

MARIO IKEDA
Engenheiro Eletricista
CREA Nº0600918701

ELÉTRICA
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA

Nº DOC:	1718-EL-MC-01		
Nº CLIENTE:	---		
OS:	1718	REV.:	0
DATA:	09/10/2017	FL.:	1/16

CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

ELÉTRICA
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA

0	AVG	CS	MI	09/10/17	EMIÇÃO INICIAL / PARA INFORMAÇÃO
REVISÃO	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO / PROPÓSITO DA EMISSÃO

MARIO IKEDA
Engenheiro Eletricista
CREA Nº0600918701

ELÉTRICA
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA

Nº DOC: 1718-EL-MC-01
Nº CLIENTE: ---
OS: 1718 REV.: 0
DATA: 09/10/2017 FL.: 2/16

CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

CONTROLE DE REVISÃO DO DOCUMENTO

1. Deverá ser emitido o documento completo onde será indicado a folha revisada, conforme tabela abaixo.

Revisão	0	1	2	3	4	5	Revisão	0	1	2	3	4	5	Revisão	0	1	2	3	4	5
Folha							Folha							Folha						
1	X						21							41						
2	X						22							42						
3	X						23							43						
4	X						24							44						
5	X						25							45						
6	X						26							46						
7	X						27							47						
8	X						28							48						
9	X						29							49						
10	X						30							50						
11	X						31							51						
12	X						32							52						
13	X						33							53						
14	X						34							54						
15	X						35							55						
16	X						36							56						
17							37							57						
18							38							58						
19							39							59						
20							40							60						

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

01) Projeto Executivo - Wikilab

NOTAS

MARIO IKEDA		ELÉTRICA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
Engenheiro Eletricista		MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº CLIENTE: ---	
CREA Nº0600918701				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 3/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

1- Objetivo:

Este documento tem por finalidade determinar a necessidade, de implantação de uma proteção contra descargas atmosféricas e nos casos onde for necessária a implantação calcular os parâmetros necessários para a elaboração do projeto de SPDA.

2- Introdução:

Descargas atmosféricas para a terra podem ser perigosas para as estruturas e para as linhas de energia e de sinal.

Os perigos para uma estrutura podem resultar em:

- a) Danos à estrutura e ao seu conteúdo;
- b) Falhas aos sistemas eletroeletrônicos associados;
- c) Ferimentos a seres vivos dentro ou perto das estruturas.

Os efeitos consequentes dos danos e falhas podem ser estendidos às vizinhanças da estrutura ou podem envolver o meio ambiente.

Para reduzir as perdas devidos às descargas atmosféricas, podem ser necessárias medidas de proteção. Quando estas são necessárias, e em qual medida, deve ser determinado pela análise de risco.

O risco, definido pela norma ABNT NBR 5419:2015 como a provável perda média anual em uma estrutura devido às descargas atmosféricas, depende de:

- a) O número anual de descargas atmosféricas que influenciam a estrutura;
- b) A probabilidade de dano por uma das descargas atmosféricas que influenciam;
- c) A quantidade média das perdas causadas.

As descargas atmosféricas que influenciam a estrutura podem ser divididas em:

- a) Descargas diretas à estrutura;
- b) Descargas próximas à estrutura, diretas às linhas conectadas (linhas de energia, linhas de telecomunicações) ou perto das linhas.

Descargas atmosféricas diretas à estrutura ou a uma linha conectada podem causar danos físicos e perigo à vida.

Descargas atmosféricas próximas à estrutura ou à linha, assim como as descargas atmosféricas diretas à estrutura ou à linha, podem causar falhas dos sistemas eletroeletrônicos devido às sobre-tensões resultantes do acoplamento resistivo e indutivo destes sistemas com a corrente da descarga atmosférica.

Entretanto, as falhas causadas pelas sobretensões atmosféricas nas instalações do usuário e nas linhas de suprimento de energia podem também gerar sobretensões do tipo de chaveamento nas instalações.

NOTA: O mau funcionamento dos sistemas eletroeletrônicos não é coberto pela série ABNT NBR 5419:2015. Para tanto, recomenda-se consultar a IEC 61000-4-5.

O número das descargas atmosféricas que influenciam a estrutura depende das dimensões e das características das estruturas e das linhas conectadas, das características do ambiente da estrutura e das linhas, assim como da densidade de descargas atmosféricas para a terra na região onde estão localizadas a estrutura e as linhas.

A probabilidade de danos devido à descarga atmosférica depende da estrutura, das linhas conectadas, e das características da corrente da descarga atmosférica, assim como do tipo e da eficiência das medidas de proteção efetuadas.

A quantidade média da perda consequente depende da extensão dos danos e dos efeitos consequentes, os quais podem ocorrer como resultado de uma descarga atmosférica.

MARIO IKEDA		ELÉTRICA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
Engenheiro Eletricista		MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº CLIENTE: ---	
CREA Nº0600918701				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 4/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

O efeito das medias de proteção resulta das características de cada medida de proteção e pode reduzir as probabilidades de danos ou a quantidade média da perda consequente.
A decisão de prover uma proteção contra descargas atmosféricas pode ser tomada independentemente do resultado da análise de risco, onde exista o desejo de que não haja este.

3- Referências normativas:

ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios Gerais;
ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de Risco;
ABNT NBR 5419-3:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estrutura e perigos à vida;
ABNT NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

4- Símbolos e abreviaturas:

a	Taxa de amortização
A _D	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas a uma estrutura isolada
A _{DJ}	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas a uma estrutura adjacente
A _D	Área de exposição equivalente atribuída a uma saliência elevada na cobertura
A _I	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha
A _L	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha
A _M	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura
B	Edificação
C _D	Fator de localização
C _{DJ}	Fator de localização de uma estrutura adjacente
C _E	Fator ambiental
C _I	Fator de uma instalação de uma linha
C _L	Custo anual das perdas totais na ausência de medidas de proteção
C _{LD}	Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas na linha
C _{LI}	Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas perto da linha
C _{LZ}	Custo de perdas em uma zona
C _P	Custo das medidas de proteção
C _{OM}	Custo anual das medidas de proteção selecionadas
C _{RL}	Custo anual de perdas residuais
C _{RLZ}	Custo de perdas residuais em uma zona
C _T	Fator de tipo de linha para um transformador AT/BT na linha
C _a	Valor de animais em uma zona, em espécie
C _b	Valor do edifício relevante a zona, em espécie
C _c	Valor do conteúdo em uma zona, em espécie
C _e	Valor total dos bens em locais perigosos fora da estrutura, em espécie
C _s	Valor dos sistemas internos (incluindo suas atividades) em uma zona, em espécie
C _t	Valor total da estrutura, em espécie
C _z	Valor do patrimônio cultural em uma zona, em espécie
D1	Ferimentos a seres vivos por choque elétrico
D2	Danos físicos
D3	Falhas de sistemas eletroeletrônicos
h _z	Fator de aumento de perda quando um perigo especial está presente
H	Altura da estrutura
H _J	Altura de uma estrutura adjacente
i	Taxa de juros
K _{MS}	Fator relevante ao desempenho das medidas de proteção contra LEMP
K _{S1}	Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura

MARIO IKEDA		ELÉTRICA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
Engenheiro Eletricista		MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº CLIENTE: ---	
CREA Nº0600918701				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 5/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

K_{S2}	Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura
K_{S3}	Fator relevante as características do cabeamento interno
K_{S4}	Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema
L	Comprimento da estrutura
L_a	Comprimento da estrutura adjacente
L_A	Perda relacionada aos ferimentos a seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas à estrutura)
L_B	Perda em uma estrutura relacionada a danos físicos (descargas atmosféricas à estrutura)
	Comprimento de uma seção da linha
L_C	Perda relacionada a falha dos sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)
L_E	Perda adicional quando os danos envolvem estruturas ao redor
L_F	Perda em uma estrutura devido a danos físicos
L_{FE}	Perda devido a danos físicos fora da estrutura
L_{FT}	Perda total devido a danos físicos dentro e fora da estrutura
L_M	Perda relacionada à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto de uma estrutura)
L_O	Perda em uma estrutura devido à falha de sistemas internos
L_T	Perda devido a ferimentos por choque elétrico
L_U	Perda relacionada a ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas na linha)
L_V	Perda em uma estrutura devido a danos físicos (descargas atmosféricas na linha)
L_W	Perda devido à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas na linha)
L_X	Perda consequente a danos relevantes a estrutura
L_Z	Perda relacionada à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas na linha)
L_1	Perda de vida humana
L_2	Perda de serviço ao público
L_3	Perda de patrimônio cultural
L_4	Perda de valor econômico
m	Taxa de manutenção
N_X	Número de eventos perigosos por ano
N_D	Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura
N_{DJ}	Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura adjacente
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra
N_I	Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas perto de uma linha
N_L	Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas a uma linha
N_M	Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas perto de uma estrutura
n_Z	Número de possíveis pessoas em perigo (vítimas ou usuários não servidos)
n_t	Número total de pessoas (ou usuários atendidos) esperado
P	Probabilidade de danos
P_A	Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas à estrutura)
P_B	Probabilidade de danos físicos à estrutura (descargas atmosféricas à estrutura)
P_C	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)
P_{EB}	Probabilidade de reduzir P_U e P_V dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento quando EB (ligação equipotencial) é instalada
P_{LD}	Probabilidade de reduzir P_U , P_V e P_W dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas na linha conectada)
P_{LI}	Probabilidade de reduzir P_Z dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
P_M	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
P_{MSI}	Probabilidade de reduzir P_M dependendo da blindagem, cabeamento e da tensão suportável do equipamento
P_{SPD}	Probabilidade de reduzir P_C , P_M , P_W e P_Z quando um sistema coordenado de DPS está instalado
P_{TA}	Probabilidade de reduzir P_A dependendo das medidas de proteção contra tensões de toque e

MARIO IKEDA		ELÉTRICA		N° DOC: 1718-EL-MC-01	
Engenheiro Eletricista		MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		N° CLIENTE: ---	
CREA Nº0600918701				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 6/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		





	passo
P_U	Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
P_V	Probabilidade de danos físicos à estrutura (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
P_W	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas na conectada)
P_X	Probabilidade de danos relevantes à estrutura (descargas atmosféricas à estrutura)
P_Z	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
r_t	Fator de redução associado ao tipo de superfície do solo
r_f	Fator redutor de perda dependente do risco de incêndio
r_p	Fator redutor de perda devido às precauções contra incêndio
R	Risco
R_A	Componente de risco (ferimentos a seres vivos - descarga atmosférica na estrutura)
R_B	Componente de risco (danos físicos na estrutura - descarga atmosférica na estrutura)
R_C	Componente de risco (falha dos sistemas internos - descarga atmosférica na estrutura)
R_M	Componente de risco (falha dos sistemas internos - descarga atmosférica perto da estrutura)
R_S	Resistência da blindagem por unidade de comprimento de um cabo
R_T	Risco tolerável
R_U	Componente de risco (ferimentos a seres vivos - descarga atmosférica na linha conectada)
R_V	Componente de risco (danos físicos na estrutura - descarga atmosférica na linha conectada)
R_W	Componente de risco (falha dos sistemas internos - descarga atmosférica na linha conectada)
R_X	Componente de risco para uma estrutura
R_Z	Componente de risco (falha dos sistemas internos - descarga atmosférica perto da linha)
R_1	Risco de perda de vida humana em uma estrutura
R_2	Risco de perda de serviço ao público em uma estrutura
R_3	Risco de perda de patrimônio cultural em uma estrutura
R_4	Risco de perda de valor econômico em uma estrutura
R'_4	Risco R_4 quando medidas de proteção forem adotadas
S	Estrutura
S	Economia anual de dinheiro
S_L	Seção de uma linha
S_1	Fonte de dano - descargas atmosféricas na estrutura
S_2	Fonte de dano - descargas atmosféricas perto da estrutura
S_3	Fonte de dano - descargas atmosféricas na linha
S_4	Fonte de dano - descargas atmosféricas perto da linha
t_e	Tempo, em horas por ano, da presença de pessoas em locais perigosos fora da estrutura
t_z	Tempo, em horas por ano, que pessoas estão presentes em um local perigoso
T_D	Dias de tempestades por ano
U_W	Tensão suportável nominal de impulso de um sistema
w	Largura da malha
W	Largura da estrutura
W_J	Largura da estrutura adjacente
X	Identificador subscrito do componente de risco relevante
Z_S	Zonas de uma estrutura

CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

5- Análise da quantidade de perda L_x :

A perda L_x se refere à quantidade relativa média de um tipo particular de dano para um evento perigoso causado por uma descarga atmosférica considerando a sua extensão e os efeitos.

O valor de perda L_x varia com o tipo de perda considerada:

Descarga atmosférica		Estrutura	
Ponto de impacto	Fonte de danos	Tipo de danos	Tipo de perdas
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4

^a Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.
^b Somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Tabela 1, ABNT NBR 5419-2:2015, pg.15

Fontes dos danos

- a) S1: descargas atmosféricas na estrutura;
- b) S2: descargas atmosféricas perto da estrutura;
- c) S3: descargas atmosféricas na linha;
- d) S4: descargas atmosféricas perto da linha.

Tipos de danos:

- a) D1: ferimentos aos seres vivos por choque elétrico;
- b) D2: danos físicos;
- c) D3: falhas de sistemas eletroeletrônicos.

Tipos de perdas:

- a) L1: perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- b) L2: perda de serviço ao público;
- c) L3: perda de patrimônio cultural;
- d) L4: perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo e perdas de atividades).

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
				Nº CLIENTE: ---	
				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 8/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

Relevância de perdas para o tipo de estrutura:

É de responsabilidade da autoridade que tenha jurisdição identificar o valor do risco tolerável. Valores representativos de risco tolerável R_T , onde as descargas atmosféricas envolvem perdas de vida humana ou perda de valores sociais ou culturais, são fornecidos na Tabela 4 da ABNT NBR 5419-2:2015.

Em princípio, para perda de valor econômico (L4), a rotina a ser seguida é a comparação custo/benefício dada no anexo D da NBR 5419-2:2015. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, o valor representativo de risco tolerável $R_T = 10^{-3}$ pode ser utilizado.

6- Características da estrutura e do meio ambiente:

Para a determinação do valor da Densidade de descargas atmosféricas para terra N_G , consultar o site: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/

O valor adotado é de 10,7 Ng.

Os dados da dimensão da estrutura (largura, comprimento e altura) são obtidos através de levantamento de campo ou informações de projeto e foram adotadas as seguintes dimensões:

Comprimento (m): 10,9 Largura (m): 4,5 Altura (m): 4,7

Área de exposição equivalente da estrutura (m²): 1107,91003546

Os dados para o fator de localização da estrutura C_D são dados na tabela A.1 da ABNT NBR 5419-2:2015, e foi adotada a seguinte opção:

Estrutura cercada por objetos mais altos

Os dados para a probabilidade P_B de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos são dados na tabela B.2 da ABNT NBR 5419-2:2015, e foi adotada a seguinte opção:

Estrutura não protegida por SPDA

Na tabela B.7 da ABNT NBR 5419-2:2015 é dado o valor da probabilidade P_{EB} em função do NP para o qual os DPS foram projetados. Para a definição de valor para ligação equipotencial foi adotado:

DPS: III-IV

Para os valores da blindagem espacial externa, dados na Tabela B.5 da ABNT NBR 5419-2:2015, foi adotada a seguinte opção:

Não blindado (grandes laços > 10 m²)

7- Linha de energia:

Definir o comprimento de uma seção da linha L_L (em m). Quando o comprimento L_L da seção da linha é desconhecido, $L_L = 1000$ m é assumido conforme itens A.4 e A.5, da ABNT NBR 5419-2:2015.

Comprimento (m): 25

O fator de instalação da linha C_i é encontrado na Tabela A.2 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Enterrado

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01 Nº CLIENTE: --- OS: 1718 REV.: 0 DATA: 09/10/2017 FL.: 9/16
CLIENTE: IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA PROJETO: WIKILAB	LOCAL: SÃO BERNARDO DO CAMPO ATIVIDADE: ELÉTRICA			

O fator tipo de linha C_T é encontrado na Tabela A.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Linha de energia ou sinal

O fator ambiental da linha C_E é encontrado na Tabela A.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Urbano

O valor para a blindagem da linha (Ω/Km) é encontrado na Tabela B.8 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com blindagem não interligada

Os valores C_{LD} (Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas na linha) e C_{LI} (Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas perto da linha) podem ser encontrados na Tabela B.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

$C_{LD} =$ Linha enterrada não blindada

$C_{LI} =$ Linha enterrada não blindada

Os dados da dimensão da estrutura adjacente (largura, comprimento e altura) são obtidos através de levantamento de campo ou informações de projeto e foram adotadas as seguintes dimensões:

Comprimento (m): 0 Largura (m): 0 Altura (m): 0

Os dados do fator de localização da estrutura adjacente são obtidos na Tabela A.1 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Nenhuma

A tensão suportável nominal de impulso dos sistemas internos U_W é dado em (KV) em valor constante constante de 2,5.

O fator K_{S4} é dado na equação $K_{S4} = 1/U_W$. O valor máximo de K_{S4} é limitado a 1. Se existirem equipamentos com níveis diferentes de tensão suportável a impulso em um sistema interno, o fator K_{S4} correspondente ao menor nível de tensão suportável de impulso deve ser escolhido.

$K_{S4} =$ 0,40

O valor de P_{LD} , Probabilidade de reduzir P_U , P_V e P_W dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas na linha conectada) é dado na Tabela B.8 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado o seguinte valor:

$P_{LD} =$ 1,00

O valor de P_{LI} , probabilidade de reduzir P_Z dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas perto da linha conectada) é dado na Tabela B.9 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado o seguinte valor:

$P_{LI} =$ 0,30

MARIO IKEDA		ELÉTRICA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
Engenheiro Eletricista		MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº CLIENTE: ---	
CREA Nº0600918701				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 10/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

8-Linha de sinal:

Definir o comprimento de uma seção da linha L_L (em m). Quando o comprimento L_L da seção da linha é desconhecido, $L_L = 1000$ m é assumido conforme itens A.4 e A.5, da ABNT NBR 5419-2:2015.

Comprimento (m): 25

O fator de instalação da linha C_i é encontrado na Tabela A.2 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Enterrado

O fator tipo de linha C_T é encontrado na Tabela A.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Linha de energia ou sinal

O fator ambiental da linha C_E é encontrado na Tabela A.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Urbano

O valor para a blindagem da linha (Ω/Km) é encontrado na Tabela B.8 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com blindagem não interligada

Os valores C_{LD} (Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas na linha) e C_{LI} (Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas perto da linha) podem ser encontrados na Tabela B.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

$C_{LD} =$ Linha enterrada não blindada

$C_{LI} =$ Linha enterrada não blindada

Os dados da dimensão da estrutura adjacente (largura, comprimento e altura) são obtidos através de levantamento de campo ou informações de projeto e foram adotadas as seguintes dimensões:

Comprimento (m): 0

Largura (m): 0

Altura (m): 0

Os dados do fator de localização da estrutura adjacente são obtidos na Tabela A.1 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotada a seguinte opção:

Nenhuma

A tensão suportável nominal de impulso dos sistemas internos U_W é dado em (KV) em valor constante constante de 2,5.

O fator K_{S4} é dado na equação $K_{S4} = 1/U_W$. O valor máximo de K_{S4} é limitado a 1. Se existirem equipamentos com níveis diferentes de tensão suportável a impulso em um sistema interno, o fator K_{S4} correspondente ao menor nível de tensão suportável de impulso deve ser escolhido.

$K_{S4} =$ 0,40

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01	
				Nº CLIENTE: ---	
				OS: 1718	REV.: 0
				DATA: 09/10/2017	FL.: 11/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO		
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA		

O valor de P_{LD} , Probabilidade de reduzir P_U , P_V e P_W dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas na linha conectada) é dado na Tabela B.8 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado o seguinte valor:

$$P_{LD} = 1,00$$

O valor de P_{LI} , probabilidade de reduzir P_Z dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas perto da linha conectada) é dado na Tabela B.9 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado o seguinte valor:

$$P_{LI} = 0,20$$

9- Fatores para definição das Zonas:

Para avaliar cada componente de risco, a estrutura pode ser dividida em zonas Z_S cada uma com características homogêneas. Entretanto, a estrutura pode ser, ou pode assumir ser, uma zona única.

a) Zonas Z_S são principalmente definidas por:

- * tipo de solo ou piso (componentes de risco RA e RU);
- * compartimentos à prova de fogo (componentes de risco RB e RV);
- * blindagem espacial (componentes de risco R_C e R_M).

b) Zonas adicionais podem ser definidas de acordo com:

- * leiaute dos sistemas internos (componentes de risco R_C e R_M);
- * medidas de proteção existentes ou a serem instaladas (todos componentes de risco);
- * valores de perdas L_X (todos componentes de risco).

A divisão da estrutura em zona Z_S deve levar em conta a exequibilidade da implementação da maioria das medidas de proteção adequadas.

Zona	Nº pessoas	Tempo de Presença (Horas)
Z1 Externo	1	8760
Z2 Interno	21	8760

Fatores válidos para a zona: Z1

Para a definição do fator de redução r_i em função do tipo da superfície do solo ou piso, são dados os valores na Tabela C.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Agricultura, concreto

Os valores da probabilidade P_{TA} de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico, são dados na Tabela B.1 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Nenhuma medida de proteção

Os valores da probabilidade P_{TU} de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas, não são aplicáveis para área externa e são dados na Tabela B.6 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Não Aplicável

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº DOC: 1718-EL-MC-01 Nº CLIENTE: --- OS: 1718 REV.: 0 DATA: 09/10/2017 FL.: 12/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

Os valores do fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura são dados na Tabela C.5 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Incêndio - Baixo

Os valores do fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio, são dados na Tabela C.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Extintores, inst. Oper. Manual, hidrantes, etc.

Os valores da blindagem espacial interna, dentro de uma ZPR (zona de proteção contra descarga atmosférica), em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha W_m , fator K_{S2} para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como $K_{S2} = 0,12 \times W_{m2}$, onde W_{m2} é a largura da blindagem em forma de grade, ou dos condutores de descidas do SPDA tipo malha ou o espaçamento entre as colunas metálicas da estrutura, ou o espaçamento entre as estruturas de concreto armado como um SPDA natural. Para blindagens metálicas contínuas com espessura não inferior a 0,1 mm $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

NOTA 1: Onde uma rede de equipotencialização tipo malha for utilizada de acordo com a ABNT NBR 5419-4, valores de K_{S1} e K_{S2} podem ser repartidos ao meio.

Onde o laço de indução estiver passando próximo aos condutores do limite da malha da ZPR a uma distância da blindagem menor que a distância de segurança, os valores de K_{S1} e K_{S2} devem ser dobrados onde a distância para a blindagem varia de $0,1 W_m$ a $0,2 W_m$. Para uma cascata de ZPR, o valor final de K_{S2} é o produto dos K_{S2} resultantes de cada ZPR.

NOTA 2: Os valores máximos de K_{S1} e K_{S2} são limitados a 1.

O valor do fator K_{S3} dependendo da fiação interna (Energia e Telecom) não é aplicável para área externa e é obtido na Tabela B.5 da ABNT NBR 5419-2:2015. Foi adotado a seguinte opção:

Energia **Não Aplicável**

Telecom **Não Aplicável**

O valor de probabilidade de P_{SPD} (probabilidade de reduzir P_C , P_M , P_W e P_Z quando um sistema coordenado de DPS está instalado) em função do NP (nível de proteção) para o qual o DPS foi projetado (Energia e Telecom), não é aplicável para área externa, é dado na Tabela B.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Energia **Nenhum**

Telecom **Nenhum**

NOTA 1: Um sistema DPS coordenado é efetivo na redução de P_C (probabilidade de falha de sistemas internos - descargas atmosféricas à estrutura) somente em estruturas protegidas por um SPDA ou estruturas com colunas metálicas contínuas ou com colunas de concreto armado atuando como um SPDA natural, onde os requisitos de interligação e aterramento descritos na ABNT NBR 5419-3 forem satisfeitos.

NOTA 2: Os valores de P_{SPD} podem ser reduzidos para os DPS que tenham características melhores de proteção (maior corrente nominal I_N , menor nível de proteção U_p , etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3 para informação das probabilidades de corrente da descarga atmosférica e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E e ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo D ou a divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenham maiores probabilidades P_{SPD} .

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA		Nº DOC: 1718-EL-MC-01 Nº CLIENTE: --- OS: 1718 REV.: 0 DATA: 09/10/2017 FL.: 13/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO	
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA	

Os valores do fator Hz aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial, são dados na Tabela C.6 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Sem perigo especial

Os valores do tipo de perda L1: Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O , são obtidos na Tabela C.2 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Tipo de Dano D1	Todos os tipos
Tipo de Dano D2	Hospital, hotel, escola, ed. cívico
Tipo de Dano D3	Nenhum

NOTA 1: Os valores da Tabela C.2 se referem ao atendimento contínuo de pessoas na estrutura.

NOTA 2: No caso de uma estrutura com risco de explosão, os valores para L_F e L_O podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, considerando o tipo de estrutura, risco de explosão, o conceito de zona de áreas perigosas e as medidas para encontrar o risco.

O fator para pessoas em perigo é dado na fórmula: $n_Z \div n_t \times t_Z \div 8760$ (Horas)

Os valores do tipo de perda L4: Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O , são obtidos na Tabela C.12 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Tipo de Dano D2	Não aplicável
Tipo de Dano D3	Não aplicável

Fatores válidos para a zona: **Z2**

Para a definição do fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso, são dados os valores na Tabela C.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Mármore, cerâmica

Os valores da probabilidade P_{TA} de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico, são dados na Tabela B.1 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Nenhuma medida de proteção

Os valores da probabilidade P_{TU} de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas, não são aplicáveis para área externa e são dados na Tabela B.6 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Nenhuma medida de proteção

Os valores do fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura são dados na Tabela C.5 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Incêndio - Baixo

Os valores do fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio, são dados na Tabela C.4 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº DOC: 1718-EL-MC-01 Nº CLIENTE: --- OS: 1718 REV.: 0 DATA: 09/10/2017 FL.: 14/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

Extintores, inst. Oper. Manual, hidrantes, etc.

Os valores da blindagem espacial interna, dentro de uma ZPR (zona de proteção contra descarga atmosférica), em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha W_m , fator K_{S2} para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliado como $K_{S2} = 0,12 \times W_{m2}$, onde W_{m2} é a largura da blindagem em forma de grade, ou dos condutores de descidas do SPDA tipo malha ou o espaçamento entre as colunas metálicas da estrutura, ou o espaçamento entre as estruturas de concreto armado como um SPDA natural. Para blindagens metálicas contínuas com espessura não inferior a 0,1 mm $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

NOTA 1: Onde uma rede de equipotencialização tipo malha for utilizada de acordo com a ABNT NBR 5419-4, valores de K_{S1} e K_{S2} podem ser repartidos ao meio.

Onde o laço de indução estiver passando próximo aos condutores do limite da malha da ZPR a uma distância da blindagem menor que a distância de segurança, os valores de K_{S1} e K_{S2} devem ser dobrados onde a distância para a blindagem varia de $0,1 W_m$ a $0,2 W_m$. Para uma cascata de ZPR, o valor final de K_{S2} é o produto dos K_{S2} resultantes de cada ZPR.

NOTA 2: Os valores máximos de K_{S1} e K_{S2} são limitados a 1.

O valor do fator K_{S3} dependendo da fiação interna (Energia e Telecom) não é aplicável para área externa e é obtido na Tabela B.5 da ABNT NBR 5419-2:2015. Foi adotado a seguinte opção:

Energia Não blindado (grandes laços > 10 m²)

Telecom Não blindado (grandes laços > 10 m²)

O valor de probabilidade de P_{SPD} (probabilidade de reduzir P_C , P_M , P_W e P_Z quando um sistema coordenado de DPS está instalado) em função do NP (nível de proteção) para o qual o DPS foi projetado (Energia e Telecom), não é aplicável para área externa, é dado na Tabela B.3 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Energia Nenhum

Telecom Nenhum

NOTA 1: Um sistema DPS coordenado é efetivo na redução de P_C (probabilidade de falha de sistemas internos - descargas atmosféricas à estrutura) somente em estruturas protegidas por um SPDA ou estruturas com colunas metálicas contínuas ou com colunas de concreto armado atuando como um SPDA natural, onde os requisitos de interligação e aterramento descritos na ABNT NBR 5419-3 forem satisfeitos.

NOTA 2: Os valores de P_{SPD} podem ser reduzidos para os DPS que tenham características melhores de proteção (maior corrente nominal I_N , menor nível de proteção U_p , etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3 para informação das probabilidades de corrente da descarga atmosférica e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E e ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo D ou a divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenham maiores probabilidades P_{SPD} .

Os valores do fator H_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial, são dados na Tabela C.6 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Baixo nível de pânico (2 pav. até 100 pessoas)

Os valores do tipo de perda L1: Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O , são obtidos na Tabela C.2 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

MARIO IKEDA Engenheiro Eletricista CREA Nº0600918701		ELÉTRICA MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº DOC: 1718-EL-MC-01 Nº CLIENTE: --- OS: 1718 REV.: 0 DATA: 09/10/2017 FL.: 15/16
CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

Tipo de Dano D1	Todos os tipos
Tipo de Dano D2	Hospital, hotel, escola, ed. cívico
Tipo de Dano D3	Nenhum

NOTA 1: Os valores da Tabela C.2 se referem ao atendimento contínuo de pessoas na estrutura.

NOTA 2: No caso de uma estrutura com risco de explosão, os valores para L_F e L_O podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, considerando o tipo de estrutura, risco de explosão, o conceito de zona de áreas perigosas e as medidas para encontrar o risco.

O fator para pessoas em perigo é dado na fórmula: $n_Z \div n_t \times t_Z \div 8760$ (Horas)

Os valores do tipo de perda L4: Valores médios típicos de L_T , L_F e L_O , são obtidos na Tabela C.12 da ABNT NBR 5419-2:2015 e foi adotado a seguinte opção:

Tipo de Dano D2	Não aplicável
Tipo de Dano D3	Não aplicável

10- Cálculo das quantidades relevantes:

Cálculo das áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas:

	Símbolo	Resultado (m²)
Estrutura	A_D	1,11E+03
	A_M	8,01E+05
Linha de energia	$A_{L/P}$	1,00E+03
	$A_{I/P}$	1,00E+05
	$A_{DA/P}$	0
Linha de sinal	$A_{L/T}$	1,00E+03
	$A_{I/T}$	1,00E+05
	$A_{DA/T}$	0,00E+00

Cálculo do número anual de eventos perigosos esperados:

	Símbolo	Resultado (m²)
Estrutura	N_D	2,96E-03
	N_M	8,57E+00
Linha de energia	$N_{L/P}$	5,35E-04
	$N_{I/P}$	5,35E-02
	$N_{DA/P}$	0
Linha de sinal	$N_{L/T}$	5,35E-04
	$N_{I/T}$	5,35E-02
	$N_{DA/T}$	0,00E+00

CLIENTE:	IGMA - CONSTRUÇÕES LTDA	LOCAL:	SÃO BERNARDO DO CAMPO
PROJETO:	WIKILAB	ATIVIDADE:	ELÉTRICA

11- Risco R1 - Decisão das medidas de proteção:

Tipos de danos	Símbolo	Z1	Z2	Estrutura
D1 Ferimentos devido a choque	R_A	0,001	0,003	0,004
	$R_U=R_{U/P}+R_{U/T}$	0,000	0,001	0,002
D2 Danos físicos	R_B	0,001	0,028	0,029
	$R_V=R_{V/P}+R_{V/T}$	0,000	0,001	0,001
D3 Falha de sistemas interno	R_C	0,000	0,000	0,000
	R_M	0,000	0,000	0,000
	$R_W=R_{W/P}+R_{W/T}$	0,000	0,000	0,000
	$R_Z=R_{Z/P}+R_{Z/T}$	0,000	0,000	0,000
TOTAL		0,003	0,033	$R_1 = 0,04$

$R_1 \geq R_T$: Proteção contra descargas atmosféricas é necessária. ($R_T = 1$).

$R_1 =$	0,04	Proteção contra descargas atmosféricas é desnecessária
---------	-------------	--

12- Risco R1 - Seleção das medidas de proteção:

SPDA	Nenhuma aplicação
Ligação equipotencial	Nenhuma aplicação

Resultado após seleção da medida de proteção:

Tipos de danos	Símbolo	Z1	Z2	Estrutura
D1 Ferimentos devido a choque	R_A	0,001	0,003	0,004
	$R_U=R_{U/P}+R_{U/T}$	0,000	0,001	0,002
D2 Danos físicos	R_B	0,001	0,028	0,029
	$R_V=R_{V/P}+R_{V/T}$	0,000	0,001	0,001
D3 Falha de sistemas interno	R_C	0,000	0,000	0,000
	R_M	0,000	0,000	0,000
	$R_W=R_{W/P}+R_{W/T}$	0,000	0,000	0,000
	$R_Z=R_{Z/P}+R_{Z/T}$	0,000	0,000	0,000
TOTAL		0,003	0,03265	$R_1 = 0,04$

$R_1 \geq R_T$: Proteção contra descargas atmosféricas é necessária. ($R_T = 1$).

$R_1 =$	0,04	Proteção contra descargas atmosféricas foi atendida
---------	-------------	---

13- Conclusão:

De acordo com os dados fornecidos para este projeto, analisados conforme a norma ABNT NBR 5419:2015 PARTES 1 a 4, a estrutura dispensa a instalação do Sistema de Proteção de Descarga atmosférica (SPDA).