

# Perguntas frequentes LLPD

## O que é um LLPD?

LLPD é uma abreviatura que significa “Line Lightning Protection Device”, e representa um grupo de aparelhos de alta tensão baseados em uma tecnologia totalmente nova para a proteção de linhas aéreas contra a queda de raios.

## Quais são as principais características dos LLPDs que os distinguem das formas convencionais de proteção de linhas aéreas contra raios?

O princípio de funcionamento dos LLPDs baseia-se no processo de dissipação de energia, o que confere a esta gama de dispositivos um dos seus principais benefícios – a capacidade de resistir a fortes descargas diretas de raios. Isso é possível porque, ao contrário dos para-raios convencionais, os LLPDs não absorvem a enorme energia dos raios diretos. Quando os LLPDs encontram um grande impulso atmosférico, seu sistema EasyQuench opera e dissipa a energia da sobretensão causada pelo relâmpago no ar ambiente. No entanto, parte da energia é desviada para o solo, mas o mais importante é que durante a operação o produto não seja danificado pela energia armazenada na sobretensão.

## Qual é a expectativa de vida garantida dos LLPDs?

20 anos.

## Como os LLPDs são aterrados e qual impedância de aterramento é necessária?

Os LLPDs não requerem nenhum aterramento especial, a menos que sejam instalados próximos a transformadores. Nesse caso, é altamente recomendável fornecer pelo menos 10-30 Ohm.

## Por que e quando é recomendado usar LLPDs em vez de pára-raios de linha?

Os LLPD são caracterizados pela capacidade de resistir a fortes descargas atmosféricas graças ao sistema EasyQuench, portanto, é altamente recomendável usá-los ao longo de toda a linha para proteger isoladores de flashovers e desligamentos além de substituir quaisquer para-raios de linha convencionais. A única aplicação que ainda não está coberta pelo LLPD é a proteção de equipamentos, como transformadores de força e ou terminações de cabos isolados.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## É necessário instalar um LLPD em cada isolador de fase em cada torre?

Para obter o maior efeito possível (ou seja, o grau máximo de proteção de uma linha), recomenda-se instalar o LLPD em cada poste/torre.

No entanto, devido às limitações de orçamento, cálculos são realizados para definir a forma mais eficiente de implantação de LLPDs na linha. Muitas vezes, existem algumas seções específicas que estão muito mais sujeitas a raios e são responsáveis pela maioria das interrupções. Ao proteger estas áreas, a maioria dos problemas pode ser evitada. A Streamer desenvolveu um software especial que pode ajudar a executar os cálculos e simulações necessários para propor a solução mais adequada, dependendo do orçamento disponível, parâmetros da linha, densidade de quedas de raios, perfil do terreno, resistência de terra e objetivo de desempenho contra surtos desejado.

Aqui estão as recomendações gerais sobre a proteção de redes com boa conexão de aterramento:

Postes aterrados	
IOV	DLS
1 pc por poste com alternância de fase	1, 2 ou 3 peças por poste
* dependendo dos parâmetros da linha, como: <ul style="list-style-type: none"><li>• Densidade de raios</li><li>• Perfil do terreno</li><li>• Fator de blindagem</li><li>• Geometria da linha</li><li>• Resistência de terra</li><li>• ... e outros fatores</li></ul>	



Distribuidor Autorizado no Brasil



## Tudo bem, eu tenho um orçamento limitado, mas gostaria de experimentar alguns LLPDs. Quais seções da linha devem ser protegidas primeiro?

As seguintes áreas devem ser consideradas primeiro ao escolher a seção adequada onde os LLPDs serão implantados:

- Áreas abertas sem blindagem natural
- Áreas montanhosas
- Travessias de rios
- Seções sujeitas a relâmpagos frequentes
- Áreas com pouca acessibilidade

Normalmente, as seções da linha que estão localizadas nas áreas mencionadas acima são responsáveis pela maioria das interrupções causadas por raios. Ao protegê-los, elimina-se a maioria das interrupções. No entanto, o nível de melhora de desempenho nas interrupções depende fortemente da qualidade dos dados de entrada e da forma como os dados são processados. Sendo assim, é fundamental usar ferramentas de cálculo especializado para analisar a maneira ideal de alocar os LLPDs ao longo da linha.

## Um LLPD pode ser instalado em uma linha existente sem a necessidade de troca de isoladores ou hardware de montagem?

Absolutamente sim. Existem muitos suportes e conexões que possibilitam a instalação dos LLPDs em praticamente qualquer arranjo sem a necessidade de alterar nada no projeto existente. Mesmo que haja algum isolador de torre ou linha muito específico, uma equipe de engenheiros de projeto altamente qualificados e experientes estará disponível para desenvolver rapidamente o arranjo de instalação necessário.

## Por que preciso definir um espaço de ar entre os LLPDs e os condutores?

O conceito operacional dos LLPDs implica a introdução de um GAP em série que evita seu desgaste bem como o dos itens que estão diretamente conectados aos condutores energizados. Como não há conexão direta com o condutor, não há corrente de fuga ao longo da superfície do LLPD e, portanto, não há risco de descarga pela sua superfície.



Distribuidor Autorizado no Brasil

## Por que há uma faixa de valores de GAP? Como defino o valor adequado do GAP?

Cada valor de GAP tem um valor mínimo e máximo. Isso acontece porque todo o sistema com o GAP em série com o LLPD deve garantir uma operação confiável sob a tensão máxima da rede o produto será instalado, além atender à coordenação de isolamento de tal forma que a operação do LLPD seja mais rápida que a do isolador de linha, protegendo-o de um possível flashover causado pela queda de um raio.

O valor mínimo do GAP é selecionado de acordo com a tensão máxima de regime onde produto será instalado, enquanto o valor máximo do GAP é determinado a partir dos resultados do estudo da coordenação de isolamento da rede.

Assim, se o valor do GAP for definido menor que os valores mínimos recomendados, pode haver algum arco inesperado e indesejado sob regime normal. Se, por algum motivo, o valor do GAP for muito grande, o produto pode não ser capaz de garantir uma operação confiável que proteja o isolador quando sujeito a sobretensões induzidas por raios.

Normalmente, a faixa de valores do GAP é indicada tanto no catálogo LLPD quanto no Manual de Operação do tipo específico de LLPD.

Normalmente, há uma certa faixa de valores de GAP para diferentes tensões de linha e tipos de isoladores, portanto, a melhor abordagem é escolher o valor intermediário desta faixa. No entanto, não há problema em torná-lo um pouco menor ou maior desde que dentro do intervalo recomendado.

## O que acontece se um pássaro ou animal preencher o GAP de ar entre um LLPD e um condutor?

Nada acontece, pois, além do GAP principal, há muitos pequenos GAPs dentro de cada dispositivo. Eles são suficientes para evitar problemas sob tensão nominal quando um pássaro fecha o GAP principal. No entanto, isso é válido para eventos relativamente curtos (como a passagem de um animal). Portanto, é importante manter o GAP dentro da faixa de valores exigida.

## De que tipo de queda de raio um LLPD pode proteger?

Falando sobre a queda de um raio em uma linha aérea, precisamos distinguir dois tipos principais: A) Um raio direto que ocorre quando um raio atinge diretamente alguma parte específica da linha aérea, por exemplo, um poste/torre, uma blindagem aérea/cabo de terra, ou um condutor de fase, e B) Uma sobretensão induzida que aparece nos condutores de uma seção da linha quando o raio cai nas imediações da linha, como em árvores, casas, torres de telecomunicações ou simplesmente diretamente na terra. Os LLPDs são projetados para mitigar as consequências deletérias de ambos os tipos de queda de raios em linhas aéreas.



Distribuidor Autorizado no Brasil



Esses dois fenômenos são bastante diferentes em seus parâmetros físicos, como tensão, corrente, energia. Uma queda de raio direta típica é uma sobretensão com os seguintes parâmetros: corrente de 30 kA e tensão de 6.000 kV; Quando se trata de sobretensão induzida, sua tensão dificilmente ultrapassa 300 kV.

## Qual o procedimento típico de manutenção LLPD?

Não são necessários testes nem verificações seja antes da instalação ou durante a operação dos LLPDs (Line Lightning Protection Devices).

No entanto, recomenda-se realizar uma inspeção visual dos LLPDs uma vez por ano durante a rotina regular de verificação da linha aérea.

Quando uma inspeção visual é realizada, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- Valor da distância do GAP
- A posição relativa entre os componentes adjacentes aos LLPDs (por exemplo, anéis superior e inferior). Se houver algum deslocamento, ele deve ser corrigido e os componentes devem ser fixados com segurança na posição adequada.
- Posição do jumper - não deve estar muito perto de partes vivas.

Além disso, uma verificação das conexões aparafusadas dos componentes dos LLPDs aos isoladores compostos e suportes deve ser realizada durante a inspeção. Se possível, também deve ser realizada a substituição de indicadores de operação se estes foram acionados.

## Existem peculiaridades na proteção de postes com BIL naturalmente elevado (composto ou madeira) contra queda de raios usando LLPDs?

Antes de mais nada, é necessário destacar que as sobretensões induzidas não são um problema para este tipo de postes, pois sua amplitude ( $\leq 300$  kV) não ultrapassará o nível básico de isolamento do sistema "isolador + cruzeta + polo". Portanto, nenhuma falta fase-terra é possível neste caso. Como o BIL do conjunto "isolador + cruzeta + isolador" também é muito acima de 300kV, não são possíveis falhas fase-fase.

Sendo assim, a única coisa que deve ser considerada em caso de queda de raios nas proximidades que criam sobretensões induzidas na linha, são as ondas viajantes que podem danificar os pára-raios instalados nos terminais de transformadores montados em postes ou na entrada de uma subestação.

Se uma linha em postes de madeira ou compostos for submetida a um raio direto, a amplitude da sobretensão será alta o suficiente para exceder o nível de isolamento básico tanto do conjunto "isolador + cruzeta + poste" quanto do conjunto "isolador + cruzeta + isolador". Para o primeiro caso, não serão



Distribuidor Autorizado no Brasil

produzidas falhas permanentes porque o arco de potência não será capaz de se sustentar. Já no segundo caso, um flashover acontecerá e causará um desligamento. Além disso, as ondas viajantes continuarão se propagando ao longo da linha e podem atingir aparelhos vulneráveis, como transformadores montados em postes ou transformadores de potência em subestações. Se eles estiverem protegidos com pára-raios, estes provavelmente serão danificados pela enorme energia das ondas viajantes.

Para resumir, aqui estão as instruções sobre a utilização de LLPDs para postes com BIL naturalmente elevado:

Postes sem aterramento	
IOV	DLS
Nenhuma proteção real necessária, a menos que haja postes com isolamento "fraco", ou postes aterrados	1, 2 ou 3 peças por poste
A proteção contra ondas viajantes é altamente recomendada	<p>* dependendo dos parâmetros da linha, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidade que da de raios</li> <li>• Perfil do terreno</li> <li>• Fator de blindagem</li> <li>• Geometria da linha</li> <li>• Resistência da base</li> <li>• ... e outros fatores</li> </ul>



Distribuidor Autorizado no Brasil

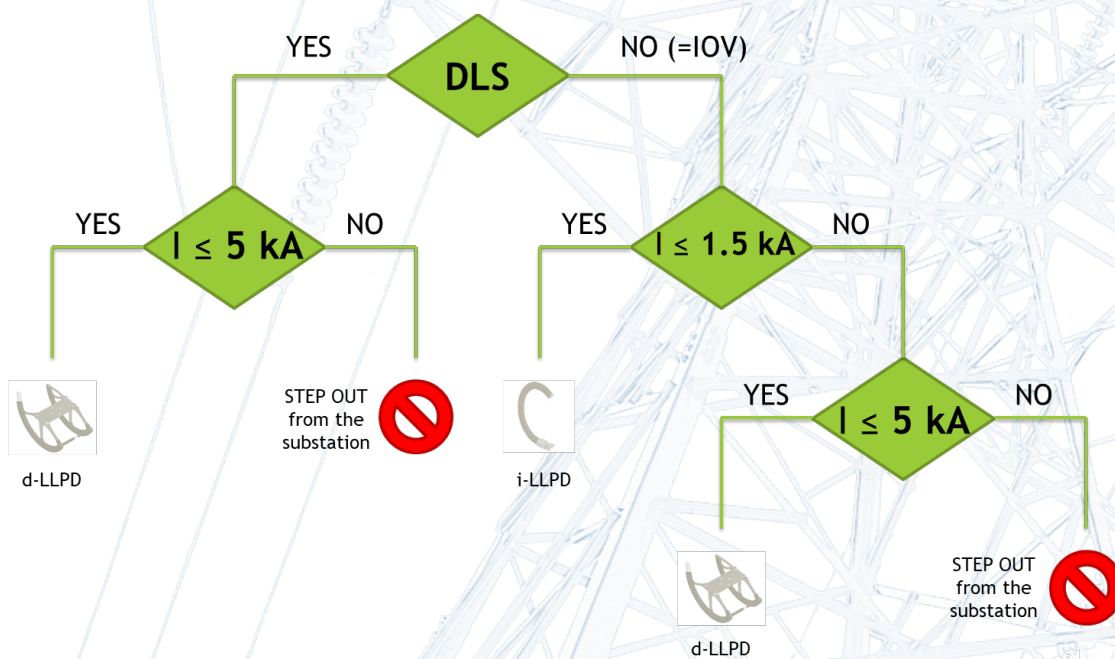


## Existem limitações críticas para o desempenho adequado dos LLPDs?

Dado que o princípio do funcionamento exige a interrupção da corrente falta à frequência industrial que surge imediatamente após a sobretensão da descarga atmosférica, é extremamente importante certificar-se que este nível de curto-circuito esteja abaixo do máximo valor permitido. Os LLPDs destinados exclusivamente à proteção de linhas aéreas contra sobretensões induzidas (os chamados i-LLPDs) têm desempenho apenas para as seções de rede com nível de corrente curto abaixo de 1,5 kA.

Já os LLPDs que se destinam a descargas diretas de raios e sobretensões induzidas (os chamados d-LLPDs) têm nível de corrente de curto maior – 5,0 kA.

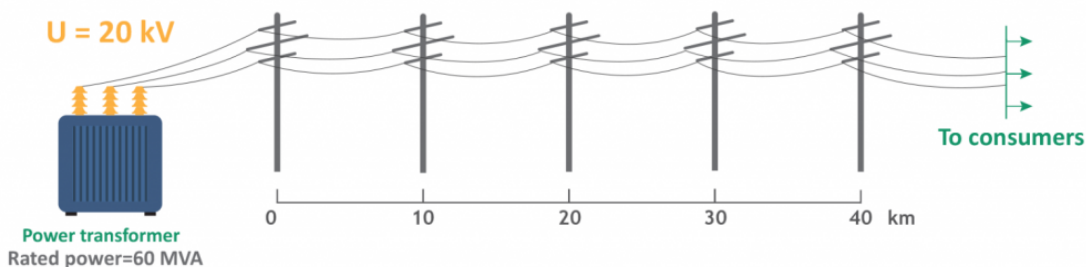
Abaixo você pode encontrar um fluxograma de seleção:



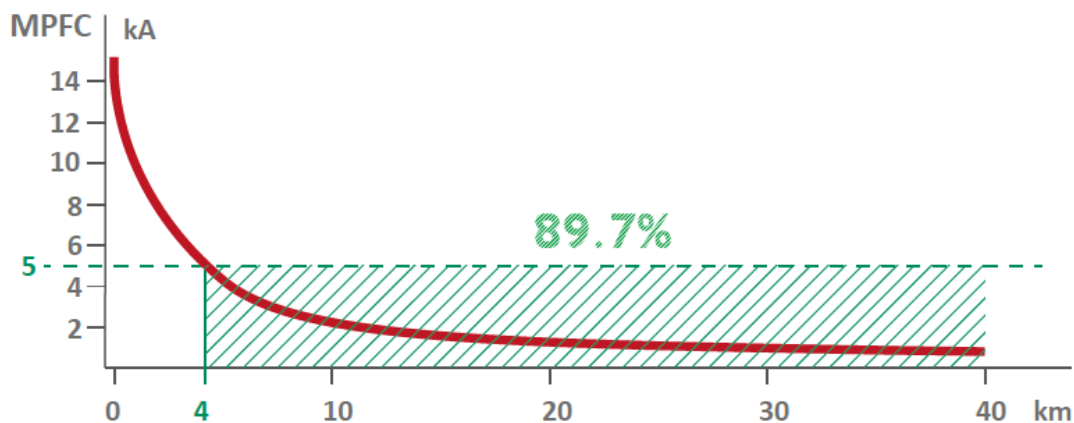
Distribuidor Autorizado no Brasil

# Guia de Aplicação do LLPD

O valor do nível de curto-circuito depende da distância ao transformador de potência, que alimenta a falha. Vamos considerar um exemplo



Para este exemplo, a corrente de falta é inferior a 5 kA (capacidade máxima de interrupção de curto-circuito do LLPD) em 89,7% da extensão da rede. É possível instalar o primeiro LLPD a 4 km da subestação.



Distribuidor Autorizado no Brasil



## Proteção contra Raios Diretos (DLS)\*

Tensão Máxima, kV*	12	17,5	24	40,5	52	72,5
Nível de curto, kA***	<5	<5	<5	<5	<5	<5
LLPD dC10z / dS10z	+					
LLPD dC20z	+	+	+			
LLPD d24z	+	+	+			
LLPD dM35z				+		
LLPD d45z					+	
LLPD d69z						+



Distribuidor Autorizado no Brasil

## Proteção contra Tensões Induzidas (IOV)\*

Tensão máxima, kV*	12		17,5		24	
Corrente de curto, kA***	<1,5	<5	<1,5	<5	<1,5	<5
LLPD i20z	+		+		+	
LLPD dC10z / dS10z	+	+				
LLPD dC20z	+	+	+	+	+	+
LLPD d24z	+	+	+	+	+	+

Nota: Os dados acima correspondem a altitudes até 1000 metros

\* Indicações básicas de uso LLPD série d: áreas abertas sem blindagem natural; áreas montanhosas; travessias de rios; seções sujeitas a relâmpagos frequentes; áreas com pouca acessibilidade.

\*\* De acordo com IEC 60038

\*\*\* No local de instalação do LLPD. No caso do nível de curto ser superior a 5 kA, verifique as informações abaixo

\*\*\*\* Caso a linha aérea esteja localizada a uma altitude de 1000 m ou superior, consulte a página 13



Distribuidor Autorizado no Brasil