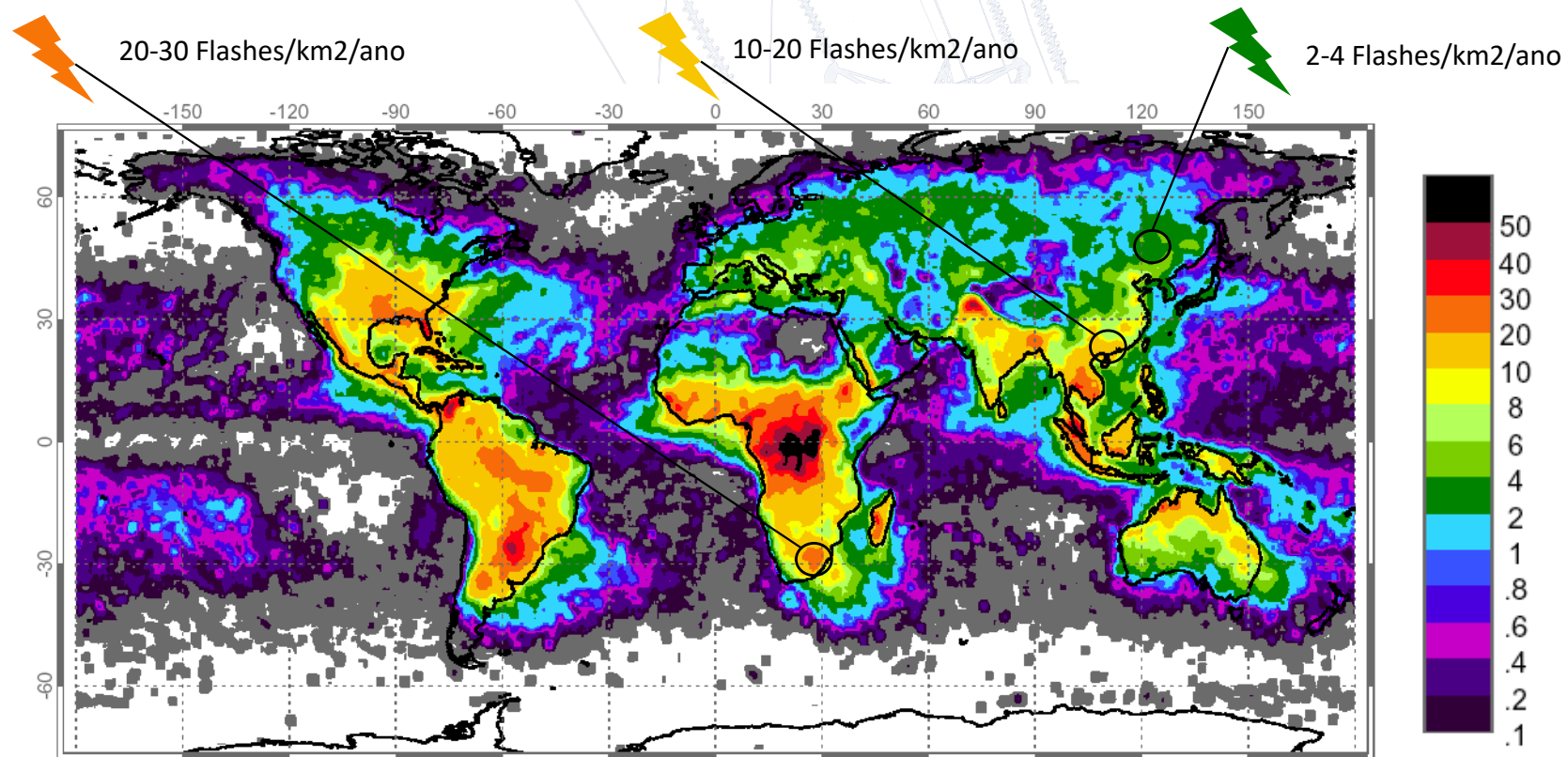
Raios e suas interações com linhas aéreas



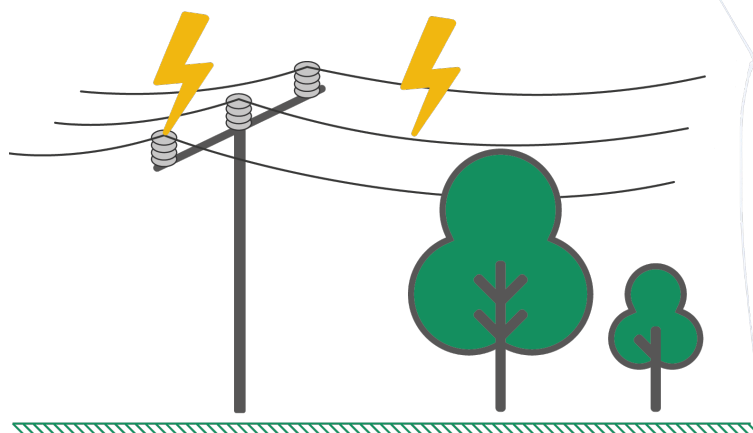
Origem do raio



Mapa Isoceráunico

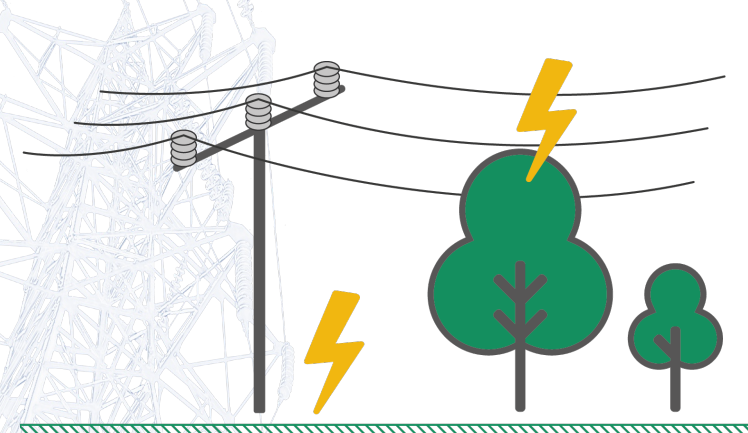


Descarga atmosférica direta (DLS) e sobretensão induzida (IOV)



Descarga atmosférica direta (DLS)

- Postes/torres
- Condutores de fase
- Cabo guarda



Queda indireta de um raio (IOV)

- Árvores
- Edifícios
- Torres de telecomunicações



Descarga atmosférica direta (DLS) e sobretensão induzida (IOV)

Descarga atmosférica direta (DLS)



6 MV
30 kA

Parâmetros médios

A corrente do raio
varia no intervalo de
1...200 kA

Queda indireta de um raio (IOV)



A amplitude do IOV
pode atingir até
300 kV



Nível básico de isolamento (NBI)

BIL: Suportabilidade à impulso atmosférico (probabilidade: 90%)

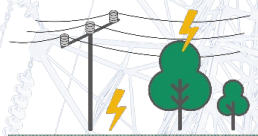
C62.82.1-2010 - IEEE Norma para Coordenação de Isolamento - Definições, Princípios e Regras

Tensão máxima do sistema(fase a fase)
 V_m kV, rms

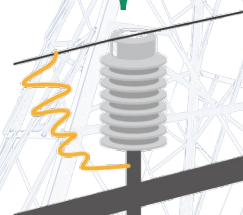
Nível básico de isolamento de impulsos de relâmpagos (fase a terra) kV, cr

15	95	110
26.2	125	150
36.2	150	200
48.3	250	-
72.5	250	350
121	350 450	550
145	450 550	650
169	550 650	750
242	650 750 825	900 975 1050

Em caso de IOV ($U_{IOV} \leq 300$ kV):



$BIL < U_{IOV}$ (300kV)



IEC 60071-1. Coordenação de isolamento - Parte 1: Definições, princípios e regras

Tensão mais elevada para o equipamento
 U_m kV, rms

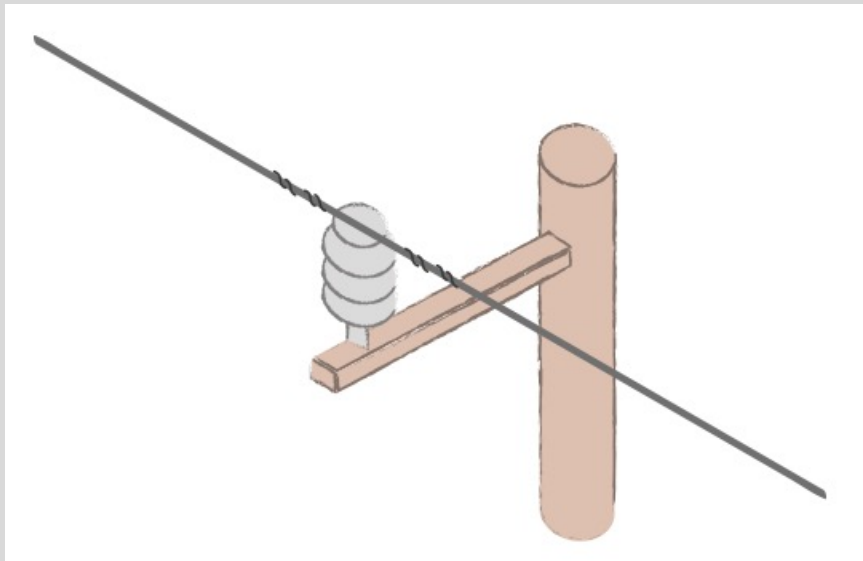
Nível básico de isolamento de impulsos de relâmpagos (fase a terra) kV, cr

3.6	20	40
7.2	40	60
12	60 75	95
17.5	75	95
24	95 125	145
36	145	170
52	250	-
72.5	325	-
100	380	450
123	450	550
145	450 550	650
170	550 650	750
245	650 750 850	950 1050

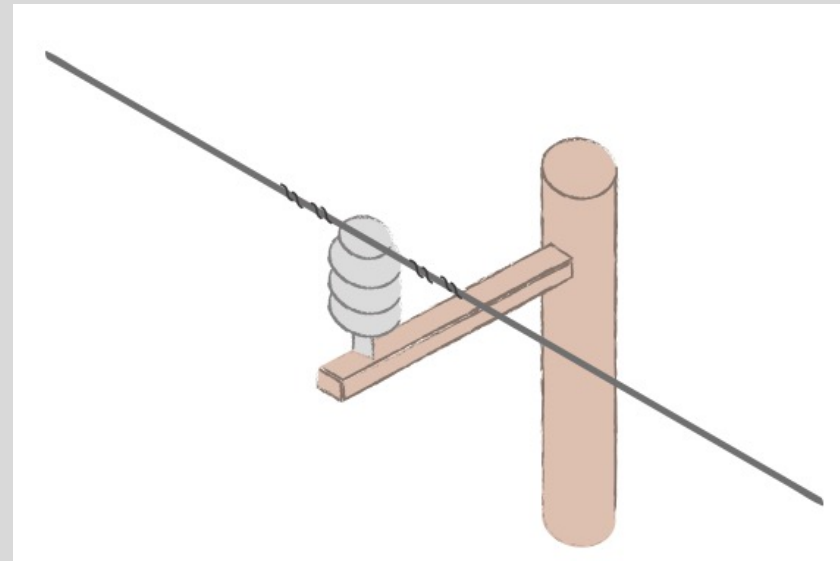
Tensão Disruptiva (CFO): 50%/50



Nível básico de isolamento



$U_{\text{sobretensão}} < \text{BIL}$



$U_{\text{sobretensão}} > \text{BIL}$

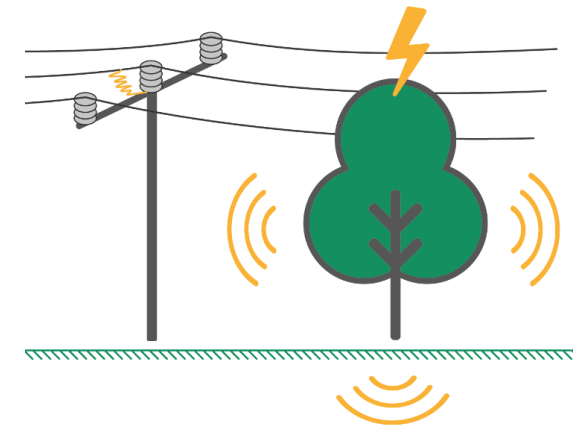
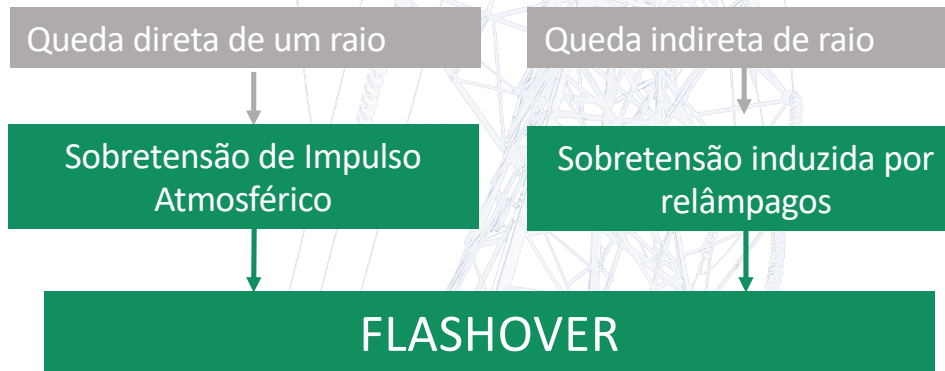
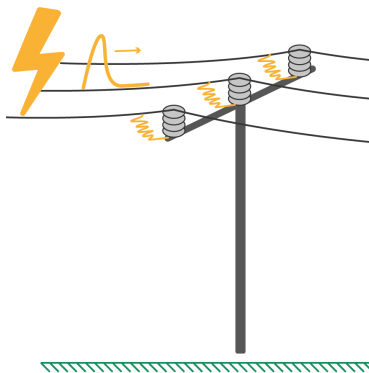


Descargas diretas e indiretas -> flashovers

A descarga eléctrica ocorre quando $U_{\text{surto}} > BIL_{\text{insulator}}$

O **IMPACTO DIRETO** cria um impulso que se divide e se propaga ao longo da linha. Faz com que os isoladores tenham seu isolamento rompido durante sua propagação.

O impacto indireto gera sobretensões induzidas na linha por efeitos electromagnéticos. Pode também conduzir a descargas eléctricas nos isoladores

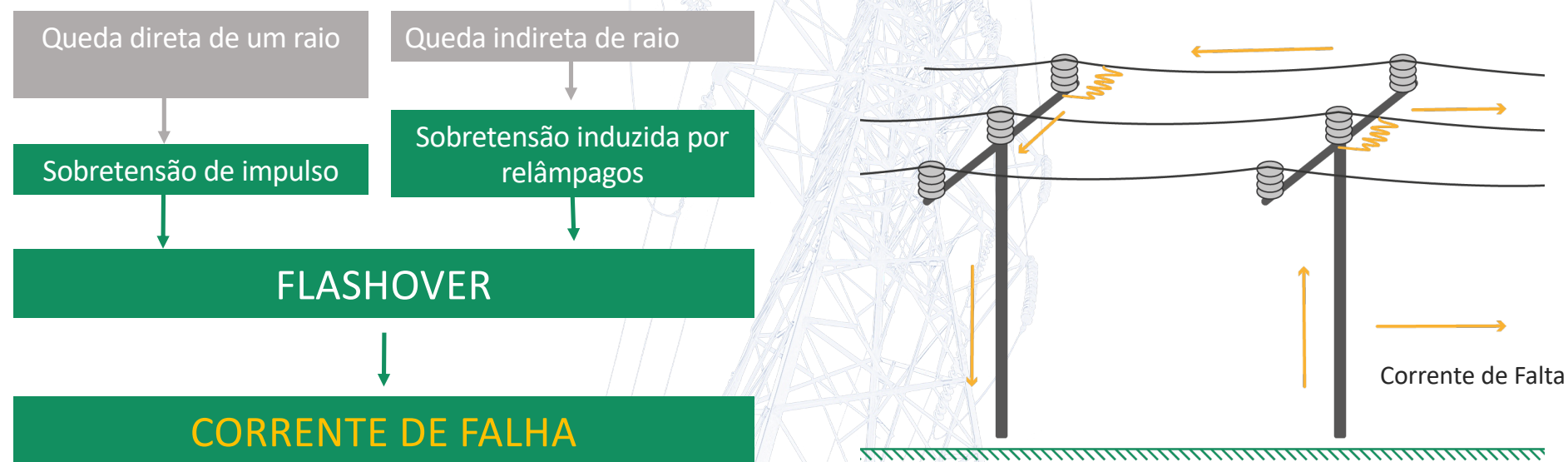


$$CFO_{\text{de isolamento}} < U_{\text{sobretensão}}$$

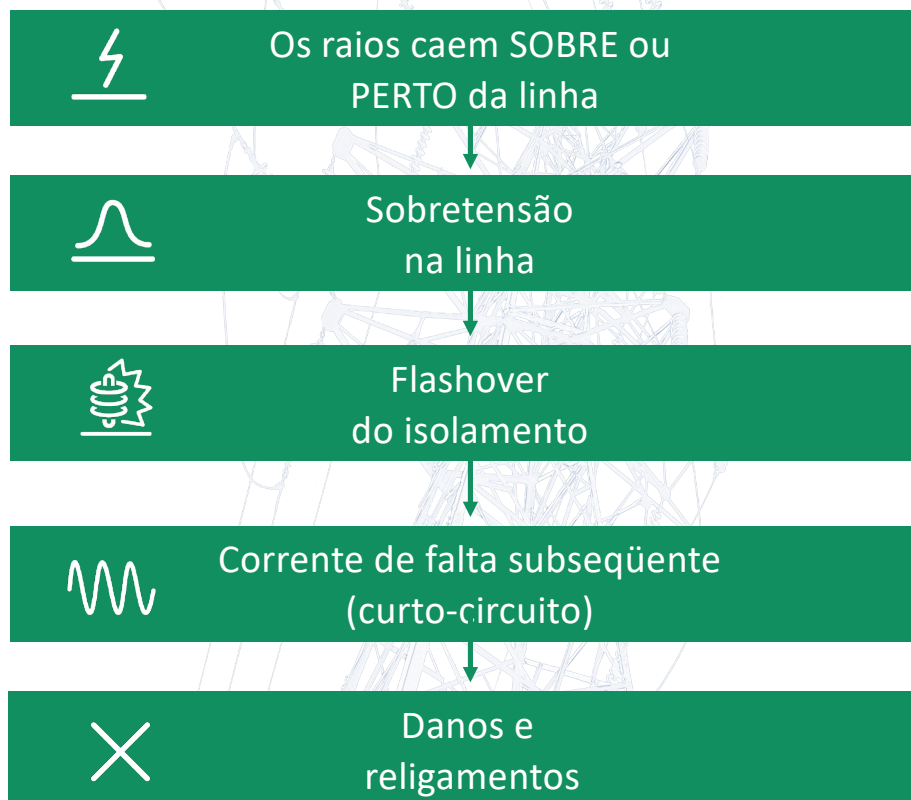


Dos flashovers ao estabelecimento da corrente de defeito

Após a descarga dos isoladores, a corrente alimentada por um transformador na subestação mais próxima desvia-se do circuito normal: a corrente de defeito estabelece-se através dos isoladores afetados pela sobretensão do impulso atmosférico



Dos flashovers ao estabelecimento da corrente de defeito



Problemas causados por relâmpagos em linhas aéreas



Possíveis consequências dos curtos subsequentes



de propagação de sobretensões de raios



Failure of transformer by mechanical stress and temperature rise



Interrupções e deslocamentos



Rutura de condutores (em especial condutores cobertos)



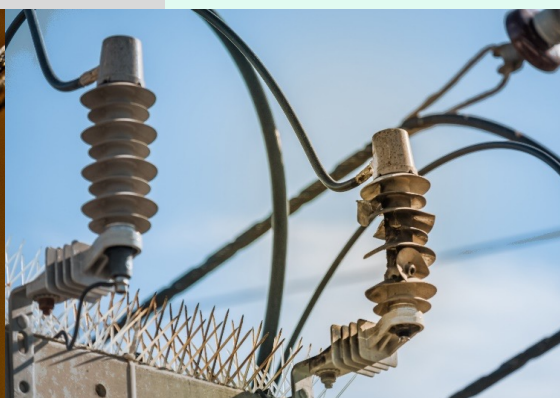
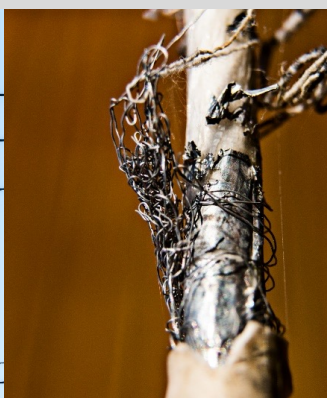
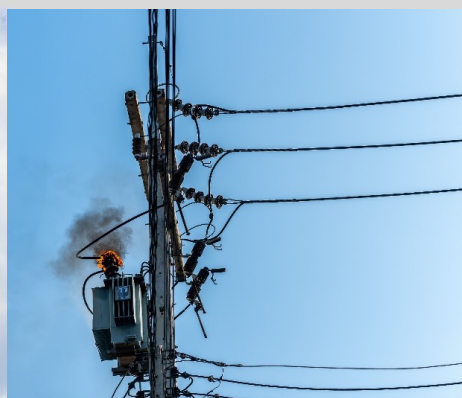
Quebra do isolador



Quebra do para-raios de óxido metálico



Falha do transformador por falha de isolamento



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

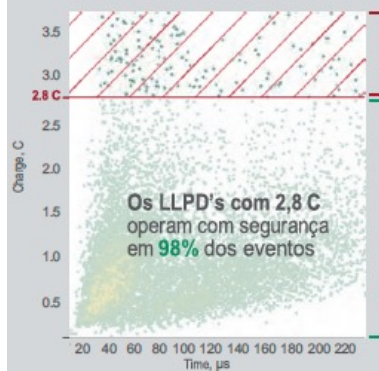
Problemas causados por relâmpagos em linhas aéreas

LLPD

2,8 C – Capacidade de Descarga – LLPD d-series

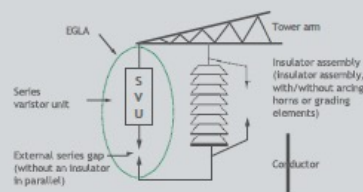


O LLPD, com capacidade comprovada de descarga de 2,8 C assegura operação segura em 98% dos casos de raios diretos

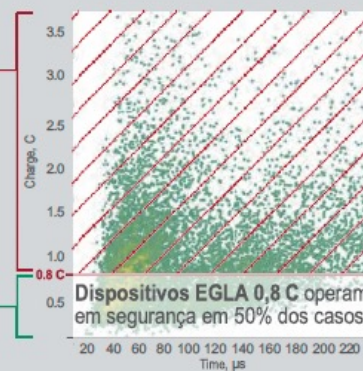


EGLA

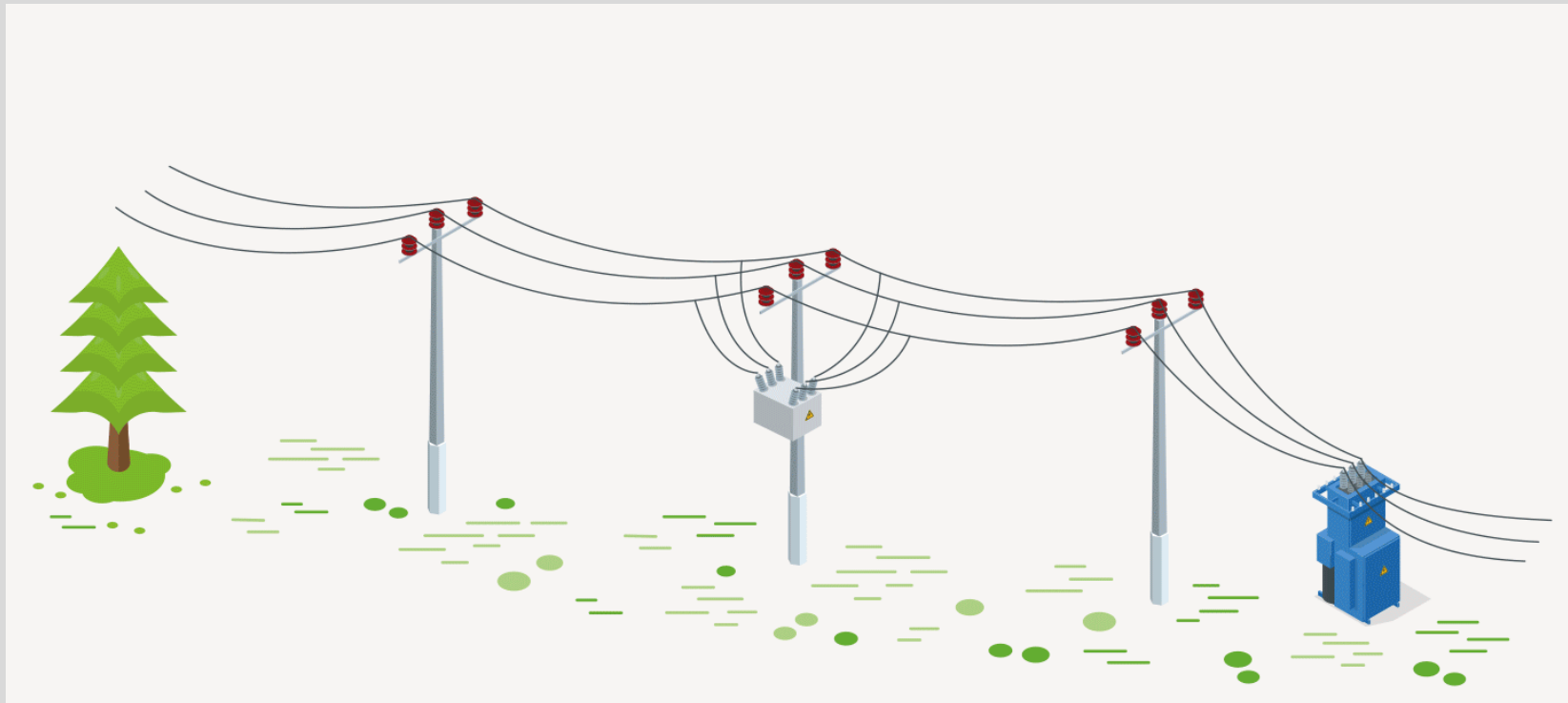
<0,8 C – Quantidade de coulombs descarregados em impulsos de 65 kA, 4/10 μs correspondendo à "Classe X2" na classificação ECLA



Dispositivos com capacidade comprovada de descarga de 0,8 C assegura operação segura em somente a metade dos casos de raios diretos.



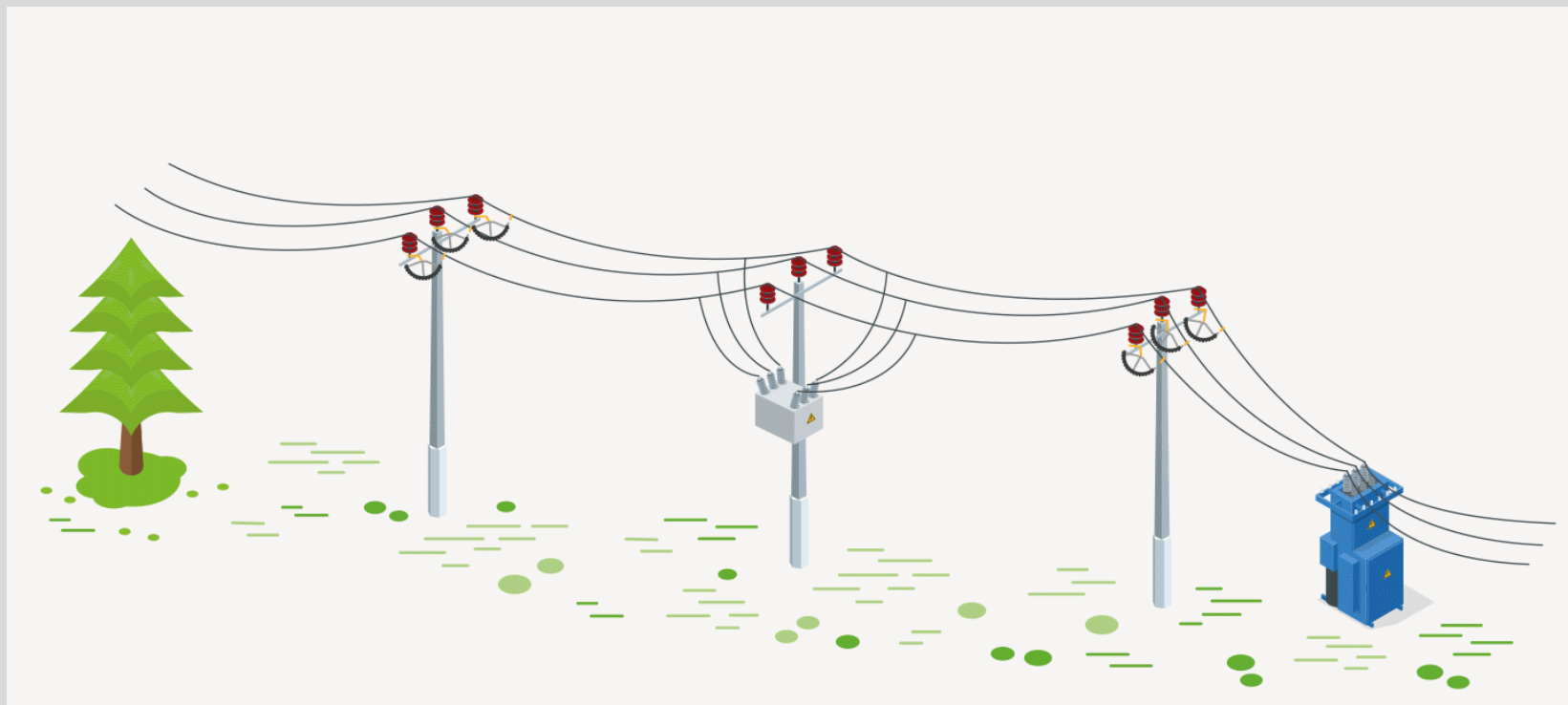
Problemas causados por relâmpagos em linhas aéreas



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

A linha está protegida graças aos LLPDs



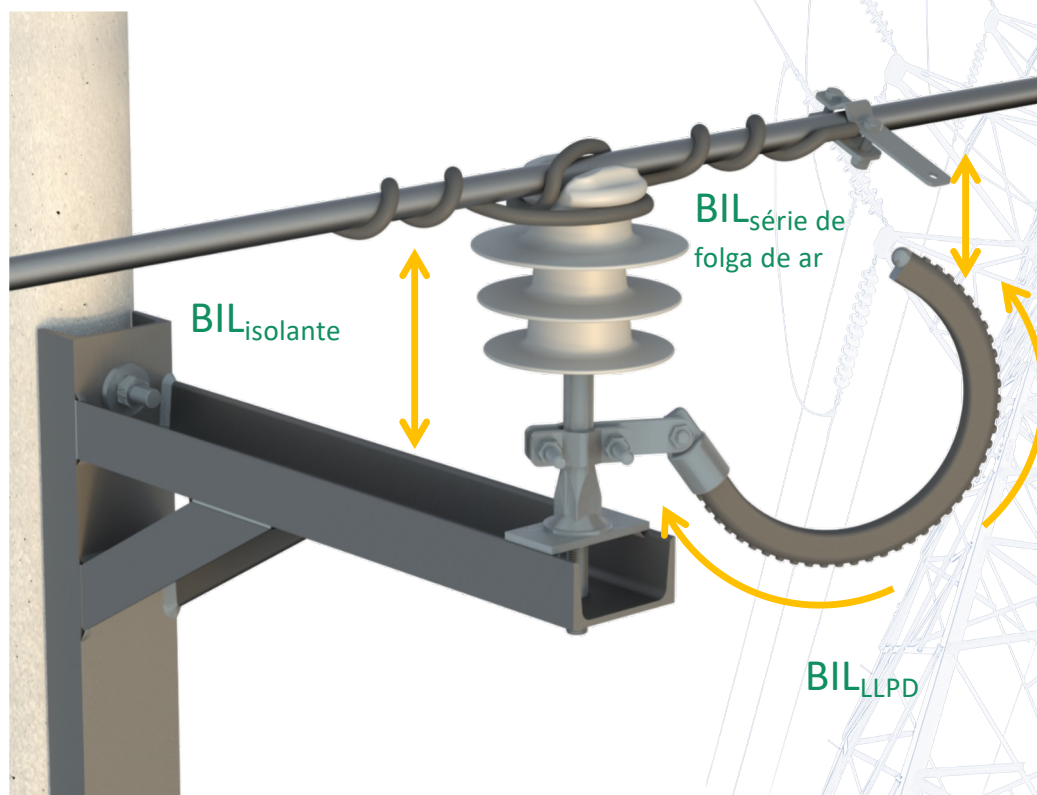
www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

Tecnologia para proteção contra raios em linhas aéreas



Coordenação simples da distância de arco do isolador



O BIL do LLPD (BIL_{LLPD}) incluindo a folga de ar em série ($BIL_{\text{série de folga de ar}}$) é inferior ao do isolador protegido (BIL_{isolante})

Regra principal da coordenação LL :
 $BIL_{\text{isolante}} \gg BIL_{\text{série de folga de ar}} + BIL_{LLPD}$



Coordenação simples da distância de arco do isolador

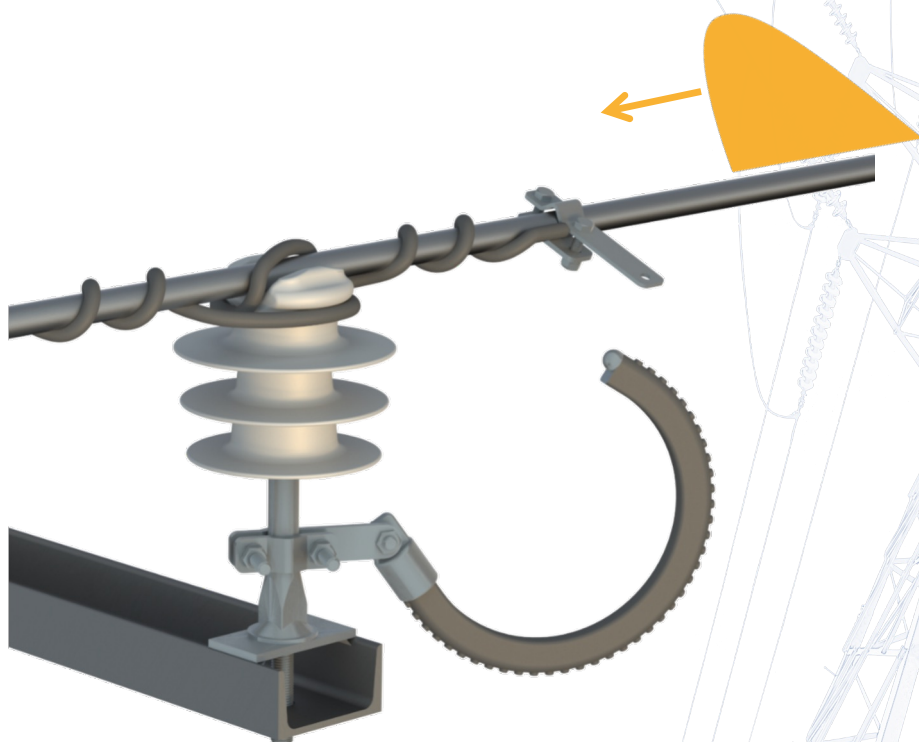
Sobretensão causada por :

DLS → $U_{\text{sobretensão}} = 4-6 \text{ MV}$

IOV → $U_{\text{sobretensão}} \leq 300 \text{ kV}$

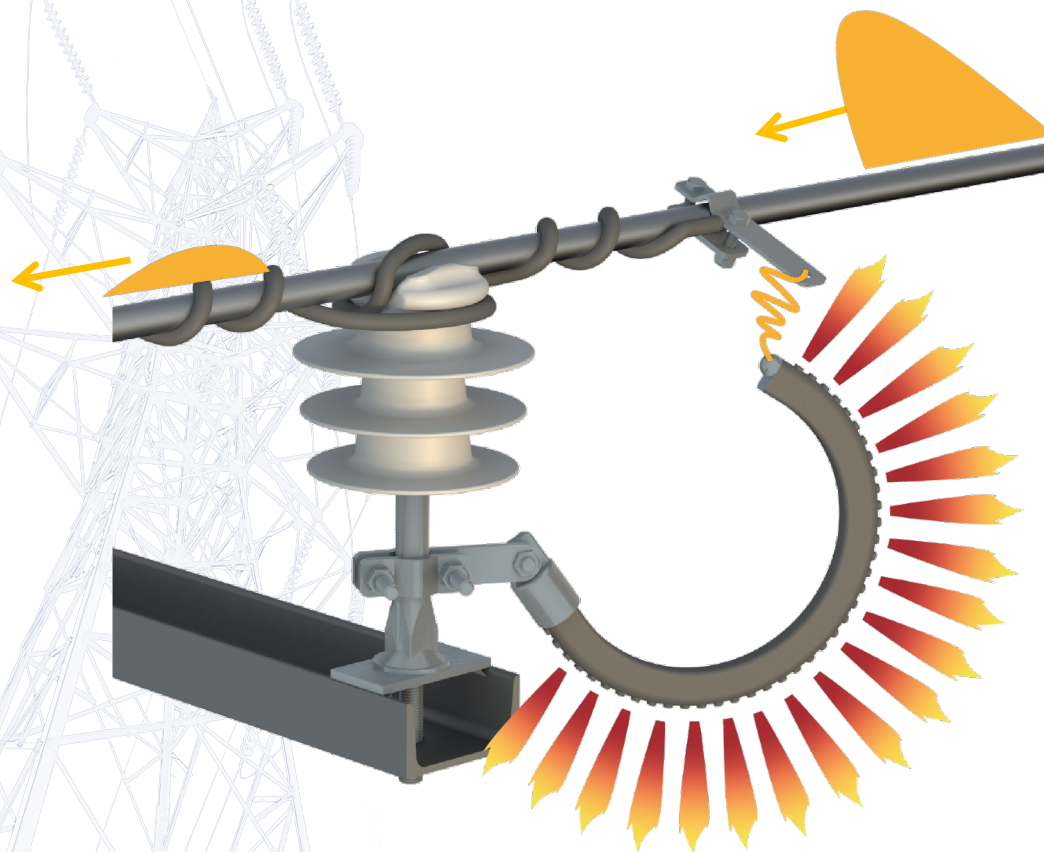
Condição de flashover :

$U_{\text{sobretensão}} \gg BIL_{\text{série de folga de ar}} + BIL_{\text{LLPD}}$



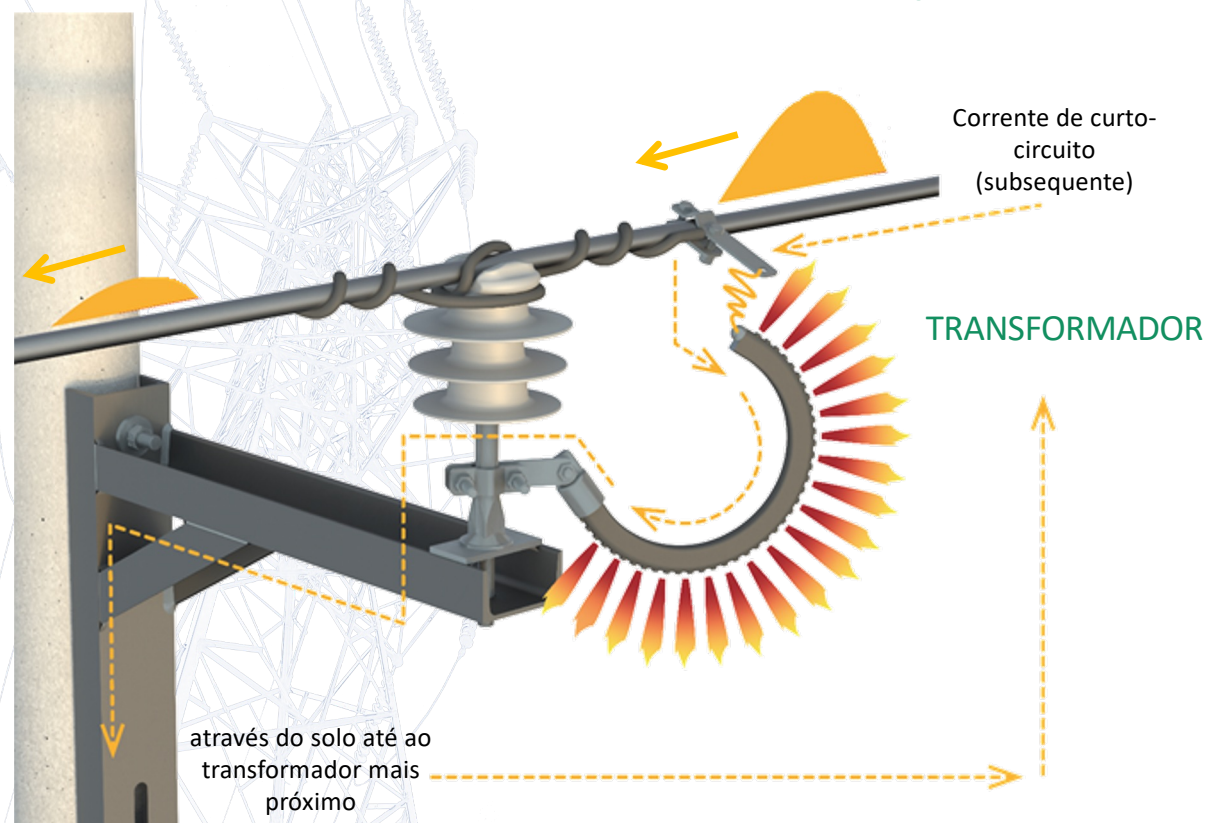
Coordenação simples da distância de arco do isolador

- Graças a um BIL mais baixo, o LLPD funciona antes da disrupção do isolador
- O arco de potência estabelece-se no LLPD → o isolador está protegido contra uma descarga eléctrica



Interrompendo a corrente de curto-circuito subsequente

- O curto-circuito estabelece
- O defeito é eliminado em 7-8 ms
- Não há disparo do religador →
Não há corte de energia



Supressão da corrente de retorno



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

EASYQUENCH

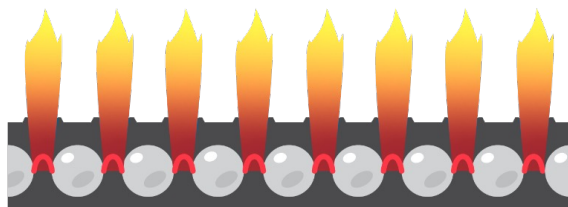
TECHNOLOGY



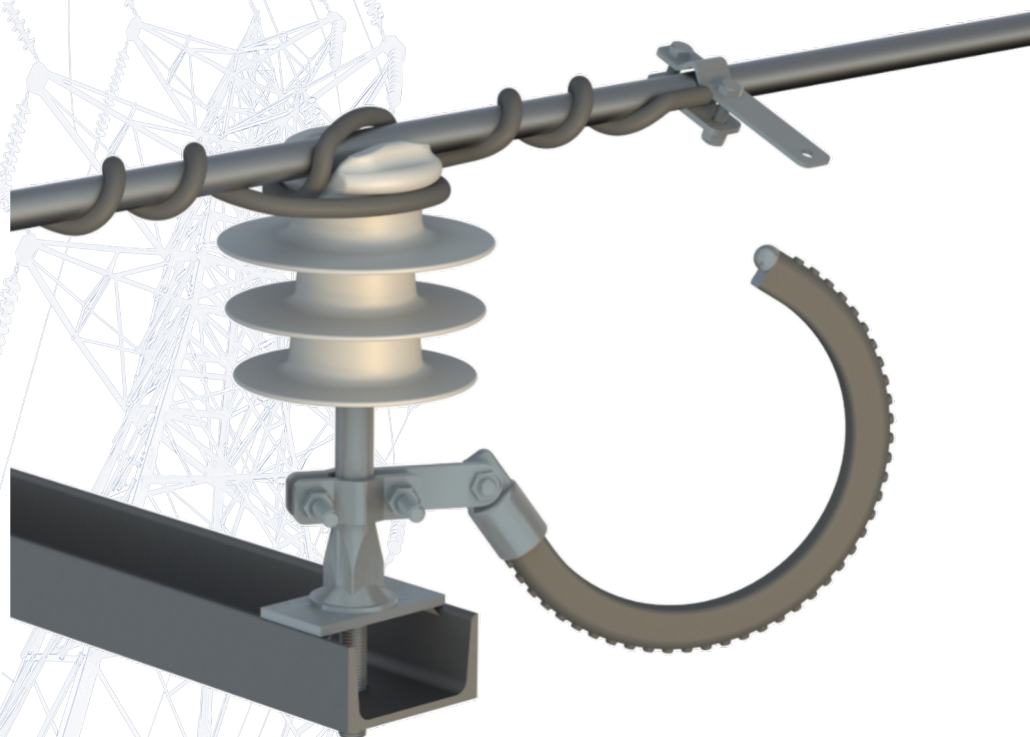
Stage 1



Stage 2



Stage 3



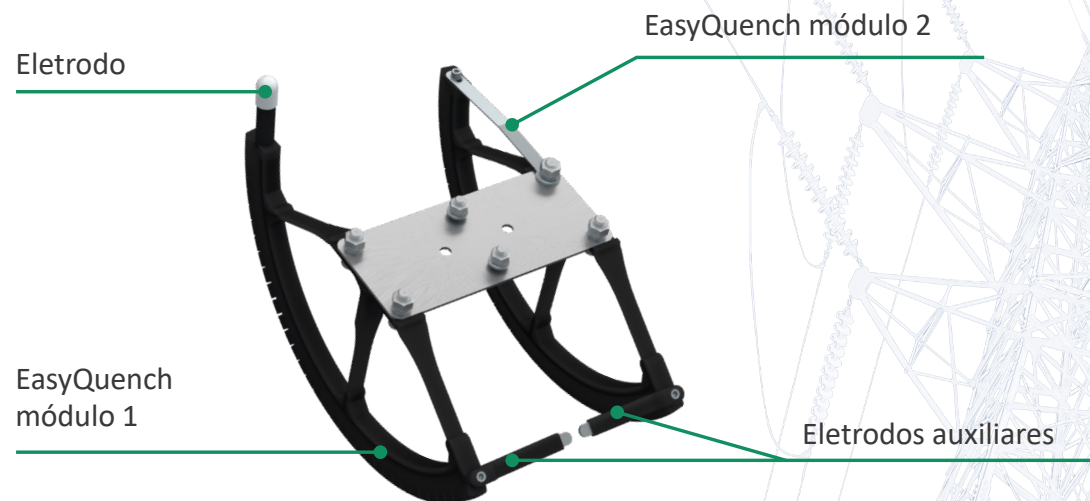
EASYQUENCH

TECHNOLOGY

- A energia do raio é dissipada de volta para a atmosfera
- Este sistema é extremamente durável e tem uma ótima capacidade de dissipação de energia



Exemplo de funcionamento com LLPD dC20z



Principais especificações de desempenho

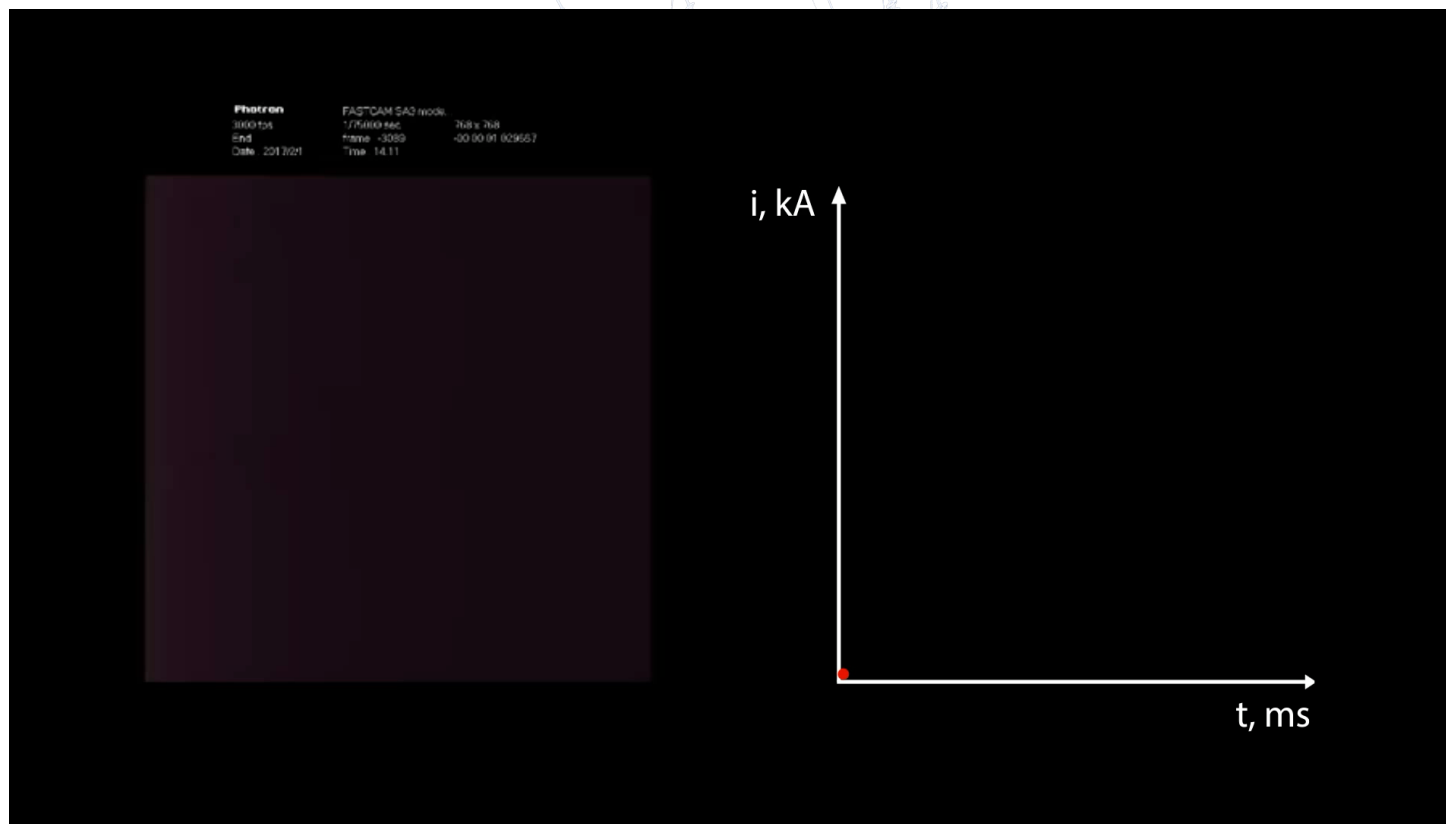
Tensão máxima, kV	24
Corrente de Curto Subsequente máxima, kA	5
U50%, kV	160

LLPD dC20z –
proteção contra:

DLS
BFO
IOV



Oscilografia durante a atuação do LLPD dC20z



Problemas causados por raios em redes aéreas

 Possíveis consequências do curto subsequente

 Consequências da propagação de sobretensões



Falha do transformador por tensão mecânica e aumento de temperatura



Interrupções e trips



Rutura de condutores (em especial condutores cobertos)



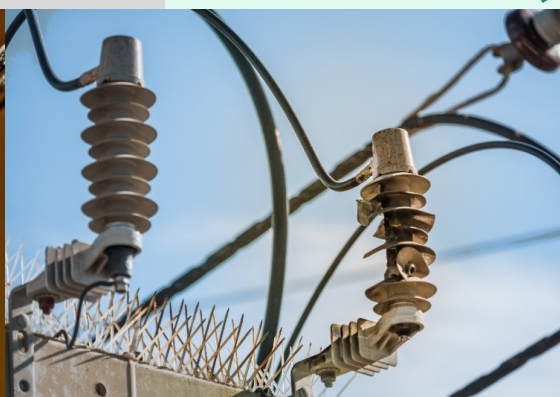
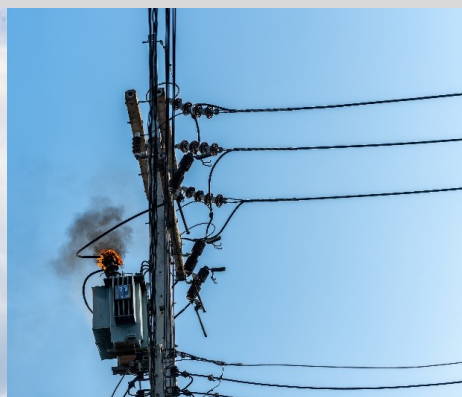
Quebra do isolador



Quebra do para-raios de óxido metálico



Falha do transformador por falha de isolamento



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

Gama de Produtos



Linha de Produtos - LLPD

Até 69 kV

Até 5 kAcr Corrente de curto-circuito prospectiva

Capacidade de descarga de raios de 2,8 C

Sem manutenção: Conceito "Instale&Esqueça"

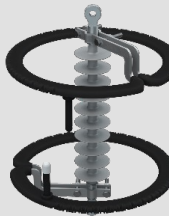
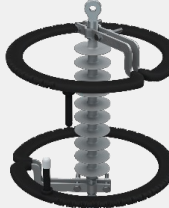
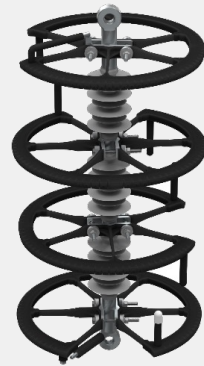
Tecnologia de interrupção EQ

Instalação fácil e rápida

Durabilidade e resistência mesmo em descargas diretas



Linha de Produtos - LLPD

Tensão máxima*, kV	12 kV	15 kV	24 kV	40,5 kV	52 kV	72,5 kV
Proteção contra descargas indiretas	 i15z	 i15z	 i20z	 dM35z		
Proteção contra descargas diretas	 d10z  dS10z	 d24z  dC20z		 dM35z	 d45z	 d69z

LLPD i20z

Sistema EQ com
barra de reforço

Eletrodo terminal

Corpo polimérico

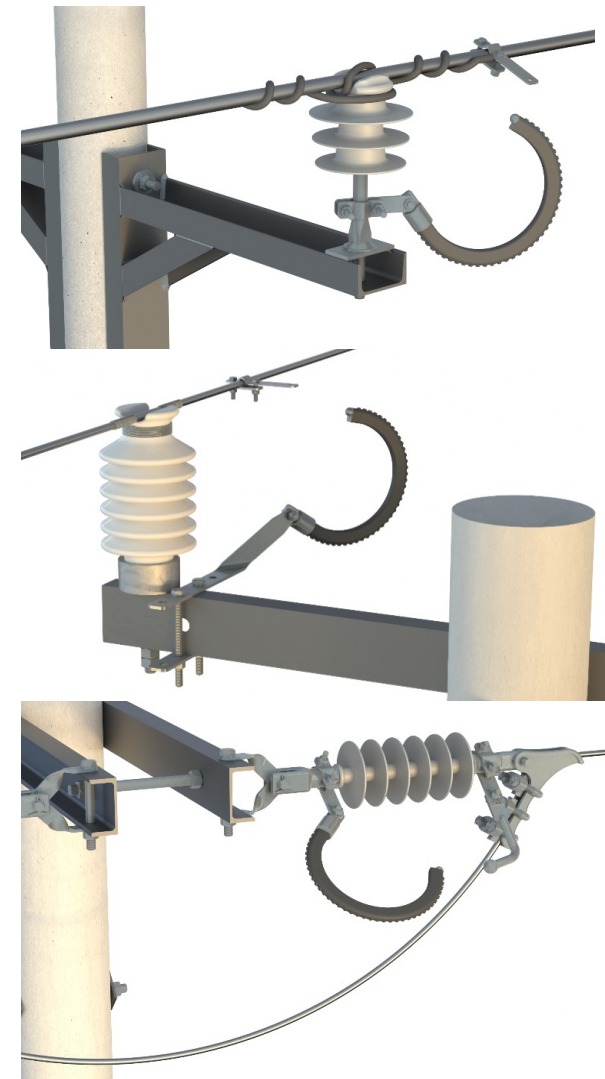
Terminal final

Ponto de fixação

Eletrodo



sobretensão induzida
(IOV) 300kV



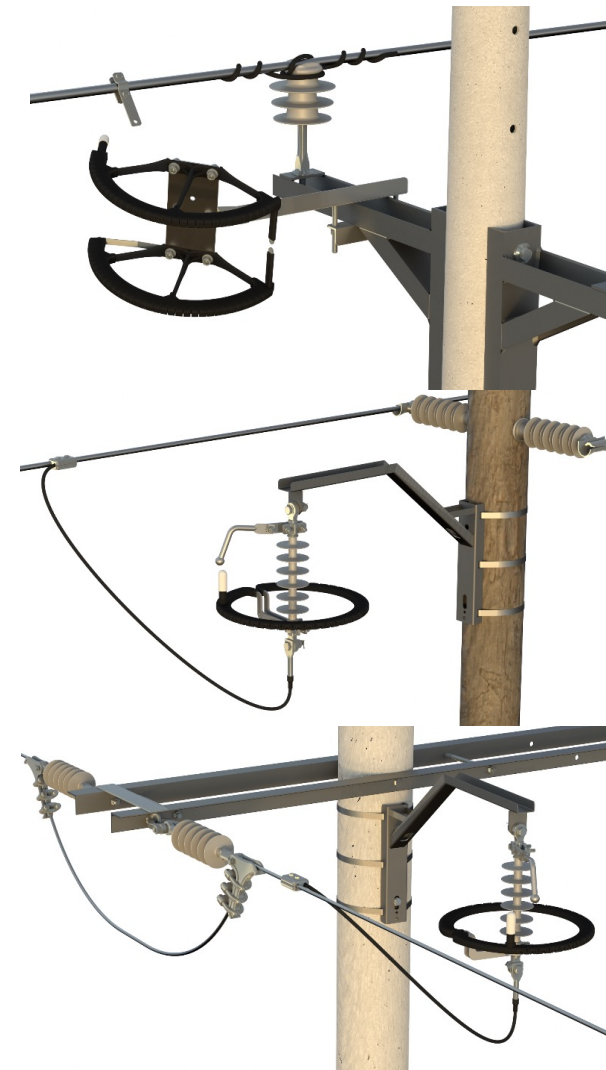
www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

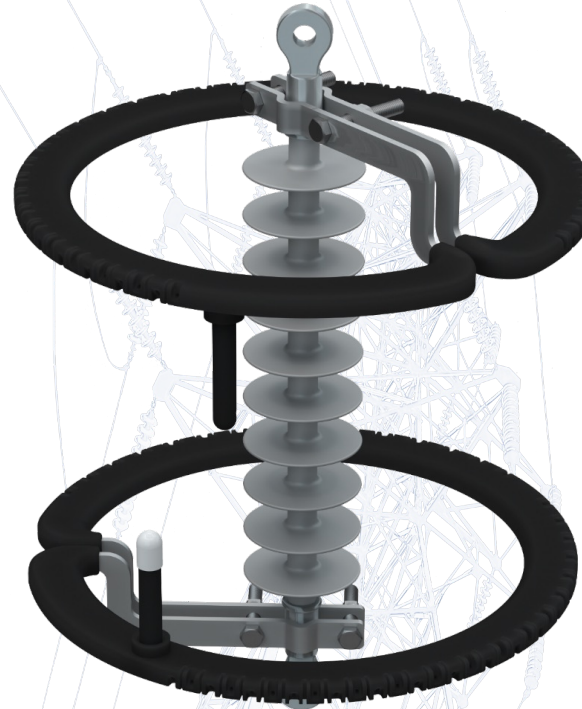
Até 24 kV: d24z & dC20z



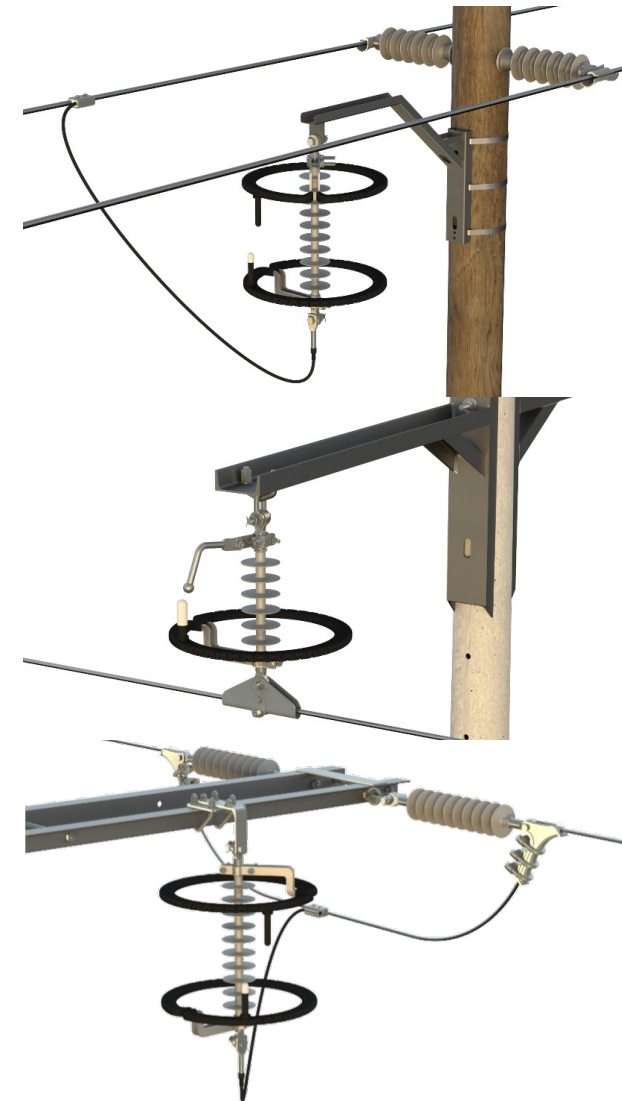
Descarga direta
(DLS) 6MV, 30kA



Até 40.5 kV: dM35z



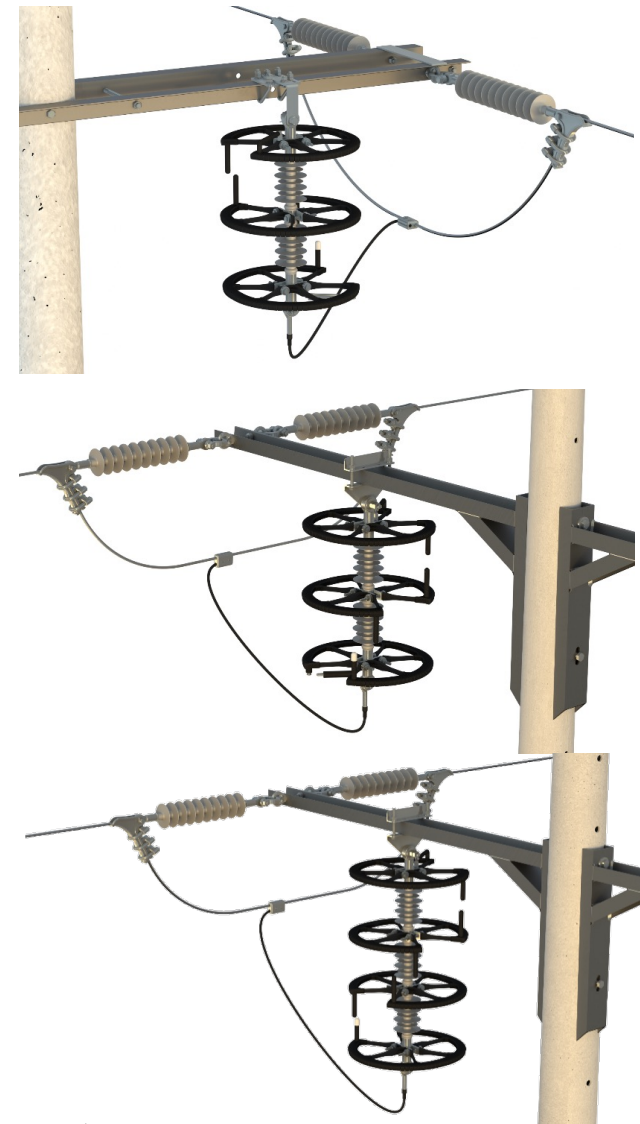
Descarga direta (DLS)
6MV, 30kA



Até 72.5 kV: d69z



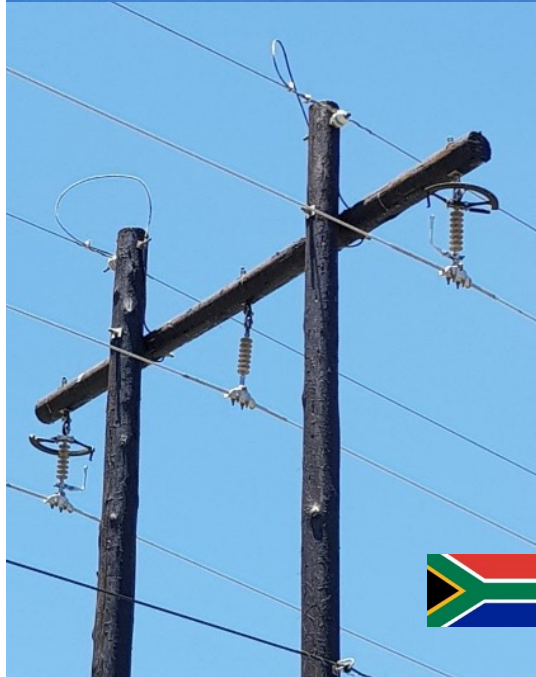
Descarga direta (DLS)
6MV, 30kA



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

Flexibilidade e adaptabilidade

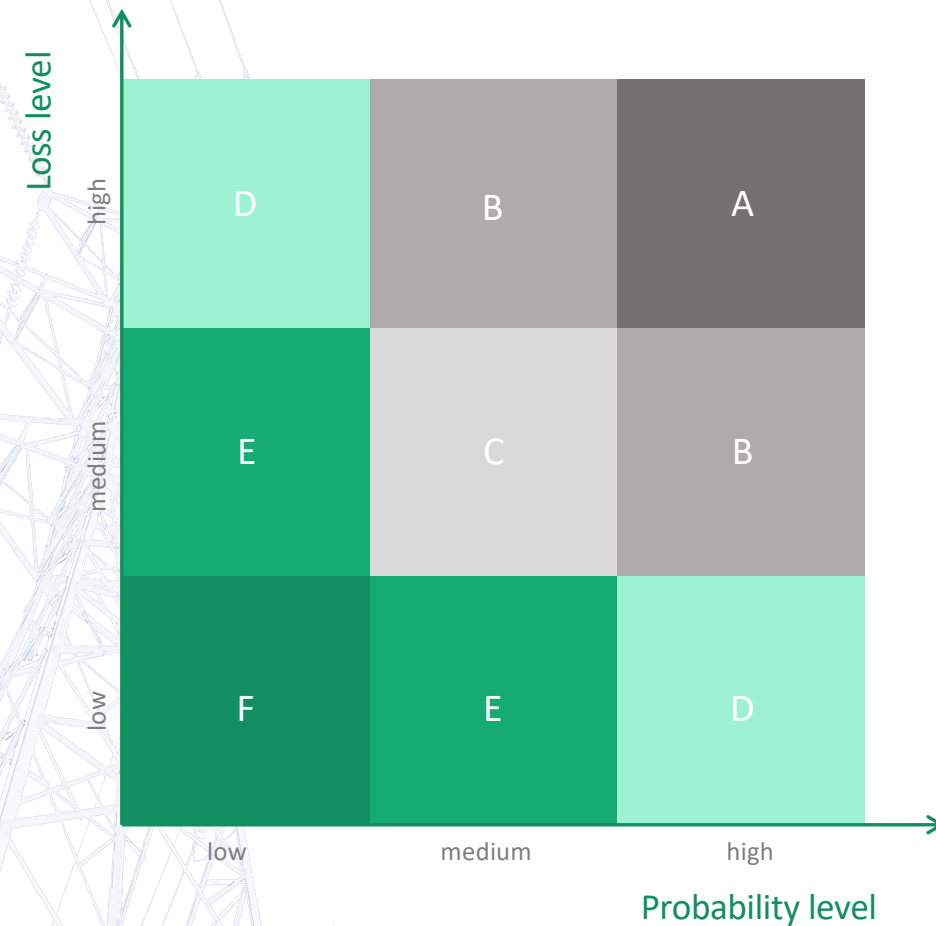


Aplicações

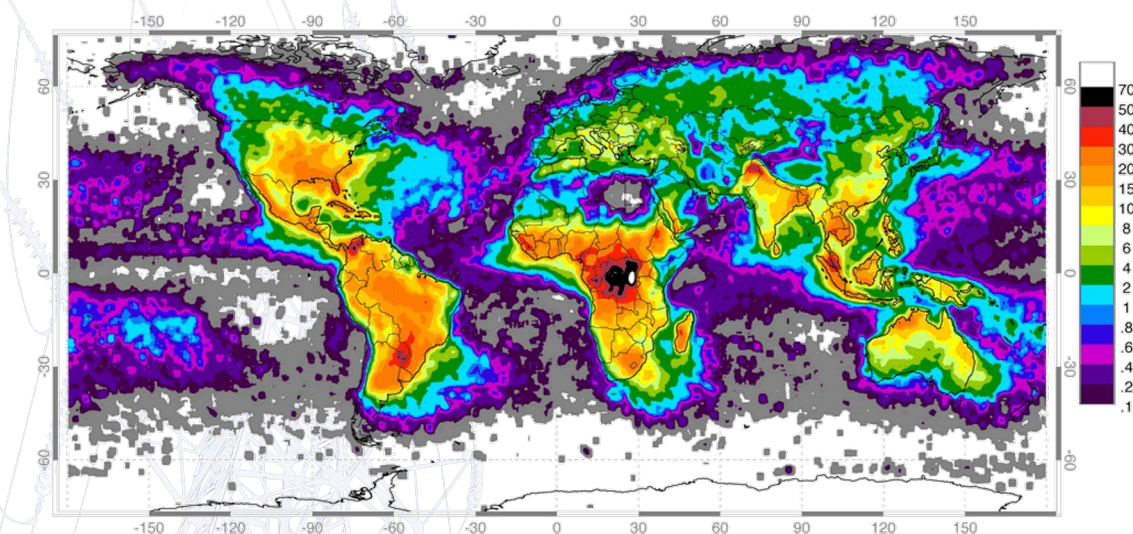
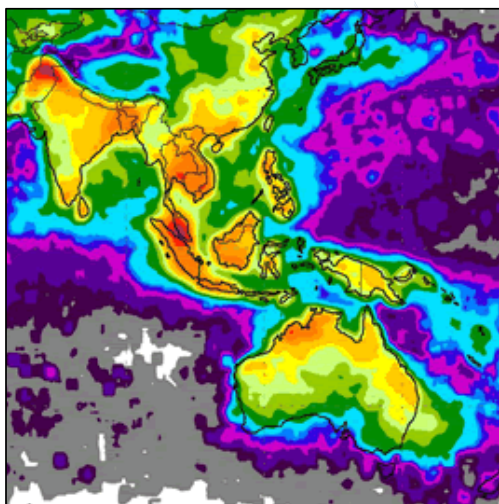


Quando / Onde ?

- Zonas com elevado índice isoceráunico
- O custo da interrupção elevado
 - minas, petróleo e gás
- Condutores cobertos
- Resistividade do solo elevada



Caso 1: Índice isoceráunico elevado



Low Resolution Full Climatology Annual Flash Rate

Global distribution of lightning April 1995-February 2003 from the combined observations of the NASA OTD (4/95-3/00) and LIS (1/98-2/03) instruments.

Todas as empresas de serviços públicos têm o mesmo desafio:

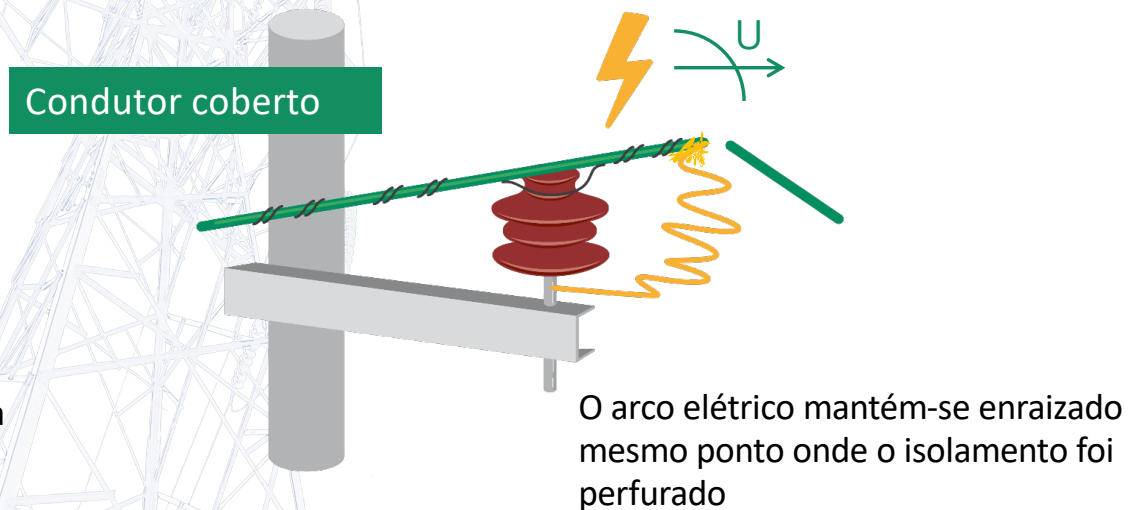
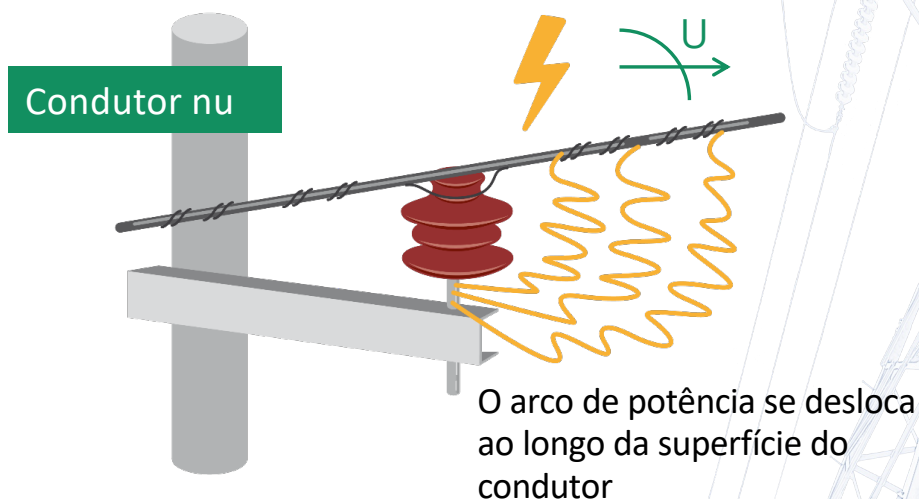
- Investir ou não na proteção contra descargas atmosféricas?
- É sempre uma questão de comparação entre o investimento e o custo das interrupções...
- penalizações, substituição de equipamentos e manutenção

A partir de
10 descargas/km²/ano
NÃO É POSSÍVEL NEGLIGENCIAR a necessidade
de proteção contra descargas atmosféricas



Caso 2: Condutores cobertos

- Os condutores cobertos são amplamente utilizados por empresas de serviços públicos em todo o mundo
- As suas vantagens são bem conhecidas
- O principal inconveniente é a possibilidade de rompimento de um condutor
- Quanto maior for a densidade do raio, mais rápido ele acontece



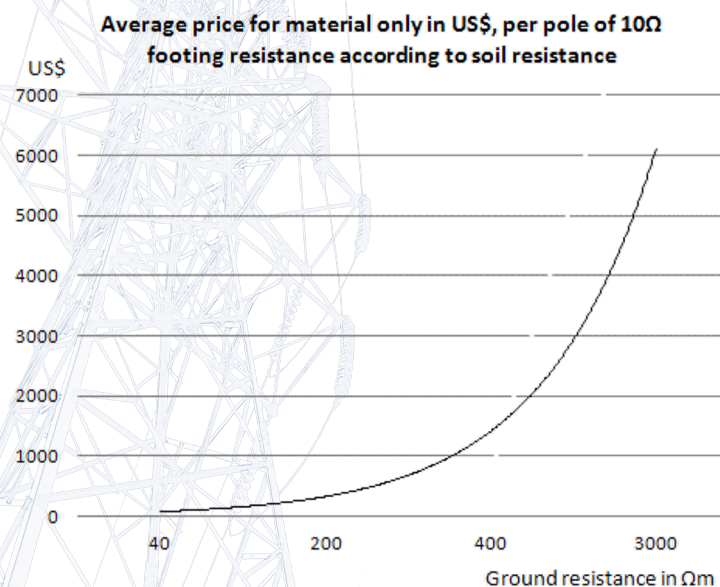
Caso 3: Elevada resistividade do solo

Resistividades Típicas de Componentes do Solo

Material	Resistividade ($\Omega \cdot m$)
Argila	1 - 20
Areia, úmida ou molhada	20 - 200
Xisto	1 - 500
Calcáreo Poroso	100 - 1.000
Calcáreo Denso	1.000 - 1.000.000
Rochas Metamórficas	50 - 1.000.000
Rochas Ígneas	100 - 1.000.000

A elevada resistividade do solo traz muitos problemas aos serviços públicos.
As tentativas de baixar para valores aceitáveis resultam em custos adicionais.

Muitos serviços públicos têm diretrizes internas que exigem a limitação da resistência de terra em 10Ω e até menos. O desempenho da proteção contra descargas depende fortemente da ligação à terra.

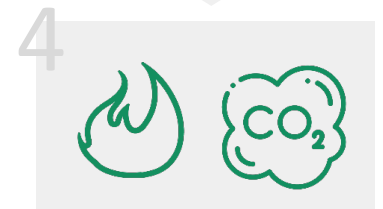
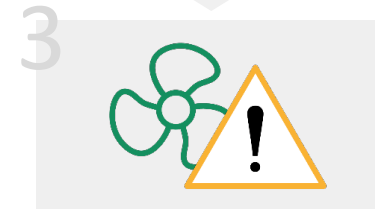
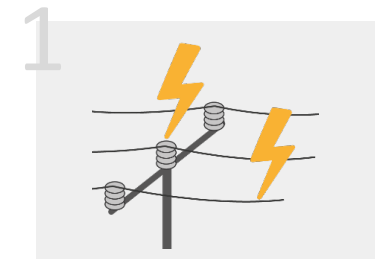
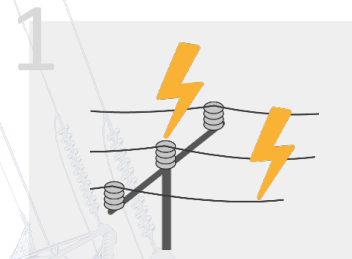


Caso 4: Mineração

O que é que a LLPD pode fazer pela indústria de mineração?

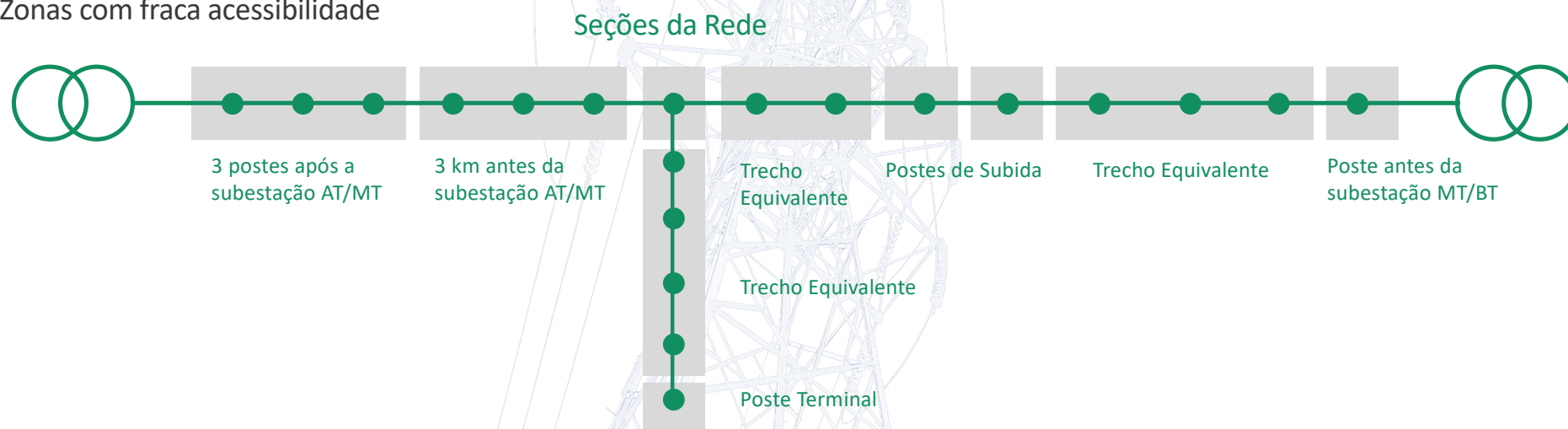
Evitar as interrupções

- Diminuição de Perdas (\$ -> \$ \$)
- Melhora de Confiabilidade



Onde?

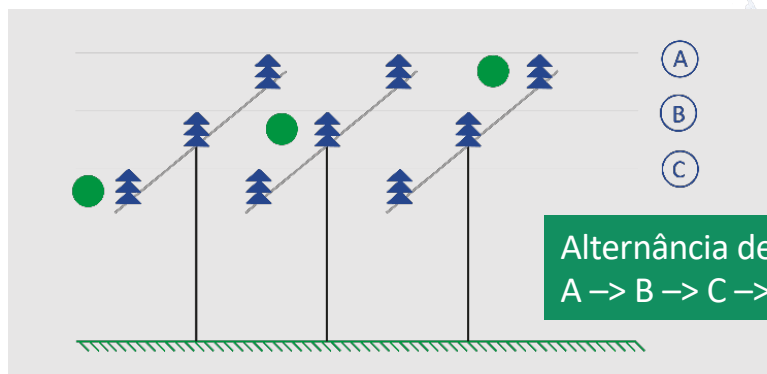
- Zonas abertas sem proteção natural
- Zonas acidentadas e montanhosas
- Travessias de rios
- Secções sujeitas a descargas atmosféricas frequentes
- Zonas com fraca acessibilidade



Como?

→ Por tipo de sobretensão

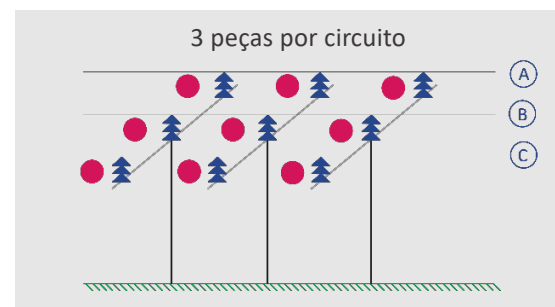
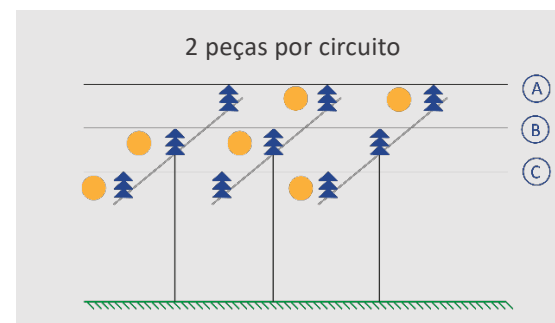
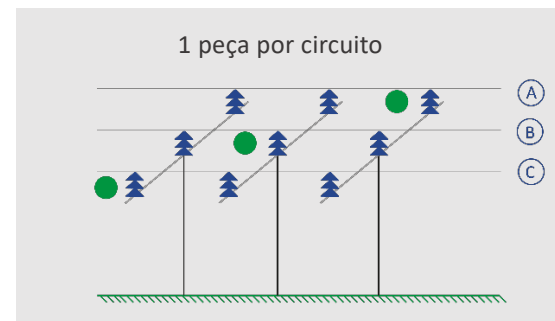
Proteção contra **sobretensões induzidas (IOV)**: 1 peça por circuito



Alternância de fases:
A → B → C → A → B → C

Proteção contra **descargas atmosféricas diretas (DLS)** e contra **descargas atmosféricas de retorno (DFO)**: 1, 2 ou 3 unidades por circuito, conforme:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ■ Densidade isocerâmica | ■ Geometria de linhas |
| ■ Perfil do terreno | ■ Resistência de terra |
| ■ Blindagem | ■ ...e outros fatores |



Como?

→ Por tipo de postes

Postes aterrados

Postes metálicos ou postes de madeira com cabos de terra

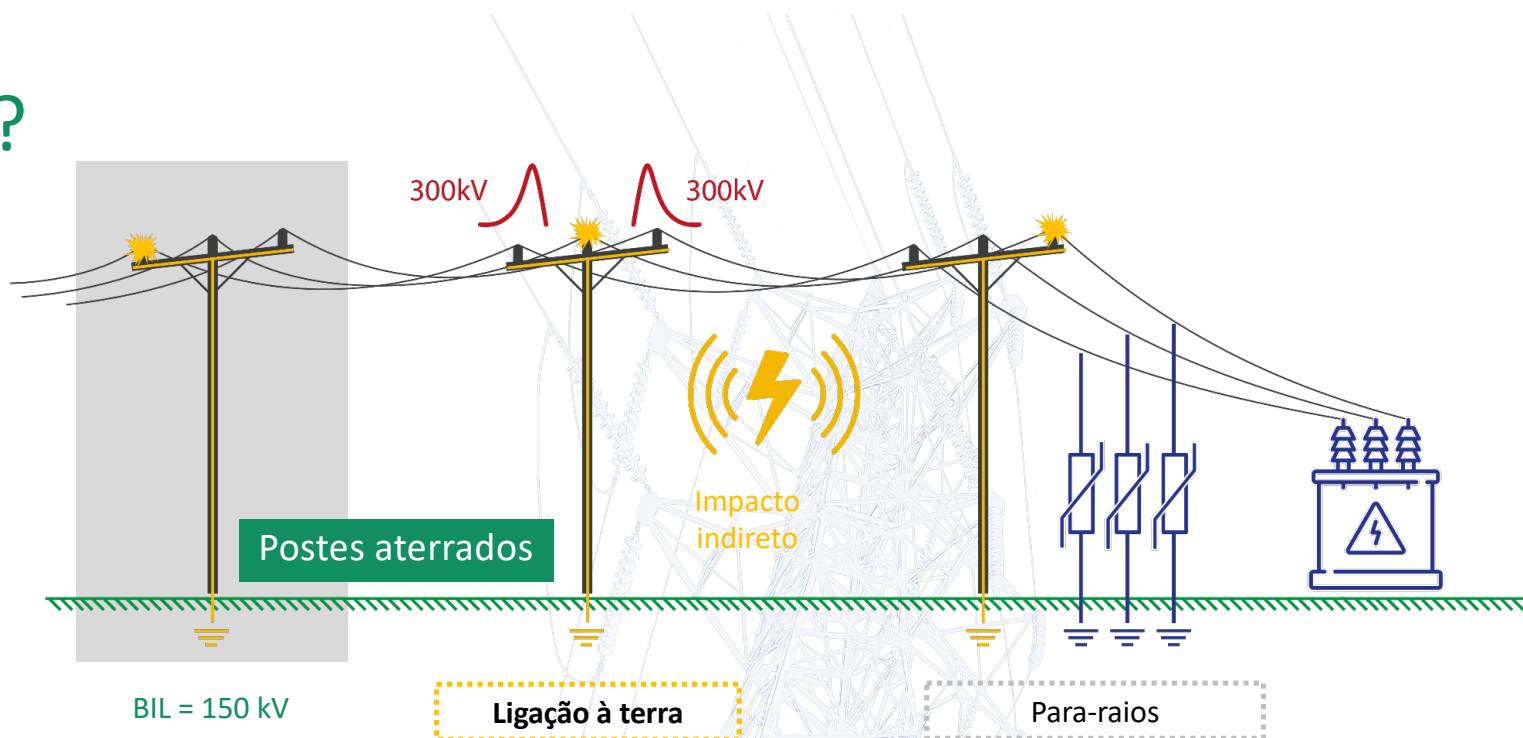
BIL global = BIL do isolamento da linha

$U_{IOV} > \text{BIL global} \rightarrow$ flashover dos isoladores da linha

$U_{DLS} \gg \text{BIL global} \rightarrow$ flashovers múltiplos do isolador da linha



Como?



Interrupção e
Trip



- Devido ao elevado índice isoceráunico, são frequentes os disparos (transitórios) da linha, mas na maior parte das vezes de curta duração.
- Interrupções longas apenas se a linha/isolador estiver danificado

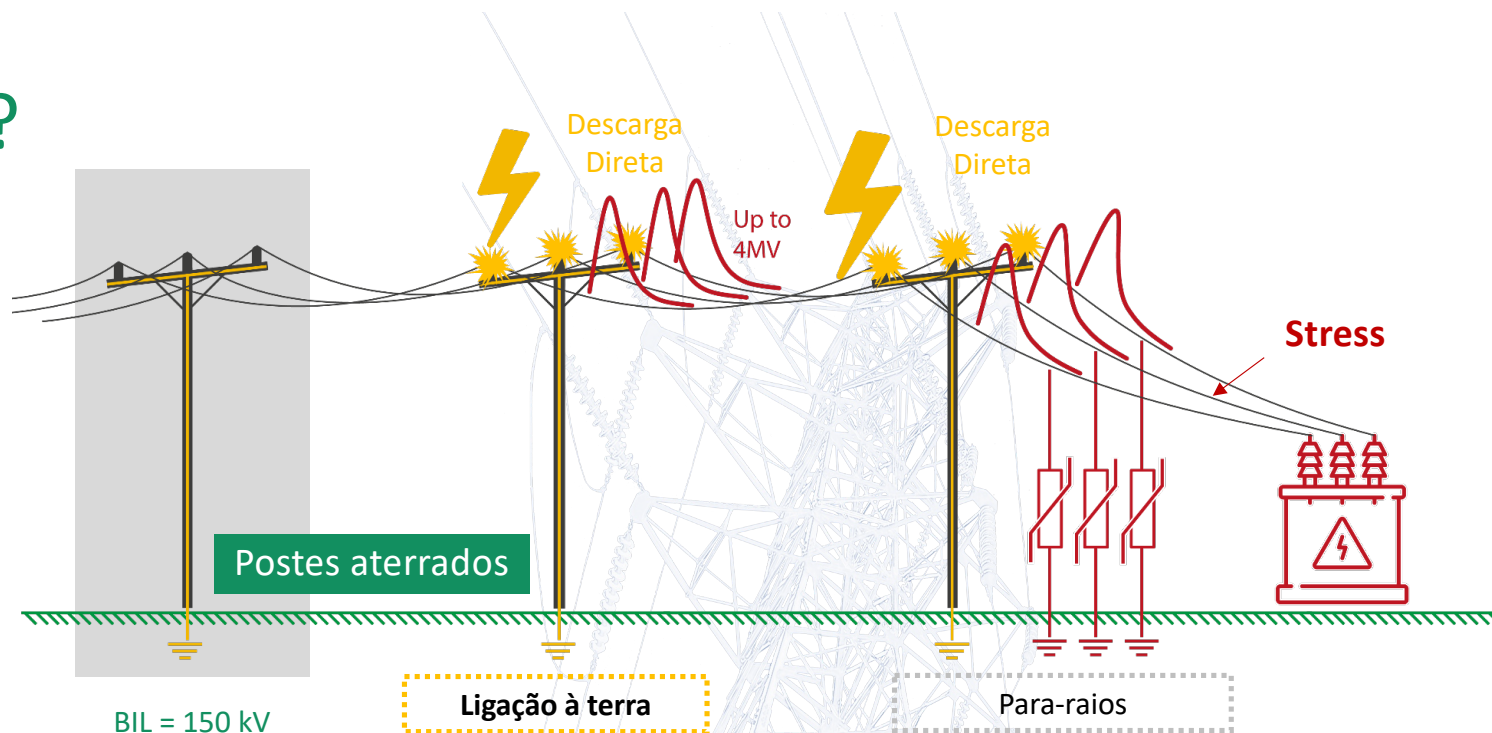
Danos e
manutenção



- Possibilidade de danos no isolador/conductor
- Disparos frequentes do religador ou disjuntor, portanto, maior manutenção



Como?



Interrupção e
Trip



- Devido ao elevado índice isoceráunico, são frequentes os disparos (transitórios) da linha, mas na maior parte das vezes de curta duração.
- Interrupções longas apenas se a linha/isolador estiver danificado

Danos e
manutenção



- Possibilidade de danos no isolador/conductor
- Danos prováveis no Pára-Raio e nos transformadores quando o impacto é próximo
 - (maior probabilidade se o solo tiver alta resistividade)
- Disparos frequentes do religador ou disjuntor, portanto, maior manutenção



Como?

→ Por tipo de postes

Postes não aterrados

Postes de madeira ou postes com travessas de madeira/composto

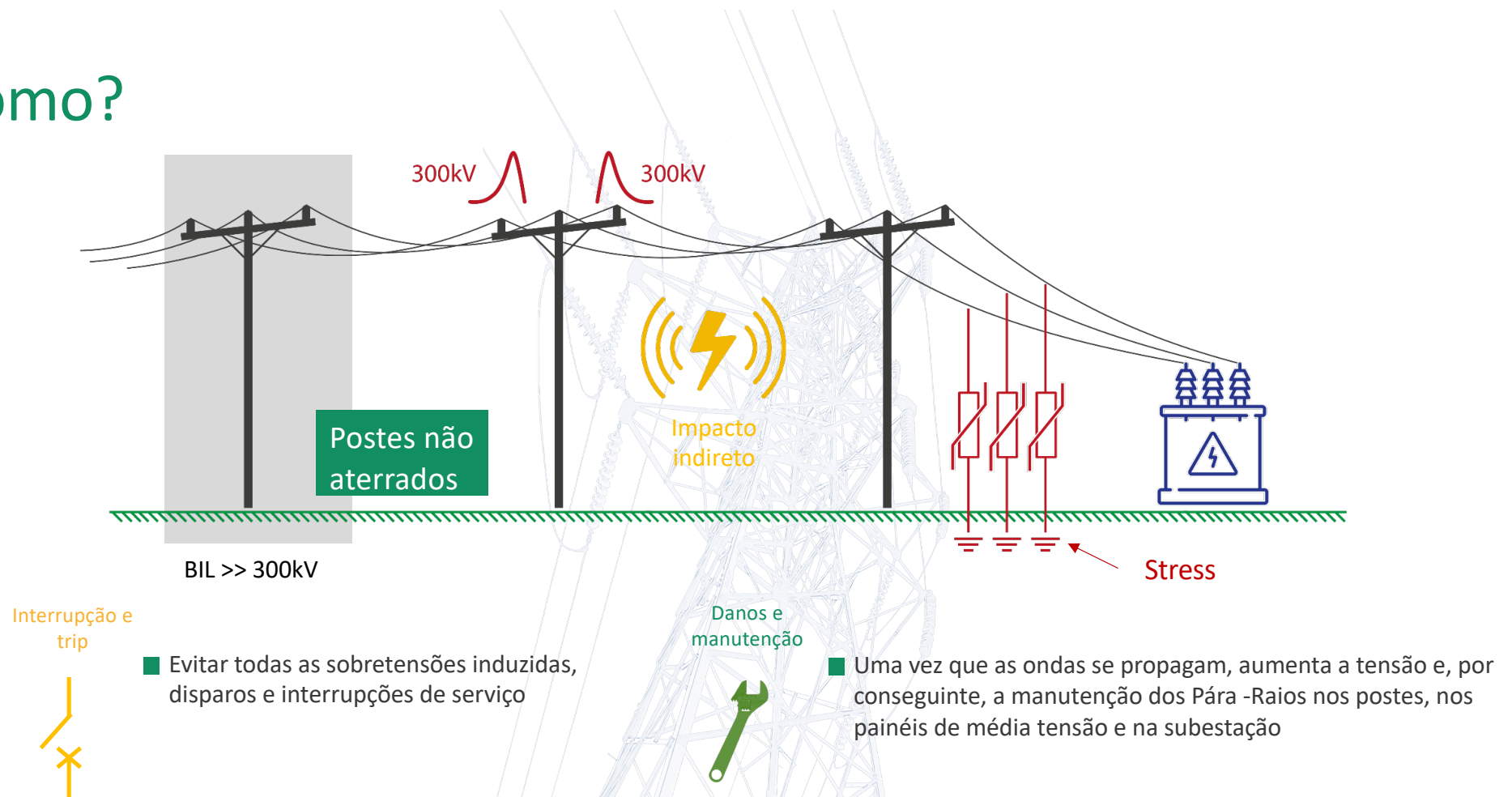
BIL global = BIL do isolamento da linha + BIL da cruzeta + BIL do poste

$U_{IOV} < \text{BIL global}$ → SEM descargas elétricas + ondas progressivas

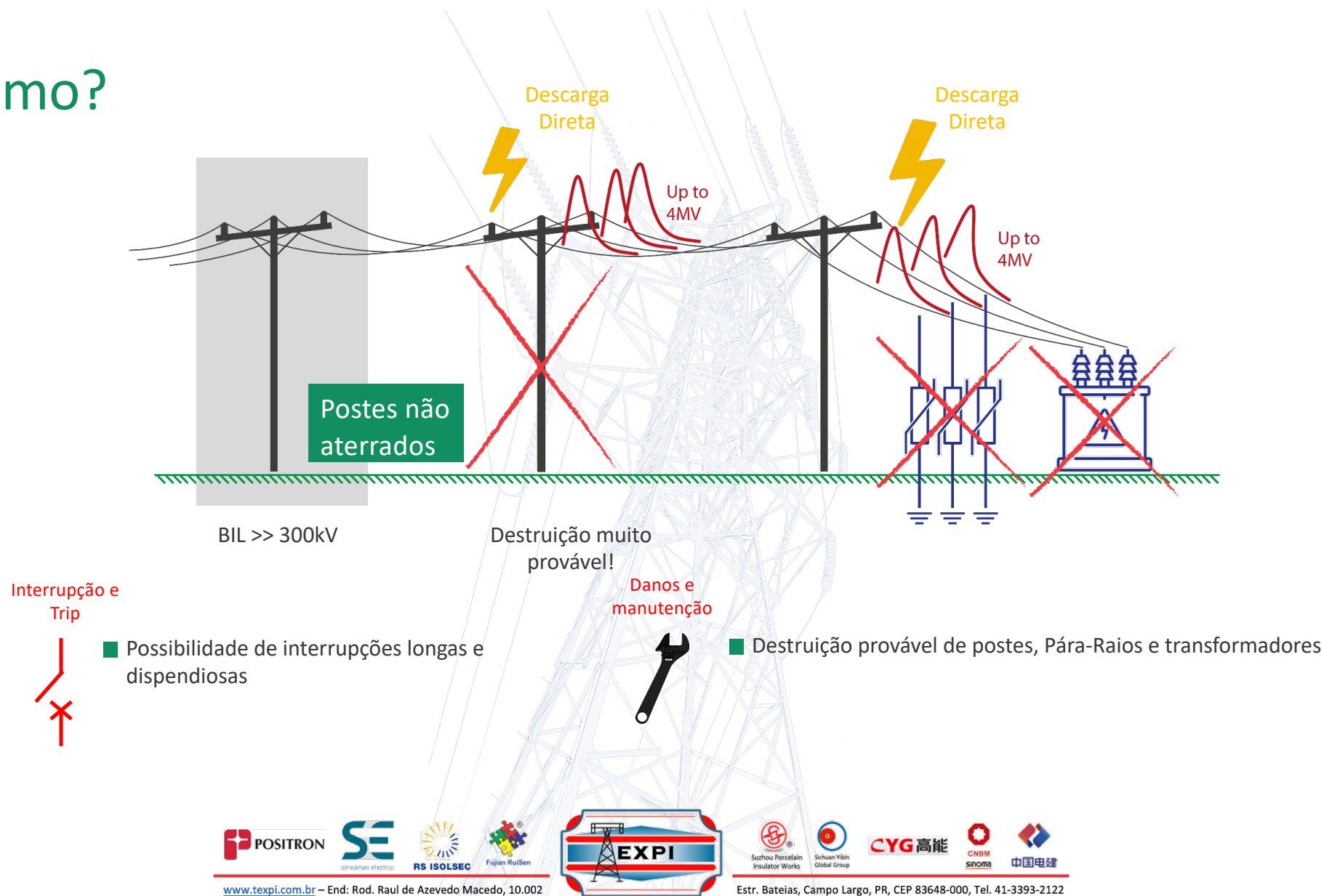
$U_{DLS} \geq \text{BIL global}$ → possíveis descargas elétricas + ondas progressivas



Como?



Como?



Como utilizar então o LLPD?

Postes aterrados		Postes não aterrados	
IOV	DLS	IOV	DLS
1 unidade por poste com alternância de fases	1, 2 ou 3 unidades por poste	Não é necessária qualquer proteção real, a menos que existam postes com isolamento "fraco", ou seja, postes ligados à terra	1, 2 ou 3 unidades por poste
		Recomenda-se a proteção contra as ondas de trajeto (com ligação à terra adicional nos postes próximos da subestação)	

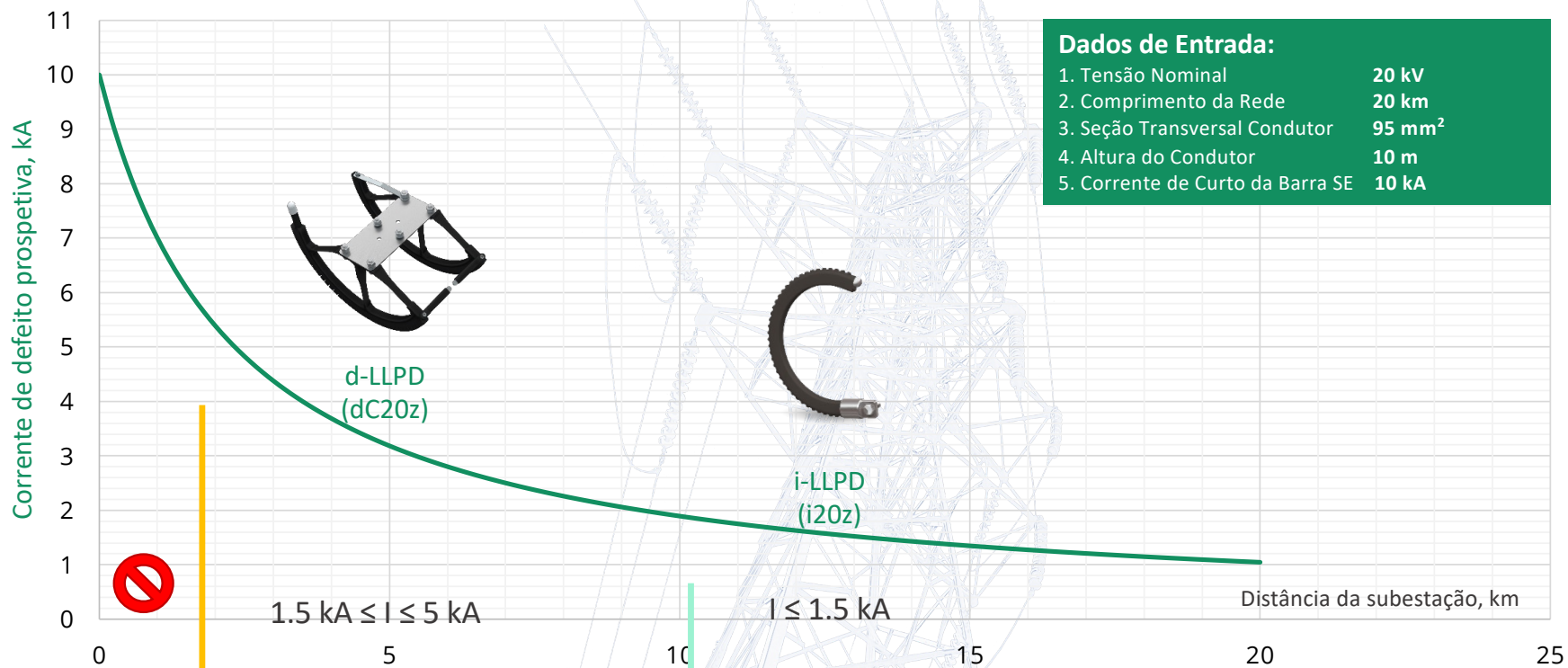


Aplicação LLPD: IOV vs DLS

→ Exemplo: linha aérea de 24 kV

Caso	Descrição	Produto	Quantidade	Comentários
Proteção IOV 	Áreas com proteção natural: árvores, edifícios, etc.	i-LLPD 	1 peça por circuito	- Corrente de curto-circuito $\leq 1.5 \text{ kAcr}$ - Sem cabo guarda - Ausência de neutro
		d-LLPD 	1 peça por circuito	- Corrente de curto-circuito $\leq 5.0 \text{ kAcr}$ - Sem cabo guarda - Ausência de neutro
Proteção DLS 	Zonas abertas, montanhas, colinas, travessias de rios.	d-LLPD 	3 peças por circuito	Corrente de curto-circuito $\leq 5.0 \text{ kAcr}$

Distribuição da corrente de defeito ao longo de uma linha



O local de instalação dos LLPD's deve levar em conta o nível da corrente de defeito ao longo da linha
Normalmente, a linha pode ser dividida em segmentos onde podem ser colocados diferentes tipos de LLPDs



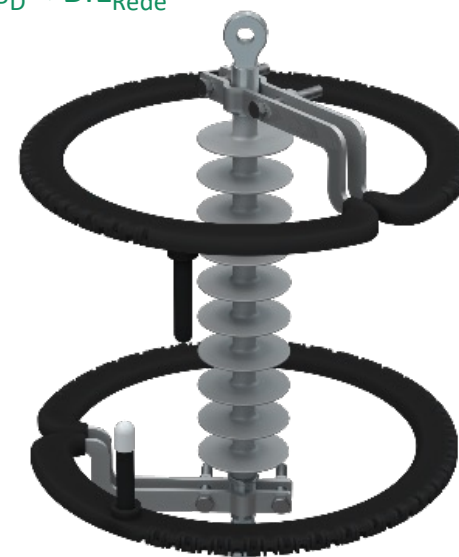
Coordenação nível de curto-circuito e de isolamento

E se $\text{Curto}_{\text{Rede}} > \text{Curto}_{\text{LLPD}}$?

Utilizar LLPD para tensões mais elevadas, desde que $\text{BIL}_{\text{LLPD}} < \text{BIL}_{\text{Rede}}$



d24z



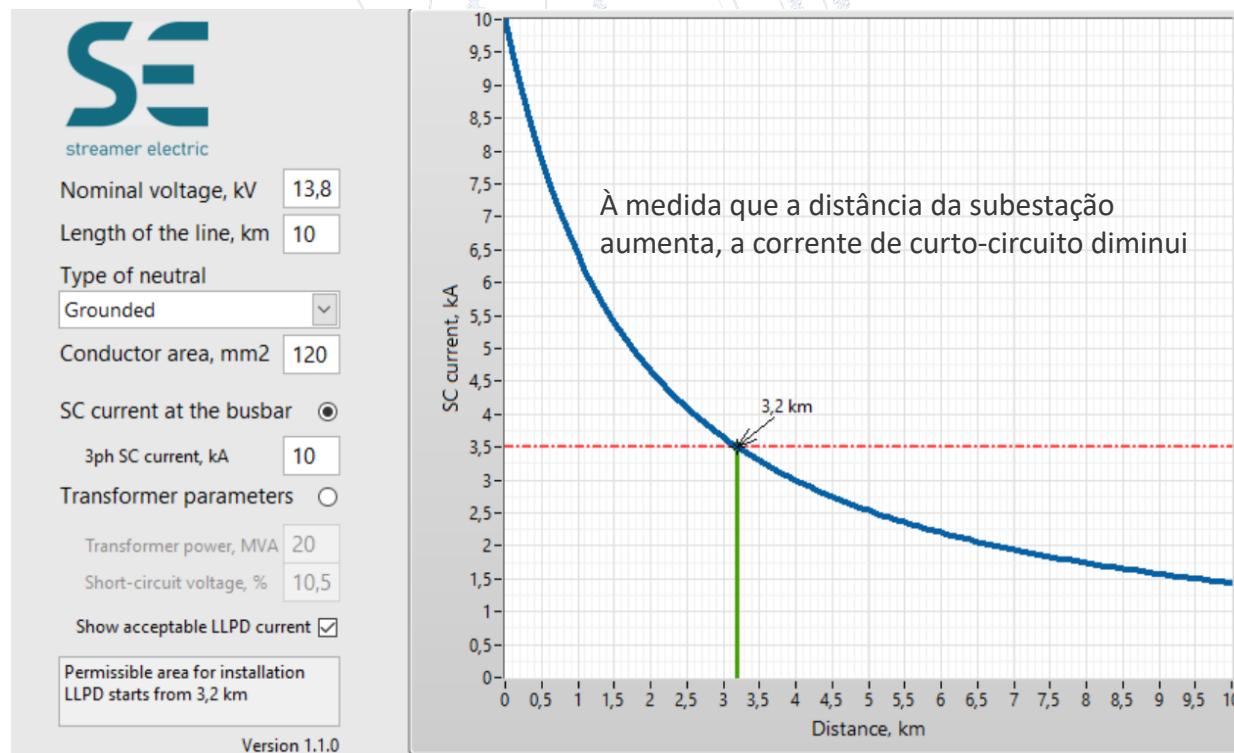
dM35z

Coordenar com o Streamer!



Como calcular a corrente de curto-circuito?

Software Streamer - SCC Calculations (Pode ser gravado em um pen drive)



Como calcular a corrente de curto-circuito?

Software Streamer GROZA

O software Groza baseia-se num método de fórmulas analíticas para avaliar o desempenho das linhas aéreas.

O método baseia-se na representação clássica de linhas e postes aéreos como um circuito equivalente para calcular a corrente crítica do raio para a extinção do isolamento da linha ou LLPD e utiliza o IEEE Std. 1410.

Este software permite efetuar cálculos utilizando LLPD em várias configurações e quantidades e escolher a opção de disposição ideal.

D. Belko, M. Zhitenev

“Implementation of the analytical method for the lightning performance assessment of power line with Line Lightning Protection Devices”,
2019 International Symposium on Lightning Protection (XV SIPDA), São Paulo, Brazil, 30th September – 4th October 2019



Como é que testamos o LLPD?

Nº	Item	Equivalent Norm	Purpose of the test
1	High Current Impulse (4/10 μ s), kA	IEC60099-8 Clause 8.5	Verify the withstand of the LLPD to short but strong impulses
2	Rated follow up current, kA	IEC60099-8 Clause 8.8	Verify that the LLPD does not allow follow current to establish more than ½ cycle
3	U50 standard lightning impulse sparkover, kV	IEC60099-8 Clause 8.4	Verify that the sparkover voltage is and remains under the one of the insulator
4	Lightning discharge capability (200 μ s)	IEC60099-8 Clause 8.6.6	Verify that the LLPD can discharge high level of lightning from direct lightning stroke
5	Vibration Test	IEC60099-8 Clause 8.9.2	Verify that vibration do not affect performance of the arrester
6	Temperature Cycling Test	IEC 60099-8 Clause 8.10.3.1	Verify that temperature and outside conditions do not affect the LLPD performance
7	Impulse Withstand	IEC 60099-8 Clause 8.10.3.1	Verify that the dielectric withstand of the housing (without electrodes)

Atualmente, não dispomos de uma norma internacional para LLPD. No entanto, efetuamos os ensaios de acordo com o programa de ensaios da norma IEC 60099-8:

"Para-raios de óxido metálico com abertura externa em série (EGLA) para linhas aéreas de transmissão e distribuição de sistemas de corrente alternada acima de 1 kV"

CESI



Norma IEC para LLPD

Nova norma para os LLPD



International
Electrotechnical
Commission

Standard for (SAS) Surge Arc Suppressor

IEC 631xx Surge Arc Suppressor - Part 1: Surge Arc
Suppressor (SAS) devices to Protect
Power Line Insulation of systems > 1kV a.c.

INTRODUCTION

This part of IEC 6xxxx applies to non metal-oxide Line Surge Arresters (LSA), known as Surge Arc Suppressor (SAS) devices or Current Limiting Gaps (CLG), that are made of one or several arc quenching chambers for use on transmission and distribution power lines with system voltages > 1kV a.c.

Situação atual: "Fase de proposta".

16.06.2023 O projeto de trabalho da norma foi enviado a 28 países membros para votação.

08.09.2023 Será efetuada a votação.

Depois disso, começaremos a trabalhar no organismo de normalização da CEI.

Ao longo de 2024, deveremos ter a norma CEI final

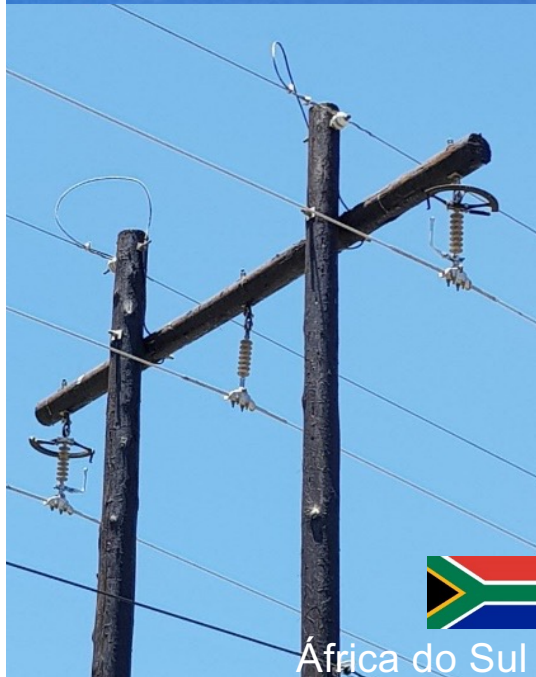
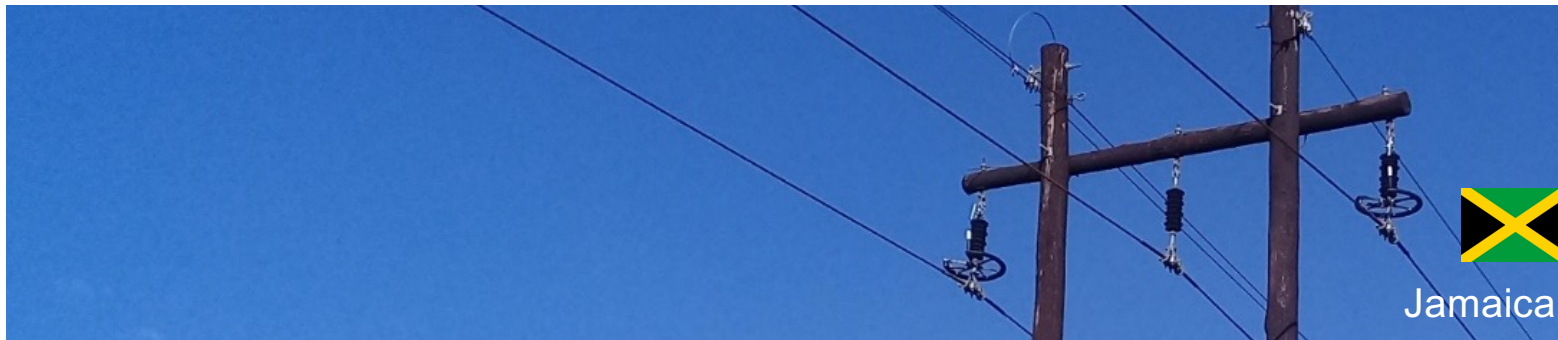


Comparação de Desempenho entre Pára-Raios e LLPDs

Características	Desempenho Comparativo	
	Pára-Raios	LLPDs
Capacidade de trabalhar com valores elevados de resistência de terra	-	+
Não necessita de manutenção: Conceito "Monta & Esquece"	-	+
Resiste a descargas atmosféricas diretas (elevada capacidade de descarga)	-	+
Não facilita a interrupção da linha quando danificado	-	+
Supressão da corrente de curto de retorno	+	+
Proteção contra sobretensão de manobra	+	-



Exemplo de instalações



Exemplo de instalações

Antes da instalação dos LLPDs			
País	Duração da Pesquisa	Corte de energia devido a raios	Taxa de descargas por 100 km
China	601 dias	9	~55
Indonesias	365 dias	4	~100
Malaysia	182 dias	14	~56

Após a Instalação dos LLPDs			
Duração da Pesquisa	Duração da Pesquisa	Corte de energia devido a raios	Taxa de descargas por 100 km
354 days	601 dias	0	~0
365 days	365 dias	0	~0
182 days	182 dias	1	~4



Exemplo de instalações. TNB (Malaysia)



CIRED 2021 Conference

20 – 23 September 2021

Paper 1033

Conseguiu-se uma **redução de 95%** da taxa de interrupção transitória devido a raios após a instalação do LLPD na Rede aérea de MT, onde o Pára-Raio convencional não é capaz de o fazer nesta área de alta resistividade do solo e alta resistência à terra dos postes.

- a. Interrupções antes da instalação do LLPD (janeiro de 2015 - maio de 2016 - 17 meses) = **63 eventos**
- b. Interrupções após instalações de LLPD (junho de 2016 - março de 2017 - 10 meses) = **3 ocorrências**
- c. **31 dos 180 LLPD** instalados na OHL do estudo de caso **operaram** durante o período de estudo

A tecnologia LLPD reduziu as interrupções transitórias relacionadas com raios e, por conseguinte, **melhorou o SAIDI**.

DISTRIBUTION NETWORK MODERNIZATION IN TNB WITH THE APPLICATION OF LINE LIGHTNING PROTECTION DEVICE ONTO THE 33KV OVERHEAD LINES WITH HIGH SOIL RESISTIVITY IN TENAGA NASIONAL BERHAD – REIMAGINED TNB TOWARDS GRID OF THE FUTURE

Mohd Faris Ariffin¹, Muhammad Fazli Nozlan², Noradlina Abdullah³

^{1,2} Distribution Engineering Centre, Engineering Services, Asset Management Dept., Distribution Network Div., Tenaga Nasional Berhad (TNB), Kajang, Selangor, Malaysia

³ TNB Research Sdn Bhd, Kajang, Selangor, Malaysia

No. 1, Kawasan Institusi Penyelidikan, Jln Ayer Itam, 43000, Kajang, Selangor, Malaysia



Exemplo de instalações. ENEL (Itália)



Em junho de 2022 foram instalados:

- 105 unidades de LLPD dM35z com contadores de picos de tensão
- 110 unidades de LLPD i20z

Próximas etapas:

- Controlo de visita de todos os contadores de picos de tensão em dezembro de 2023
- Duração prevista do projeto-piloto: 18 meses. Conclusão no quarto trimestre de 2024
- Acompanhamento em cooperação com a Universidade de Nápoles



27th International Conference on Electricity Distribution

Rome, 12-15 June 2023

Paper n° 10331

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF LLPDS ON A MV FEEDER OF E-DISTRIBUZIONE

Luigi D'Orazio
Enel Grids – IT
luigi.d'orazio@enel.com

Amedeo Andreotti
University of Naples "Federico II" – IT
andreat@unina.it

Jean Baptiste Frain
STREAMER – FR
jb.frain@streamer-electric.com

Ivano Gentilini
Enel Grids – IT
ivano.gentilini@enel.com

Nagananthini Ravichandran
University of Naples "Federico II" – IT
nagananthini.ravichandran@unina.it

Antonello Greco
Enel Grids – IT
antonello.greco@enel.com

Gianluca Di Felice
E-Distribuzione – IT
gianluca.dife@e-distribuzione.com

Daniela Proto
University of Naples "Federico II" – IT
daniela.proto@unina.it

Ludovico Spitilli
E-Distribuzione – IT
ludovico.spitilli@e-distribuzione.com



www.texpi.com.br – End: Rod. Raul de Azevedo Macedo, 10.002

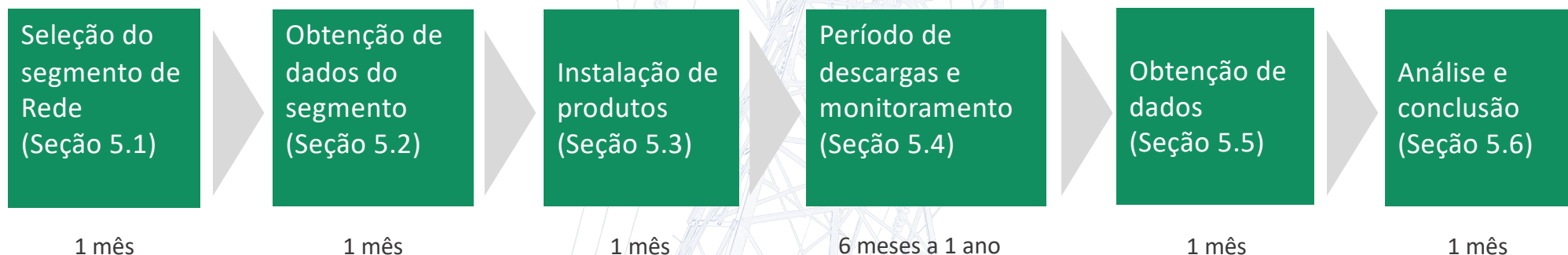
Estr. Bateias, Campo Largo, PR, CEP 83648-000, Tel. 41-3393-2122

Procedimento para Projetos-piloto



Método de ensaio em campo e etapas

Índice Isoceráunico, nuvem ao solo: flashes/km ² /ano	Comprimento sugerido da secção da linha-piloto: km
0,4 → 1	100
1 → 2	40
2 → 3	20
3 → 4	13
4 → 6	10
6 → 10	6
> 10	4



Obtenção de dados

Registrador de falhas de linha

Ajudará a qualificar a seção da linha responsável pelos disparos na subestação ou no religador

Dados dos raios

Ajudará a diferenciar o disparo na subestação ou no religador devido a um raio ou a outras causas

Produtos
Linha de teste
piloto Validação

Registrador dos religadores

Ajudará a qualificar o número de religamentos na rede no período anterior em comparação com período posterior à instalação dos LLPDs

Indicador de vidro / Contador de surtos de tensão

Indica qual o LLPD que atuou e quantas vezes (contador de picos).



De que informações necessitamos para o projeto?

1. Questionário preenchido
2. Desenhos dos arranjos de postes (incluindo fotografias dos arranjos típicos)
3. Como podem ser postes de diferentes tipos, é necessário especificar a quantidade de postes de cada tipo.
4. Dados sobre as interrupções da rede, valores de curto-circuitos e localização nos últimos 2 ou 3 anos, e a sua correlação com os registros de raios.
5. Necessária a possibilidade de monitorar as interrupções, valores de curto-circuito e localização durante o projeto-piloto.
6. Verificar se existe um sistema de detecção de raios na rede piloto



Perguntas e Respostas



Perguntas e Respostas

P: Qual a vida útil dos LLPDs?

R: 20 anos



Perguntas e Respostas

P: Como o LLPD é aterrado e qual a impedância de terra requerida?

R: O LLPD não requer nenhum aterramento especial, a não ser que esteja instalado próximos a transformadores.

Neste caso, é altamente recomendado uma resistência de aterramento entre 10 e 30 Ohm.



Perguntas e Respostas

P: Porque e quando é recomendado o uso de LLPDs no lugar de Pára -Raios?

R: O LLPD é caracterizado pela sua habilidade em suportar raios diretos de alta intensidade graças ao seu Sistema “EQ system”. Portanto, é altamente recomendado seu uso ao longo de toda a rede de distribuição para proteção de flashovers em isoladores e interrupções de serviço causadas por decargas atmosféricas. A única aplicação onde o LLPD não é adequado é para a proteção de equipamentos adjacentes como transformadores e emendas / terminações de cabos que devem continuar sendo protegidos por pára-raios.



Perguntas e Respostas

P: É necessária a instalação de um LLPD em todas as fases e em todos os postes / torres?

R: Icom o objetivo de alcançar a o máximo resultado possível (ou seja, máximo grau de proteção de uma rede), é recomendada a instalação de um LLPD em cada fase em todos os postes e torres.

Entretanto, no caso de recursos limitados, cálculos são executados para se atingir o melhor resultado custo x benefício da aplicação de LLPDs ao longo da rede.

Frequentemente existem segmentos da rede que estão muito mais sujeitos a descargas do que outros, sendo portanto os maiores responsáveis pelos desligamentos. Ao equipar estes trechos com LLPDs, a maioria dos problemas são resolvidos.



Perguntas e Respostas

P: Um LLPD pode ser instalado numa rede existente sem a necessidade de substituição dos isoladores e ferragens existentes?

R: Absolutamente sim. Temos uma grande variedade de suportes e ferragens para tornar possível a instalação do LLPD em virtualmente qualquer arranjo sem a necessidade de substituição de qualquer item. Mesmo que tenha um poste ou torre com um arranjo especial, poderemos desenvolver ferragens específicas para este caso.



Perguntas e Respostas

P: O que acontece se um pássaro ou outro animal curto-circuitar o gap de ar entre o LLPD e o condutor?

R: Nada acontece porque além do gap de ar eletrodo-cabo, o LLPd também tem um grande número de gaps dentro de sua estrutura, provendo o necessário isolamento e protegendo os animais da tensão máxima do sistema.



Obrigado!

