

## Identificando Falhas de Alta Impedância Ajuste do Algoritmo AST do Relé SEL-451

Rogério Moraes

---

### 1. INTRODUÇÃO:

A falta de alta impedância no Sistema de Distribuição de Energia pode ser classificada como uma corrente de curto circuito, cuja intensidade é menor que a sensibilidade da função de proteção de sobrecorrente ajustada para proteger uma linha de distribuição. Ou seja, são faltas não identificadas como uma condição anormal do sistema elétrico de distribuição pela proteção convencional de sobrecorrente.

As principais causas de faltas de alta impedância nos circuitos aéreos de distribuição são consequência de galhos de árvores ou objetos tocando as fases, isoladores com o isolamento comprometido e condutores partidos tocando em superfícies de alta resistividade com contato direto ou indireto das fases para a terra.

Em um circuito de distribuição a corrente de falta de alta impedância, no caso de condutor partido, pode ter o valor menor que 100A, chegando até valores bem próximos de 0A, em função da superfície de contato do cabo no momento da falta.

Considerando o alto risco envolvendo segurança pessoal associado a esse tipo de falta, as concessionárias de energia elétrica são motivadas a implantar esquemas de proteção que aumentem a segurança na identificação desse tipo de ocorrência, mesmo sendo difícil a identificação de todos os tipos de faltas de alta impedância.

Os relés de proteção da SEL possuem funções de proteção que auxiliam na identificação dessas faltas para os diversos tipos de configuração de sistemas de distribuição, por exemplo:

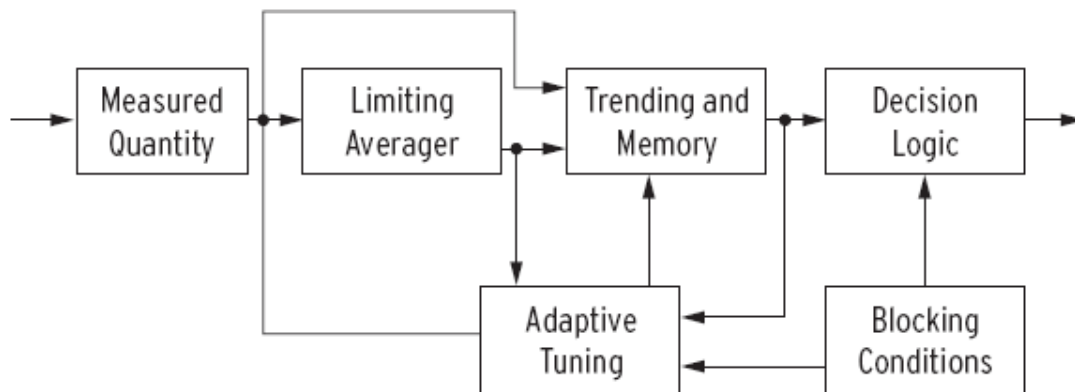
- Sistemas ressonantes – Método da Condutância Incremental e Algoritmo Wattmétrico;
- Sistemas não aterrados – Elementos Modificados com Alta Sensibilidade de Sequência Zero e Método Varmétrico;
- Sistemas aterrados através de alta impedância - Elementos de sequência zero de alta sensibilidade e Algoritmo AST (Arc Sense Technology);
- Sistemas aterrados através de baixa impedância ou solidamente aterrados – Elementos de sequência zero de alta sensibilidade, Algoritmo AST (Arc Sense Technology) ou elementos de sequências zero e negativa.

## 2. FUNÇÃO AST – ARC SENSE TECHNOLOGY:

A função AST (Arc Sense Technology) disponível como opcional no relé SEL 451 para detecção de faltas de alta impedância em circuitos multi-aterrados e com correntes de desequilíbrio elevadas, opera com base:

- Na quantidade de informações geradas por uma falta de alta impedância (assinatura de falta de alta impedância SDI), que revelam a formação de arco elétrico e que não causam interferências na operação normal e no suprimento de cargas dos circuitos de distribuição;
- Valores médios que representam uma referência estável das condições de pré-falta das diferenças dos valores instantâneos medidos a cada ciclo;
- Ajustes adaptativos que aprendem e sintonizam as condições de ruídos de cada alimentador;
- Lógica de decisão que diferencia uma falta de alta impedância de condições de chaveamentos e outros ruídos injetados na rede pela carga.

O método de detecção das faltas de alta impedância (high-impedance fault - HIF) apresentado na figura 1 incorpora os seguintes elementos chave:



**Figura 1 - Diagrama de Bloco da Função de detecção de Falta de Alta Impedância**

O elemento de detecção de uma falta de alta impedância calcula uma soma das diferenças dos valores instantâneos das correntes entre dois ciclos consecutivos (SDI). O valor do conteúdo não harmônico total das fases e das correntes residuais são utilizados para detectar uma assinatura de uma falta de alta impedância. Um filtro dos valores médios gera uma referência estável da SDI para que o algoritmo se adapte às condições ambientes do alimentador em função das características das cargas. Os valores limites sintonizados para a detecção pela função de HIF é estabelecido com base nas tendências do SDI medido. A lógica de decisão é usada para identificar e separar uma tendência normal do circuito de uma falta de alta impedância no sistema de distribuição.

Uma lógica de detecção adicional mede o teor total das componentes de harmônico ímpares (ISM), e armazena os histogramas de curto prazo e de longo prazo do ISM. Comparando a diferença entre os dois histogramas a função gera alarmes de falta de alta impedância. Quando a diferença entre os dois histogramas não é substancial, o histograma de longo prazo é atualizado através de da lógica de filtragem Infinit Impulse Response (IIR) a partir do histograma de curto prazo. Portanto, o histograma

de longo prazo se adapta às condições de carga em tempo real no alimentador e aumenta a segurança de detecção de falta de alta impedância de maneira global.

Nota: Identificar faltas de alta impedância tem sido uma preocupação constante das concessionárias de energia elétrica, principalmente em condições onde elas ocorrem com contato em superfícies como asfalto ou areia seca. Em condições onde pouca ou quase nenhuma alteração no sistema é gerada pela falta, dificilmente a proteção de sobrecorrente será sensibilizada. Como é de conhecimento geral, um método de identificação de **todas as** faltas de alta impedância ainda não é possível. A solução proposta pela SEL no algoritmo AST considera os riscos envolvidos em uma falta de alta impedância, e propõe **aumentar a probabilidade** do relé SEL 451 identificar esse tipo de falta.

### 3. AJUSTANDO O RELÉ SEL-451 PARA A DETECÇÃO DE FALTAS DE ALTA IMPEDÂNCIA

O relé SEL-451 possui três ajustes a serem definidos pelo usuário. Os ajustes podem ser feitos diretamente no relé ou através do programa AcSELerator QuickSet® conforme segue:

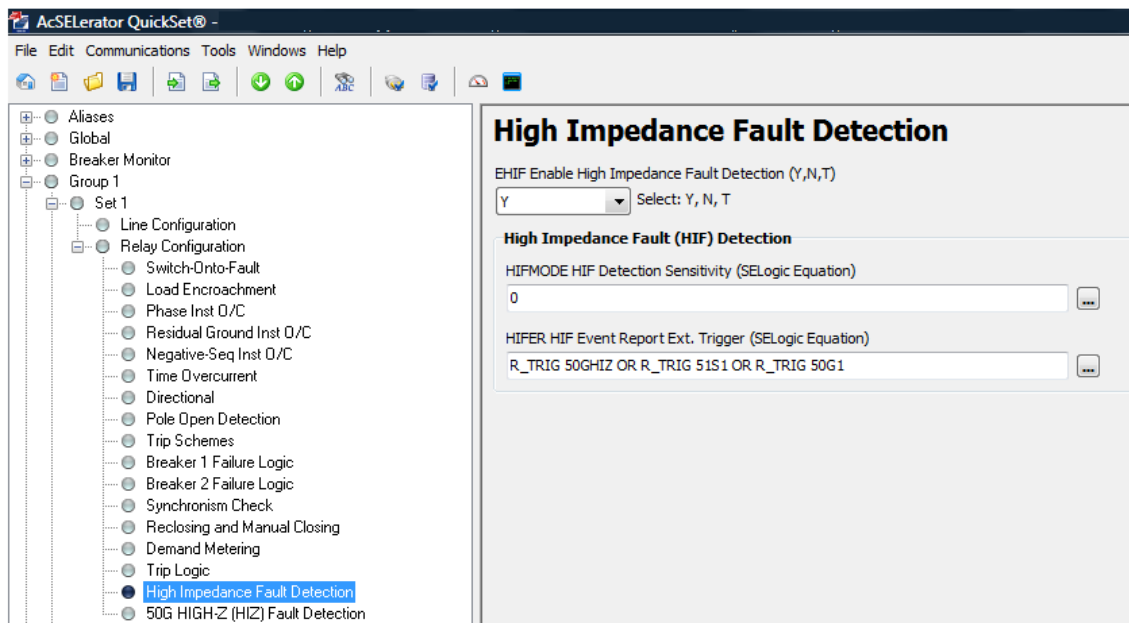


Figura 2 - Ajustes de High Impedance Fault Detection no relé SEL 451

A detecção de faltas de alta impedância é habilitada pelos ajustes do **EHIF := Y** ou **T**.

Quando:

- **EHIF** é ajustado para **N**, o algoritmo está desabilitado.
- **EHIF** é ajustado para **Y**, o algoritmo inicia o cálculo dos valores médios aplicados pela função de falta de alta impedância para ajustar as referências de pré-falta. Durante 24 horas a função estará aprendendo os valores típicos do alimentador e o relé ajusta o wordbits **ITUNE\_x** durante esse período. O processo de aprendizado é interrompido sempre que houver uma alteração do ajuste do **EHIF**, ou uma alteração no valor do ajuste do **NFREQ**, ou uma perda



de carga ou ainda uma condição de trip do relé. Uma vez interrompido o processo de aprendizado, o processo irá reiniciar na próxima vez que o relé detectar uma condição normal de carga.

Se necessário, os valores de aprendizado podem ser reiniciados através do comando **INI HIF**.

Com o processo de aprendizado encerrado, o relé irá manter os valores de referência por 4 horas após os desligamentos da carga. Caso a linha seja desligada por períodos maiores que 4 horas, quando restabelecida a carga do circuito, todo o processo de aprendizado será reiniciado.

- **EHIF** é ajustado para **T**, o algoritmo de detecção desconsidera às 24 horas de aprendizado e fica disponível imediatamente com o propósito único de teste no relé.

O relé deverá estar com o rastreamento de frequência para que a habilitação da função de detecção de falta de alta impedância, caso contrário o funcionamento do algoritmo será bloqueado.

A sensibilidade da detecção de faltas de alta impedância é controlada pela equação SELOGIC definida em **HIFMODE**. A alteração do nível lógico de 0 para 1 do wordbit **HIFMODE** aumenta a sensibilidade do algoritmo de detecção.

#### 4. EXEMPLO DA PROGRAMAÇÃO E OPERAÇÃO DO **HIFMODE**:

Como exemplo de aplicação para o ajuste do **HIFMODE**, vamos imaginar um determinado alimentador de distribuição onde o maior número de faltas de alta impedância ocorre durante os períodos de tempestades. Adicionalmente, em função da configuração física do circuito, nos rompimentos de cabos, antes do toque no solo os condutores geralmente provocam um curto circuito entre fases, com valores que sensibilizam o relé de proteção de sobrecorrente do alimentador.

Após o toque no solo e religamento do circuito, a corrente de defeito assume valores que não mais sensibilizam a proteção convencional. Nesse caso é desejável que a sensibilidade para os defeitos de alta impedância seja aumentada, por um período de tempo pré-determinado, após religamentos com sucesso.

Com esse objetivo podemos estabelecer o seguinte grupo de ajustes para a função de alta impedância:

**EHIF := Y**

**HIFMODE := PCT16Q AND 52AA1** # Equação SELOGIC de controle do **HIFMODE** o valor lógico da variável de controle segue a saída de um temporizador combinado com a condição de disjuntor fechado

Para ajuste do temporizador configure os seguintes parâmetros:

**PCT16PU := 0.0** # ajuste de partida do temporizador para 0,0 ciclos

**PCT16DO := 108000.0** # ajuste de dropout do temporizador para 30,0 minutos em sistema de 60 Hz

**PCT16IN := R\_TRIG 3PRCIP** # rearme do religamento trifásico em progresso (durante o ciclo de religamento)



Após um religamento bem sucedido do alimentador e durante a contagem de tempo para rearme da função de religamento automático, o nível lógico do wordbit **3PRCIP** é setado para 1, partindo o temporizador **PCT16** (Protection Conditioning Timer 16). O temporizador inicia a contagem de tempo e o valor lógico da variável **PCT16Q** permanece em nível 1 por 30 minutos, no exemplo apresentado.

Durante os 30 minutos a variável **HIFMODE** será mantida com valor lógico 1 aumentando a sensibilidade de detecção do algoritmo de faltas de alta impedância.

A partida do registro de eventos de faltas de alta impedância pode ser controlada através do valor lógico da variável **HIFREC** igual a 1. Sempre que o resultado da equação de controle SELOGIC ajustada no grupo **HIFER** for igual a nível 1, o relé parte o registro de eventos de faltas de alta impedância.

### **Saídas lógicas da detecção de faltas de alta impedância**

O relé SEL-451 indica a detecção de faltas de alta impedância através dos wordbit de saída indicados no manual técnico. Os wordbits podem ser usados na programação de lógicas do usuário para indicar a atividade do algoritmo.

## **5. REFERÊNCIAS:**

SEL-451 Relay Protection, Automation, and Control System - Instruction Manual.

SEL Technical Paper "Deterministic High-Impedance Fault Detection and Phase Selection on Ungrounded Distribution Systems" por Daqing Hou e Normann Fischer.

SEL Technical Paper "Detection of High-Impedance Faults in Power Distribution Systems" por Daqing Hou.