

# Série 2023 mani nel futuro.

## Análise do Arc Flash de acordo com a norma IEEE 1584-2018

- **Análise do Arc Flash de acordo com a norma IEEE 1584-2018 com geração da placa de sinalização;**
- **Proteções com dispositivo de mitigação AFDD;**
- Edição múltipla da tabela de usuários;
- Inserção rápida de usuários predefinidos;
- Busca e substituição de múltiplos cabos e proteções;
- Gerenciamento de estilos de interface e tema escuro;
- Gerenciamento de filtros de fabricantes;
- Nova gestão das proteções com acoplamento de relés com fabricante diferente para o disjuntor;
- Possibilidade de definir tolerâncias de ajuste positivas e negativas;
- Novo relatório das proteções com a representação da ficha técnica dos mesmos na documentação do projeto;
- Filiação automática para backups de proteção, em vários níveis definíveis;
- Novo relatório com o resumo dos cabos;
- Identificação dos elementos em campo com a devida representação no diagrama;
- Análise vetorial dos fluxos de corrente de falta, tanto simétricos quanto assimétricos e bifásicos à terra;
- Análise das correntes de falta que passam por um ponto após uma falta em outro ponto pré-definido;
- Análise da falta com proteções direcionais de fase ANSI 67 com determinação da direção, ângulo característico e lógica de disparo;
- Análise da seletividade por ponto de falta fixado com o inrush dos transformadores em paralelo;
- Definição da condição de seletividade lógica entre as proteções.
- ELink - Extensão das funções e compatibilidade com o Revit 2022/2023.
- ELink - Gerenciamento otimizado de parâmetros adicionais e grandezas elétricas típicas.
- ELink - Reconhecimento de elementos de conexão não elétricos para fins de roteamento dos circuitos.

Os componentes elétricos, materiais e as pessoas devem estar protegidos contra efeitos nocivos do calor desenvolvido pelos componentes elétricos, ou contra os efeitos da radiação térmica. A tarefa do projetista é minimizar o risco de danos desencadeados por sistemas elétricos, e entre estes está o risco de incêndio através de um curto-circuito que pode gerar um arco elétrico.

Falhas no isolamento entre condutores energizados ou nas conexões de terminais podem gerar arcos em paralelo ou arcos em série que não são detectados pelas proteções normais.

Normalmente é feita uma análise do grau de periculosidade do arco elétrico que pode se desenvolver em um quadro elétrico, definido pelo valor da *Energia incidente* calculada na *distância de trabalho*. A energia incidente determina o nível de proteção do equipamento de proteção individual EPI que o pessoal responsável deve utilizar ao realizar as atividades em linhas energizadas.

A **Série 2023** do software **Ampère** aplica os modelos de cálculos fornecidos pela norma **IEEE 1584-2018** para a determinar a Energia incidente (E) e o Limite do **Arc flash** (AFB).

Risco de Arco Elétrico e choque elétrico		Necessário EPI Adequado	
Limite do Arco Elétrico	200,8 mm	Limite do Arco Elétrico	200,8 mm
Distância de Trabalho	304,8 mm	Distância de Trabalho	304,8 mm
Energia Incidente sobre Distância de Trabalho	22,99 [J/cm²]	Energia Incidente sobre Distância de Trabalho	22,99 [J/cm²]
Equipamento de Proteção Individual (EPI)	8 nível	Equipamento de Proteção Individual (EPI)	8 nível
Risco de Choque Elétrico sem a Cobertura	3100 V	Risco de Choque Elétrico sem a Cobertura	3100 V
Limite de Aproximação Limitada	11066,8 mm	Limite de Aproximação Limitada	11066,8 mm
Limite de Aproximação Restrita	304,8 mm	Limite de Aproximação Restrita	304,8 mm
Descrição	8 nível	Descrição	8 nível
Quadro	800x50	Quadro	800x50

O software Ampère também permite definir as proteções com a **característica AFDD** através da gestão de Dispositivos, de modo a obter mitigação dos riscos.

A versão 2023 dos softwares para projetos elétricos da Electro Graphics oferece ao projetista ferramentas que estão sempre atualizadas, com o intuito de resolver efetivamente também as problemáticas dos cálculos da rede elétrica mais complexos.

## Proteção contra efeitos térmicos

Durante uma falta do arco em série, não há corrente de fuga para a terra, portanto, os dispositivos de corrente residual RCD não podem detectar tal falta. Além disso, neste caso, a impedância da falta do arco em série reduz a corrente de carga e a corrente permanece abaixo do limite do disparo de um disjuntor ou fusível.


No caso de um arco em paralelo entre a fase e o condutor neutro, a corrente é limitada pela impedância da instalação e pelo próprio arco, portanto a corrente de falta resultante pode ser menor que a corrente de operação do dispositivo de proteção contra as sobrecorrentes.

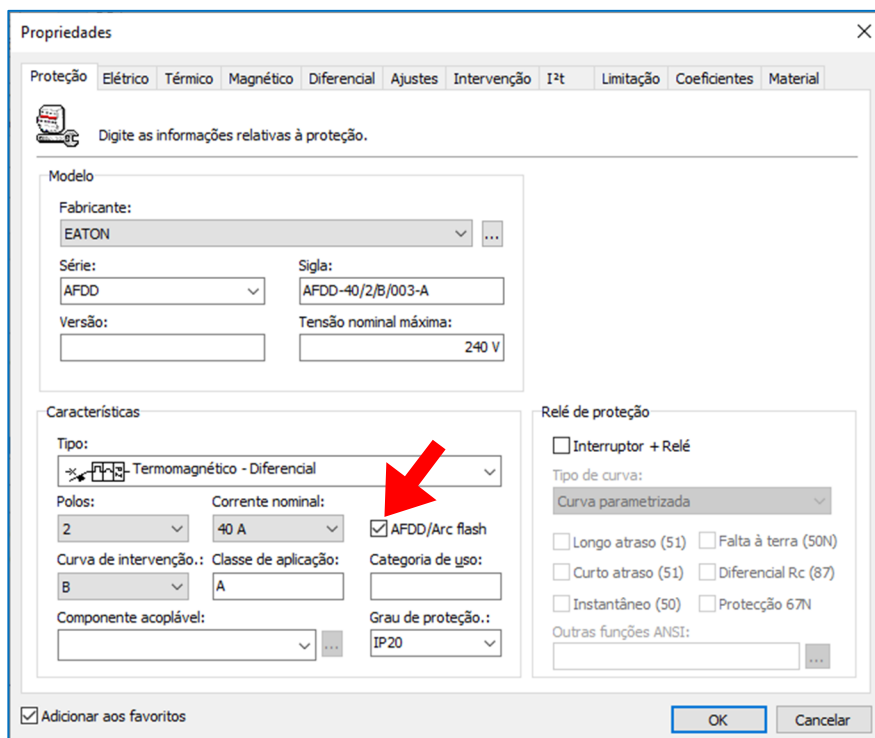
Existem no mercado dispositivos capazes de detectar faltas do arco (AFDD), de acordo com a norma de referência CEI EN 62606.

## Dispositivos de detecção da falta do arco (AFDD)

O software Ampère permite inserir as proteções com característica AFDD através do gerenciador de Dispositivos. A função de detecção é normalmente confiada a um sistema eletrônico inserido na proteção que garante a intervenção.

Portanto, as proteções em questão são marcadas como AFDD/Arc flash, conforme é exibido na figura.

 A janela *Dispositivos* permite uma busca rápida das proteções AFDD graças ao filtro relativo disponível na caixa Localizar. A coluna Status mostra a propriedade AFDD da proteção com o símbolo de escudo para facilitar a identificação. Continuando, no nível da *Malha* e dos *Dados do usuário*, os usuários com proteções contra arcos em série e paralelos são marcados com o símbolo relativo.



Propriedades

Proteção Elétrico Térmico Magnético Diferencial Ajustes Intervenção I<sup>2</sup>t Limitação Coeficientes Material

Digite as informações relativas à proteção.

Modelo

Fabricante: EATON

Série: AFDD Sigla: AFDD-40/2/B/003-A

Versão: Tensão nominal máxima: 240 V

Características

Tipo: Termomagnético - Diferencial

Polos: 2 Corrente nominal: 40 A  AFDD/Arc flash

Curva de intervenção.: B Classe de aplicação: A Categoria de uso:

Componente acoplável: Grau de proteção.: IP20

Relé de proteção

Interruptor + Relé

Tipo de curva: Curva parametrizada

Longo atraso (51)  Falta à terra (50N)

Curto atraso (51)  Diferencial Rc (87)

Instantâneo (50)  Proteção 67N

Outras funções ANSI:

Adicionar aos favoritos

OK Cancelar

## Análise do Arc Flash de acordo com a norma IEEE 1584-2018 com a geração das placas de sinalização

Os sistemas elétricos devem minimizar e mitigar os efeitos dos arcos elétricos, principalmente na operação de linhas energizadas, podendo ser ocasionado devido a curtos-circuitos acionados acidentalmente por operadores próximos a partes elétricas energizadas.

Em nível industrial, as correntes e as tensões da falta podem criar os arcos elétricos explosivos, com projeção de material fundido e radiação perigosa.

Normalmente é feita uma análise do grau de periculosidade do arco elétrico que pode se desenvolver em um quadro elétrico, definido pelo valor da Energia incidente calculada na distância de trabalho. A energia incidente determina o nível da proteção do equipamento de proteção individual EPI que o pessoal responsável em realizar as atividades em linhas energizadas deve utilizar.

Outras iniciativas de mitigação do risco dizem respeito à escolha de equipamentos e sistemas adequados, como disjuntores com limitação da corrente de falta e sensores de luz do arco elétrico projetados para interromper rapidamente a alimentação. O software Ampère aplica os modelos de cálculos fornecidos pela norma IEEE 1584-2018 para a determinar a Energia incidente (E) e o Limite do Arc flash (AFB).

A tabela ao lado relaciona os valores da Energia incidente com o nível do equipamento de proteção individual necessário. A definição do *Limite do Arc flash* é retirada da norma NFPA 70E: a distância de onde ocorre o Arc Flash e na qual você definitivamente não tem queimaduras fatais (3º grau) e com 50% de chance de verificar queimaduras de 2º grau. Se a energia irradiada for reduzida para 1,2 cal/cm<sup>2</sup> (5

Valor da energia radiante $E_c$ calculado em [cal / cm <sup>2</sup> ]	Categoria de risco	PPE category
$0 < E_c \leq 1,2$	0	0
$1,2 < E_c \leq 4$	1	1
$4 < E_c \leq 8$	2	2
$8 < E_c \leq 25$	3	3
$25 < E_c \leq 40$	4	4
$E_c > 40$	Não há proteção Arc Flash	

J/cm<sup>2</sup>), não é necessário nenhum EPI para Arc Flash.

Os valores fornecidos pela norma são a interpolação dos resultados obtidos a partir de testes realizados em três quadros típicos, com tensões de operação iguais respectivamente a 600, 2700 e 14300 V.

### Limites de validação

O principal campo de utilização do cálculo prevê tensões de alimentação de linha de 208 V a 15.000 V. Os circuitos devem ser em corrente alternada com frequências de trabalho de 50 ou 60 Hz.

As correntes da falta devem possuir valores entre:

- de 208V a 600V: 500A a 106000A;
- de 601V a 15000V: 200A a 65000A.

A distância entre os condutores, novamente para diferentes faixas de tensão:

- de 208V a 600V: 6,35mm a 76,2mm;
- de 601V a 15000V: 19,05mm a 254mm.

Os quadros devem possuir os seguintes limites de dimensões:

- Altura e largura máximas 1244,6 mm;
- Área máxima de abertura 1.549 m<sup>2</sup>;
- A largura deve ser de no mínimo 4 vezes a distância entre os condutores.

Fundamental no cálculo é a variável tempo, ou seja, a duração do arco. É calculado o tempo de abertura das proteções contra corrente de arco Iarc, ao qual se acrescenta 0.05 segundos para o tempo mínimo de abertura não retardada.

Deve-se dizer que a norma calcula a Energia incidente (E) como o maior de dois cenários, nos quais são considerados dois valores de corrente de arco, um nominal e outro reduzido.

A redução da corrente pode afetar os tempos de abertura, resultando em um valor final superior ao da corrente plena.

### Cálculo do Arch Flash

Vamos analisar a ferramenta oferecida pelo software para calcular a Energia incidente nos quadros elétricos.

Para realizar a análise é necessário entrar na janela Editar dados do quadro e selecionar a guia Arc-Flash Hazard.

A janela (figura ao lado) é utilizada como uma “calculadora” para verificar o nível de perigo de um quadro como um todo, ou de um determinado usuário. Um caso particular pode ser um quadro contendo várias Células MT/AT, para o qual pode ser necessário fazer uma verificação pontual. Esses usuários são destacados na lista por um sufixo [Célula MT/AT] ao lado do nome.

### Usuário de referência para o cálculo

Na janela é possível escolher um dos usuários pertencentes ao quadro, ou com o comando Localizar a maior falta no quadro, o software propõe o usuário com um gral de perigo maior.

É exibido a tensão de trabalho e a corrente da falta utilizada. A norma IEEE 1584 prioriza as correntes de falta trifásicas, embora não sejam o pior caso entre as faltas. Para circuitos monofásicos ou bifásicos, o software utiliza a corrente de falta I<sub>km</sub> máx.

A janela também fornece informações relacionadas à impossibilidade de realizar cálculos como:

- Usuário sem alimentação;
- Corrente de falta zero;
- Tensão inferior a 208 V;
- Tensão superior a 15 kV;
- Frequência de trabalho diferente de 50 ou 60 Hz;
- Corrente de falta maior que 106 kA (para tensões menores que 600 V);
- Corrente de falta maior que 65 kA (para tensões maiores que 600 V);

**Editar dados de quadro**

Dados de quadro | Arc-Flash Hazard | Imagem

Usuário de referência para o cálculo  
Escolha o usuário com o ponto de falta, ou permita a análise de todo o quadro..  
Usuário de referência do Arc Flash:  
D.J.01  
Localizar a pior falta no quadro

Tensão: 380 V  
Corrente de curto-circuito: 14,753 kA

Propriedades do quadro para o Arc Flash  
 Distância de trabalho 305, 457, 610, 914 mm  
Distância de trabalho: 0 mm  
Configuração dos eletrodos:  
VCBB: Eletrodos verticais com barreira isolante  
Distância entre os eletrodos: (6.35 mm to 76.2 mm) 104 mm  
Altura: 800 mm  
Largura: 650 mm  
Profundidade: 300 mm

Resultados com Iarc em 100%  
Corrente do arco Iarc: 9,962 kA  
Tempo do arco T: 70 ms  
Limite do Arc Flash (AFB): 656,5 mm  
Energia incidente, Nível de EPI:

Distância D [mm]	E [J/cm <sup>2</sup> ]	Nível de risco EPI
304,8	20,116	2
457,2	9,66	1
609,6	5,741	1
914,4	2,757	0

Resultados com Iarc reduzida  
Corrente do arco Iarc: 8,693 kA  
Tempo do arco T: 70 ms  
Limite do Arc Flash (AFB): 600,2 mm  
Energia incidente, Nível de EPI:

Distância D [mm]	E [J/cm <sup>2</sup> ]	Nível de risco EPI
304,8	17,106	2
457,2	8,215	1
609,6	4,882	0
914,4	2,344	0

Unidade de medida  
Resultados expressos em:  
Energia [J/cm<sup>2</sup>]  
Distância [mm]

Imprimir...  
OK Cancelar

- Largura do quadro menor que 4 vezes a distância entre os eletrodos.

## Propriedades do quadro para o Arc Flash

Na janela é possível inserir a *Distância de trabalho* e três propriedades do quadro.

A Energia incidente, portanto o nível de periculosidade do arco elétrico, é calculada na distância de trabalho presumida do operador. Sendo um valor presumido e teórico, a janela permite uma análise em diferentes distâncias sugeridas pela norma, fornecendo uma série de quatro valores de energia e os correspondentes níveis de EPI necessários.

A seguir, temos a *Configuração dos eletrodos*:

- VCB: Eletrodos verticais em um quadro;
- VCBB: Eletrodos verticais com barreira isolante em um quadro;
- HCB: Eletrodos horizontais em um quadro;
- VOA: Eletrodos verticais ao ar livre;
- HOA: Eletrodos horizontais ao ar livre.

A *Distância entre os eletrodos* deve ser escolhida considerando que a tensão de trabalho impõe um intervalo de valores aceitos, conforme sugerido pelo comentário abaixo do comando.

Por fim, o tamanho do quadro complementa a informação “física”. Se a carpintaria do quadro já estiver inserida, as dimensões são informadas automaticamente pelo software.

Atenção. Para Células MT/AT, gerenciadas como usuários individuais, pode ser necessário inserir as dimensões da célula individual, ao invés do quadro geral.

## Resultados com Iarc em 100%

A janela também exibe os cálculos relativos ao primeiro cenário com corrente total do arco.

Essa determina os tempos de abertura da proteção, que são identificados pelo software a montante do usuário de referência.

O Limite do Arc Flash (AFB) é a distância onde é prevista uma Energia incidente de 5 J/cm<sup>2</sup>, o primeiro limiar para além do qual é necessário um grau de proteção pessoal.

Por fim, possui a tabela com as distâncias, as energias incidentes e os níveis de proteção correspondentes, expressos em [mm]/[in] e [J]/[cal], unidades de medida personalizáveis.

## Resultados com Iarc reduzida

A janela exibe os cálculos referentes ao segundo cenário com a corrente do arco reduzida.

As correntes de falta que podem se desenvolver em uma quadro possuem uma faixa de valores devido às condições externas que influenciam a falta, como a temperatura de trabalho e a tensão de alimentação.


Portanto, no parágrafo 4.5, o a norma IEEE 1584 fornece a equação para calcular os valores reduzidos da corrente do arco. Como já mencionado, é importante porque pode aumentar o *Tempo do arco T* em um valor tal que forneça um resultado final de Energia incidente maior do que em plena corrente.

## Impressão dos resultados

Por fim, a janela permite a impressão dos resultados dos cálculos efetuados aplicando a norma IEEE 1584, principalmente para a criação de placas de aviso de perigo de arco elétrico para a fixação nos locais de risco.

O software fornece alguns modelos, como mostra a figura abaixo, e também permite criar modelos personalizados através do gerenciador de modelos *Editar modelos*.

		<b>PERIGO</b>	
<b>Risco de Arco Elétrico e choque elétrico Necessário EPI Adequado</b>			
<b>737,8 mm</b>		Limite do Arco Elétrico	
<b>304,8 mm</b>		Distância de Trabalho	
<b>20,618 [J/cm<sup>2</sup>]</b>		Energia Incidente sobre Distância de Trabalho	
<b>Nível</b>	<b>2</b>	Equipamento de Proteção Individual (EPI)	
<b>400 V</b>		Risco de Choque Elétrico sem a Cobertura	
<b>1066,8 mm</b>		Limite de Aproximação Limitada	
<b>304,8 mm</b>		Limite de Aproximação Restrita	
<b>Nome</b>		<b>Descrição</b>	
--			

		<b>WARNING</b>	
<b>Arc Flash and Shock Hazard</b>			
<b>Appropriate PPE Required</b>		<b>Level 2</b>	
<b>737,8 mm</b>		Arc Flash Boundary	
<b>304,8 mm</b>		Working Distance	
<b>20,618 [J/cm<sup>2</sup>]</b>		Incident Energy	
<b>400 V</b>		Shock Hazard when cover is removed	
<b>1066,8 mm</b>		Limited Approach	
<b>304,8 mm</b>		Restricted Approach	
<b>Location: --</b>		<b>Date: Novembro 2022</b>	

*Nota.* Dentre os modelos propostos pelo software, o *Arc Flash (modelo)* oferece todas as etiquetas comentadas, úteis como ponto de partida para qualquer documento personalizado referente ao estudo do arco elétrico.

## Instrumentação para mitigar os efeitos de um arco elétrico

Existem no mercado dispositivos que auxiliam na proteção dos sistemas contra os efeitos do arco elétrico, atuando sobre a corrente de falta e sobre os tempos de intervenção das proteções.

A escolha de proteções com capacidade de limitação da corrente de falta é um método amplamente utilizado, considerando também os benefícios em termos de esforços eletrodinâmicos devido a correntes de falta.

Outra opção diz respeito à utilização de equipamentos capazes de detectar o arco elétrico nos quadros e de comandar as proteções em alternativa aos comandos próprios dos relés de disparo.

Normalmente são sistemas que possuem uma série de fotossensores instalados em diferentes pontos do quadro e conectados a uma unidade de controle, que envia o sinal para a proteção. Os tempos de disparo são consideravelmente menores que os tempos normais do disparo dos relés, diminuindo a variável **Tempo do arco T** que influencia o valor final da Energia incidente.

Este tipo de dispositivo, e todos aqueles com finalidade equivalente, podem ser gerenciados com o software Ampère através do gerenciamento dos **Auxiliares** associados às proteções.

Em particular, o material dedicado a problemática do arco elétrico deve ser classificado no Arquivo de Materiais com a família definida como **FF Acessórios Arc Flash**.

Assim, da mesma forma que os dispositivos AFDD, o software verifica se entre os auxiliares associados a um usuário, existe pelo menos um com a família **FF Acessórios Arc Flash** e destaca o usuário conforme a figura ao lado.

