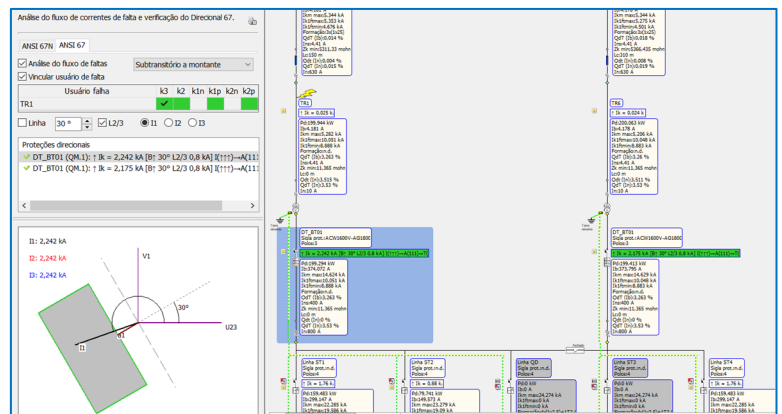


Análise de faltas e proteções direcionais ANSI 67

- 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.

A análise das correntes de falta em uma rede elétrica é de vital importância para garantir uma correta intervenção das proteções, com disparos seletivos limitados à área afetada pela falta. O software **Ampère Professional 2023** oferece uma função útil para calcular os fluxos de corrente que alimentam uma falta, estudar suas direções e magnitudes, além de analisar diversas problemáticas. Algumas das questões que o software pode responder incluem:

- Qual a **contribuição de uma falta dos geradores fotovoltaicos e motores elétricos** presentes na rede?
- Como uma **falta assimétrica** se propaga na rede considerando também a presença de transformadores estrela-triângulo?
- Como funcionam as **proteções direcionais de fase 67**? Quais correntes controlam e com quais ajustes devem ser feitos?



O software possui um simulador que permite definir uma falta em qualquer ponto da malha. Você pode decidir se essa falta ocorre a montante ou a jusante do usuário selecionado, se é do tipo **subtransitório** ou **permanente**, e quais condutores envolvem.

O software para cálculo de redes elétricas da **Electro Graphics** permite ao projetista **avaliar conscientemente** situações de falta nas redes elétricas mais complexas, a fim de implementar a **solução correta** para o funcionamento ideal do sistema.

Simulador de faltas

O painel *ANSI 67*, da função avançada de **Proteções direcionais**, permite definir uma falta em um ponto da malha. Pode-se decidir se ocorre a montante ou a jusante do usuário selecionado, se é do tipo subtransitório ou permanente, e quais condutores ela envolve (o tipo de falta depende do *Circuito elétrico* do usuário, incluindo a possibilidade de correntes a terra). Abaixo você pode visualizar os comandos presentes no painel:

Análise do fluxo de falta: ativa a análise das correntes de falta, habilita os comandos e exibe as correntes de falta. É necessário realizar um cálculo preliminar da rede para iniciar a funcionalidade.

Vincular falta ao usuário: o usuário selecionado torna-se um ponto permanente de uma falta; bloquear o ponto da falta é útil para analisar a parcela das correntes de falta que passam por outros usuários, que podem estar “distantes” ao longo da malha, permitindo correções ou modificações para outros usuários sem alterar as condições de falta.

Transitório e ponto da falta: A lista suspensa permite a escolha entre cinco tipos diferentes de falta, combinando o período transitório e o ponto da falta. O tempo de vida de uma falta elétrica é normalmente dividido em três intervalos distintos: subtransitório, transitório e permanente. O software lida com o subtransitório e o permanente. Por ponto de falta entendemos os terminais a montante ou a jusante de um usuário.

Tipo de falta: a caixa contém o nome do usuário com a falta e uma grade com os seis tipos de falta que podem ser estudados, que são habilitados de acordo com o tipo de circuito e a presença de terra.

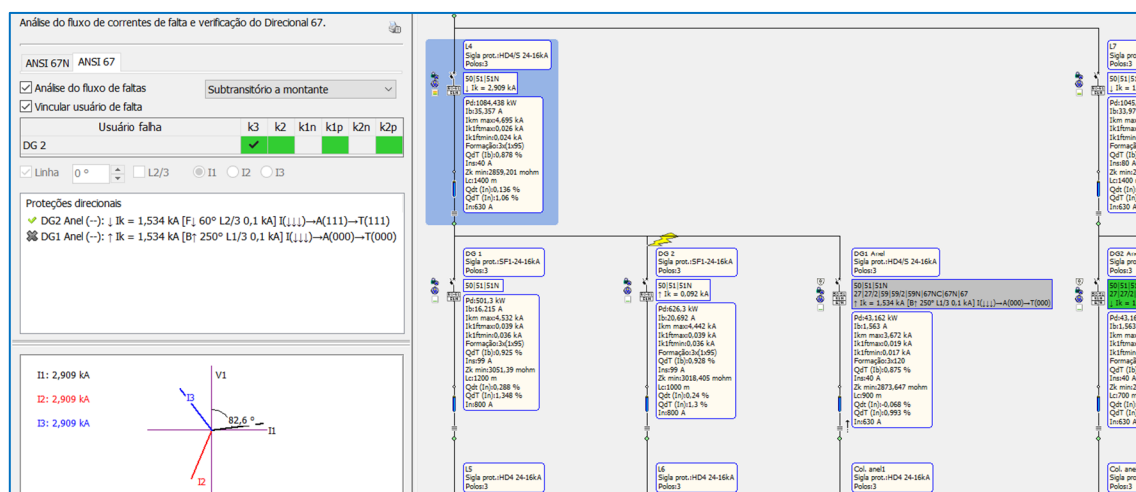
Lista das Proteções direcionais: se presente na rede, a lista mostra todas as proteções com a função direcional 67, com informações relativas ao estado de operação de acordo com o ponto da falta selecionado.

Representação das Correntes de falta/ANSI 67: o gráfico oferece a representação em módulo e fase das correntes de fase e neutro do usuário selecionado (Ponto de análise P), visto após uma falta no ponto F. Se o usuário possui a proteção 67 o gráfico exibe suas principais propriedades: setor de intervenção (linha/barra), ângulo característico, lógica de disparo.

Dado um projeto, selecione um ponto de estudo **F** para simular uma falta, por exemplo, subtransitório trifásico a montante.

Realize um recálculo do projeto para atualizar as correntes de falta, informações

necessárias para executar a simulação de fluxo da corrente de falta. Selecione o comando *Análise do*



fluxo de falta e, na Malha, o ponto de falta **F** será indicado por um símbolo amarelo que lembra um arco elétrico. O software fornece os valores em módulo e a direção das correntes que alimentam a falta e que passam pelos usuários em questão (ponto **P**). Esses valores são representados com etiquetas dedicadas no campo de dados, que aparece ao lado de cada usuário na Malha. Além disso, para o usuário examinado e selecionado, o painel *ANSI 67* exibe os vetores das correntes de fase que constituem a falta, em módulo e ângulo em relação à tensão de referência **V1** da fase 1.

Contribuição de falta dos motores

O software Ampère sempre considerou no cálculo a contribuição da falta dos motores, a qual também deve ser adicionada a de geradores, sistemas de armazenamento, etc. Portanto, a corrente de falta no ponto **F** pode ser a soma de vários elementos, cada um com seu próprio “peso”.

Análise de faltas e proteções direcionais ANSI 67

A função de *Análise de falta* permite que você visualize os fluxos de corrente e entenda as fontes da falta rapidamente. Em particular, ao escolher o primeiro usuário conectado à alimentação como ponto da falta F, o usuário vai informar a contribuição dos motores e geradores, valor que coincide com o mostrado na janela Fornecimento com o nome *Contribuição da instalação à corrente de curto-circuito da rede*.

Atenção. A análise do fluxo de faltas é realizada considerando o método Standard como método de cálculo (todas as faltas estão distantes das fontes).

Faltas assimétricas

A análise das correntes de falta pode ser útil para o estudo de faltas assimétricas e das correntes vistas por proteções colocadas no lado oposto de um transformador.

O típico caso de uma proteção de dois transformadores (Dy) em paralelo. Para uma falta bifásica no primário de um transformador, é encontrado no lado secundário uma distribuição das correntes na relação 2-1-1.

A figura ao lado reproduz a situação descrita, com as correntes circulando no secundário de valor 24-12-12 A, conforme esperado.

O exemplo descrito é importante na gestão das proteções de entrada, pois as Direcionais 67 podem intervir, e no próximo ponto vamos analisar essa situação.

Proteções direcionais de fase 67

A máxima corrente de fase direcional *Código ANSI 67* é uma função de proteção suportada pelo software Ampère e, como os outros tipos ANSI, é gerenciada em *Dispositivos, Calibrações de proteções* no campo *Funções adicionais ANSI*.

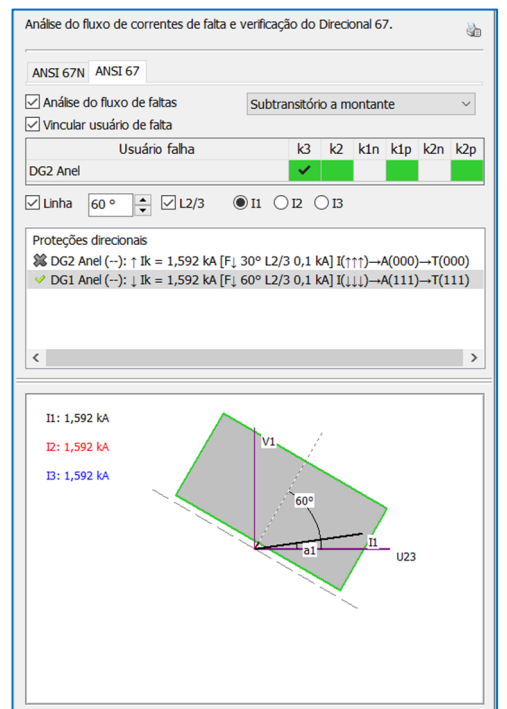
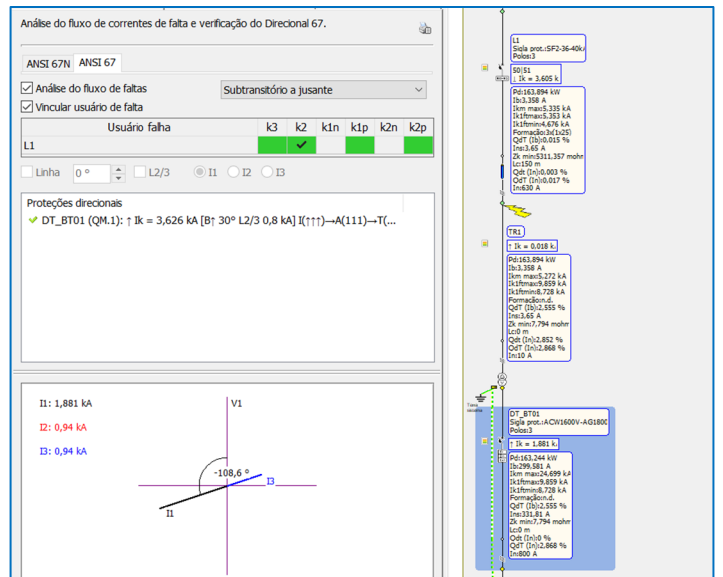
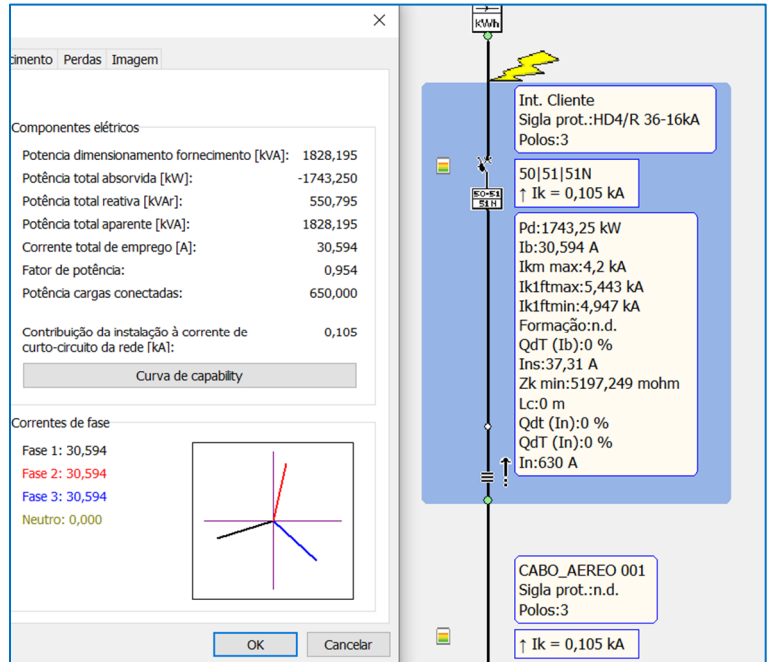
Esta proteção é trifásica e envolve uma função de máxima corrente de fase associada à detecção de direção; é energizado se a função de sobrecorrente de fase no sentido selecionado (linha ou barramento) for acionada por pelo menos uma das três fases (ou duas fases de três, dependendo da parametrização). O alarme vinculado à atuação da proteção indica a(s) fase(s) em falta. A proteção é temporizada e o tempo pode ser do tipo tempo definido ou independente.

Atenção. O software fornece apenas a indicação relativa ao alarme, o disparo em relação ao limite de intervenção não é gerenciado no momento.

Vamos analisar o funcionamento de uma proteção 67 com o auxílio da figura ao lado. A direção da corrente (I_1) é determinada medindo sua fase (α_1) em relação a uma grandeza de polarização (U_{23}), que é a tensão fase-fase em quadratura com a tensão de referência da fase sob exame (V_1).

A parte da rede a jusante da proteção é definida como *Zona da linha / Direção da linha / Forward*.

A parte da rede a montante da proteção é definida como *Zona do barramento / Direção do barramento / Backward*. O plano dos vetores de corrente de uma fase é dividido em dois semiplanos correspondentes à Zona da linha e à Zona do barramento. O Ângulo característico (30°) é o ângulo da perpendicular à *linha limite* entre essas duas zonas e a quantidade de polarização (U_{23}).



Hipótese da memória de tensão

Se todas as tensões desaparecerem quando ocorrer uma falta trifásica próxima ao sistema de barramento, o nível de tensão pode ser insuficiente para a detecção da direção da falta. A proteção então usa uma memória de tensão para determinar a direção de forma confiável. O software Ampère trabalha considerando que a proteção 67 direcional tem essa função de memorização. As proteções 67 podem funcionar de duas formas diferentes para determinar a área de intervenção.

[Zona da linha/Zona do barramento]: a caixa deve ser selecionada se a proteção usa a lógica *Linha/Barramento + Ângulo característico*, caso contrário controla apenas o Ângulo característico: 0°-90° ou 270°-359° Zona da linha; 91°-269° Zona do barramento.

Lógica de operação 2/3: em alguns casos é aconselhável escolher uma lógica de intervenção do tipo duas de três fases.

Exemplo de Média tensão

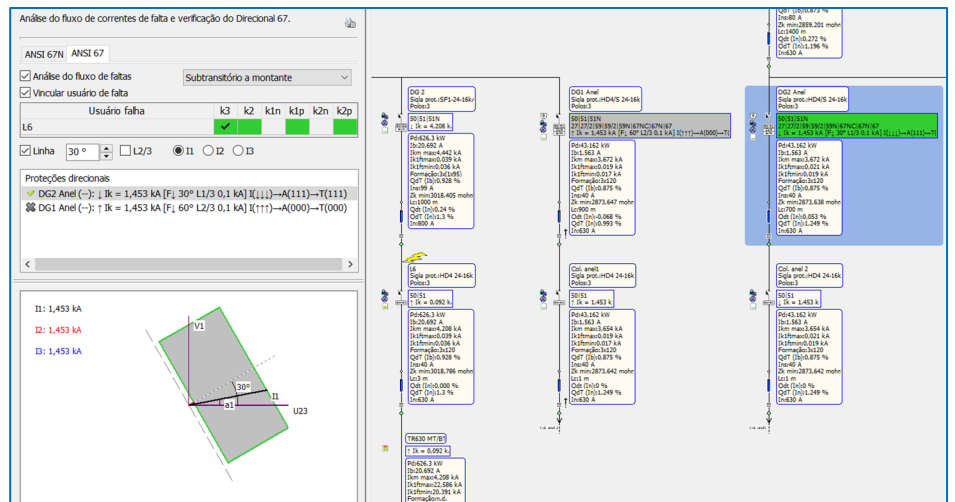
Na situação analisada a seguir, vemos o comportamento de duas proteções direcionais 67 utilizadas para proteger um trecho de rede gerenciado em anel; na sequência de uma falta trifásica num ponto F fora do anel, uma proteção entra em alarme (cor verde) e a outra não atua (cor cinza).

Vamos analisar os valores das proteções direcionais informados nas etiquetas da Malha e na lista do painel ANSI 67.

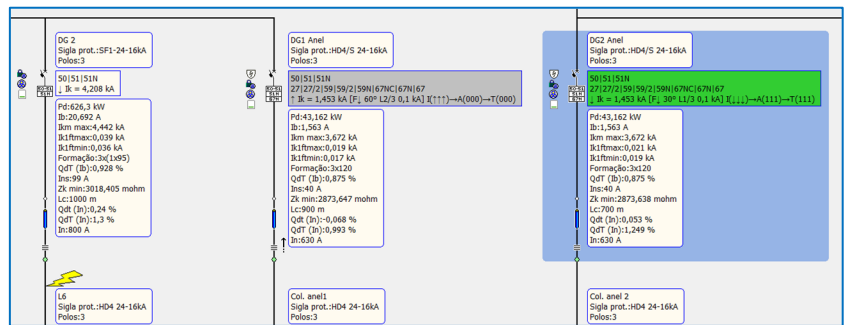
Proteção em alarme: a seta para baixo indica o sentido da corrente de falta, com valor de 1,507 kA. Os dados dentro dos colchetes são os ajustes de proteção e, em ordem, a configuração da *Zona de linha (F)*, um *ângulo característico* de 60° e *lógica operacional* 1/3 (uma fase de três).

Abaixo está a lista das direções das correntes de fase de acordo com a reta limite I(↓↓↓): neste caso estão todas na direção da Zona linha.

Por fim, o status do alarme é mostrado com a lista de fases que acionariam a proteção A(111), ou seja, todas as três fases, e o quadro fica verde indicando a ativação do alarme da proteção.



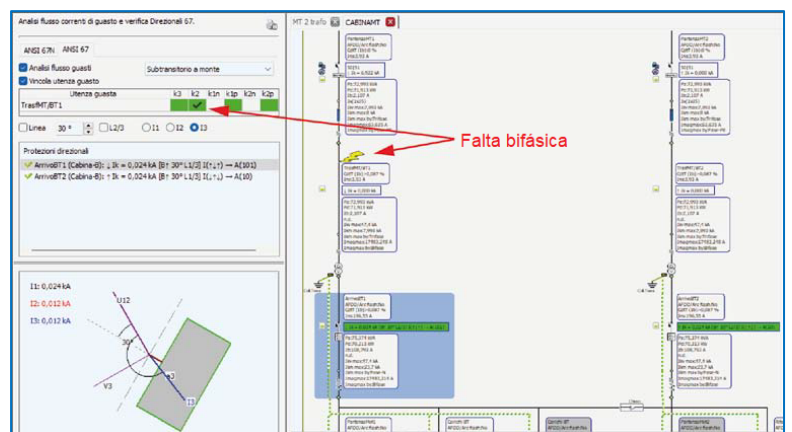
Proteção sem alarme: a seta para cima indica a direção da corrente de falta, com valor de 1,507 kA. Os dados dentro dos colchetes são as configurações da proteção e, em ordem, a configuração da Zona da linha (F), um *ângulo característico* de 60° e *lógica operacional* 2/3 (duas das três fases). Segue a lista de direções das correntes de fase de acordo com a reta limite I(↑↑↑), e neste caso são todas na direção da Zona do barramento. Por fim, o status do alarme é mostrado com a lista de fases que acionariam a proteção A(0), ou seja, sem fase, e o quadro fica cinza indicando que não há alarme.



Exemplo de Transformadores em paralelo

Voltemos a problemática do ponto anterior *Faltas assimétricas*. A rede tem a alimentação confiada a dois transformadores em paralelo, que devem ser protegidos contra faltas dentro do anel, evitando aberturas indesejadas.

Um caso crítico é o gerenciamento de uma falta bifásica no lado primário, como pode acontecer se duas fases entrarem em contato acidentalmente, devido a um corpo estranho. Esta falta pode enviar um alarme para ambas as proteções direcionais posicionadas no lado de entrada, conforme exibido na figura.



Para seccionar o trecho da linha do ramal esquerdo, é necessário que apenas o usuário ReléBT1 intervisse.

Com as configurações definidas [B↑ 30° L1/3], a fase 1 e fase 3 concordam e desarme a proteção A(101).

Na proteção ReléBT2, à direita, com ajustes [B↑ 30° L1/3] iguais ao anterior, fase 2 concorda em direção, e com lógica de operação L1/3 o alarme é acionado, situação indesejada.

Para este usuário, a *Lógica operacional* vem a calhar, pois ao colocá-la na posição L2/3 e solicitar pelo menos duas fases de acordo, consegue-se o objetivo de criar a seletividade necessária.

Como a rede é simétrica e a falta pode ocorrer no ramo do segundo transformador, ambas as proteções devem ser ajustadas para *Lógica operacional* L2/3.

A figura exibe o que é descrito.

Impressão ANSI 67

O painel ANSI 67 possui a função de *Gerenciamento de impressão*, útil para anexar ao projeto o estudo das proteções direcionais 67.

Para obter a ativação das impressões, deve-se selecionar um usuário com proteção 67, e a impressão vai relatar a análise completa nas três fases juntamente com o resultado final.

