

PENSE 2018

4ª Jornada Científica e Tecnológica do IFRS Campus Farroupilha
Ciência para redução das desigualdades

ALGORITMOS PARA O AJUSTE DE RELÉS DE SOBRECORRENTE E ELOS FUSÍVEIS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Daniela Zanchet Donida

Acadêmica do curso de Engenharia de Controle e Automação, IFRS Campus Farroupilha
danieladonida@gmail.com

Rafael Corrêa

Professor do curso de Engenharia de Controle e Automação, IFRS Campus Farroupilha
rafael.correa@farroupilha.ifrs.edu.br

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e o resultado de algoritmos capazes de determinar ajustes adequados para relés de sobrecorrente e elos fusíveis de redes de distribuição de energia. Os algoritmos foram desenvolvidos na linguagem de programação Java, obedecendo a critérios específicos previstos em documentação técnica da RGE-CPFL e os resultados apontam para a devida obtenção de coordenação e seletividade.*

Palavras-chave: *Distribuição de energia. Elo fusível. Rede primária. Relé de sobrecorrente. Proteção.*

1. INTRODUÇÃO

Todo sistema elétrico requer um sistema de proteção que deve garantir uma boa confiabilidade na operação e segurança no fornecimento de energia elétrica [1]. Em sistemas aéreos de distribuição, os esquemas de proteção devem atender aos seguintes aspectos [2]:

- Salvar a integridade física de operadores, usuários do sistema e animais.
- Proteger materiais e equipamentos contra danos causados por sobrecorrentes e sobrecargas.
- Melhorar a confiabilidade dos circuitos de distribuição, em consequência da possibilidade de restringir os efeitos de uma falha ao menor trecho possível do

circuito, diminuindo o número de consumidores afetados.

Para que esses aspectos sejam atendidos, dispositivos de proteção contra sobrecorrente são utilizados, sendo os mais comuns os relés de sobrecorrente, religadores e elos fusíveis. É importante que os dispositivos de proteção sejam ajustados de forma adequada, respeitando critérios técnicos específicos para que a proteção da rede elétrica seja efetiva.

Com base nisso, o presente artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e os resultados de algoritmos para ajuste de relés de sobrecorrente e elos fusíveis de redes primárias radiais. Os testes foram realizados em uma rede de distribuição de teste e os resultados obtidos apontam para a obtenção de coordenação e seletividade, atendendo aos critérios previstos nas normas técnicas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o desenvolvimento dos algoritmos utilizou-se como referência os critérios estabelecidos na Norma Técnica da CPFL – GED 2912 [3], sendo que cada dispositivo de proteção possui critérios específicos a serem considerados.

2.1 Chave Elo Fusível

Os ajustes dos elos fusíveis devem levar em consideração os seguintes critérios:

1) A capacidade de interrupção do porta-fusível deve ser maior que a corrente de curto-circuito trifásico do ponto de instalação.

2) A corrente nominal do elo fusível deve ser maior que a corrente de carga prevista para o horizonte de estudo.

3) O elo fusível deve ser capaz de suportar a corrente de *inrush*.

4) A corrente para o tempo de 300 segundos na curva de tempo máximo de interrupção do elo fusível deve ser menor que a menor corrente de curto-circuito fase-terra mínima do trecho onde o elo fusível é a proteção de retaguarda. Isso não sendo possível, deve-se no mínimo assegurar que o elo fundirá pelo menos para a menor corrente de curto-circuito fase-terra mínima do trecho sob proteção deste elo.

5) O elo fusível deve ser seletivo com os dispositivos que estão à montante e à jusante, quando for o caso.

2.2 Conjunto Relé e Disjuntor

Para o desenvolvimento dos algoritmos de proteção utilizou-se o relé digital numérico. Este tipo de relé possui curvas conforme definidas pelas Normas IEC 60.255-151 ou ANSI C37.112, que podem ser normalmente inversa (NI), muito inversa (MI) e extremamente inversa (EI).

Os ajustes do relé, de fase e neutro, que devem ser realizados são os seguintes [3]:

1) Ajuste do tape (AC) da unidade temporizada de fase.

2) Ajuste da curva (AT) da unidade temporizada de fase.

3) Ajuste do tape (AC) da unidade instantânea de fase.

4) Ajuste do tape (AC) da unidade temporizada de neutro.

5) Ajuste da curva (AT) da unidade temporizada de neutro.

6) Ajuste do tape (AC) da unidade instantânea de neutro.

2.3 Seletividade elo fusível-elo fusível

Cada conjunto de chave fusível – elo fusível possui três curvas de tempo vs.

corrente características: curva de mínima fusão, máxima fusão e máxima interrupção. A seletividade entre dois elos fusíveis em série é garantida se o tempo de interrupção do elo fusível protetor for no máximo 75% do tempo mínimo de fusão do elo protegido.

2.4 Seletividade relé-elo fusível

Para que haja seletividade entre os relés e os elos fusíveis é necessário que o elo fusível interrompa a corrente de defeito antes que o relé opere.

A seletividade é garantida na faixa dos valores de corrente de curto-circuito, na qual exista uma diferença de no mínimo 0,2 segundos entre o tempo máximo de interrupção do elo fusível e o tempo mínimo de operação da curva do relé.

3. METODOLOGIA

O objetivo geral deste artigo é mostrar desenvolvimento e resultados de algoritmos heurísticos capazes de promover e verificar a coordenação e a seletividade entre elos fusíveis e relés de sobrecorrente. Os ajustes são determinados por meio de algoritmos especializados desenvolvidos para cada um dos dispositivos de proteção, levando em consideração o descrito na fundamentação teórica. No desenvolvimento dos algoritmos, considerou-se como ponto de partida a subestação de um determinado alimentador, indo na direção dos ramais de fim de rede. Dessa forma, pode-se garantir a coordenação e seletividade entre a proteção da subestação e a proteção do início do alimentador, que é um trecho de suma importância.

Para desenvolver os algoritmos e testá-los, utilizou-se o *software* NetBeans IDE, uma plataforma que permite o desenvolvimento de aplicações na linguagem de programação Java.

Os algoritmos permitem a flexibilização de alguns ajustes, quando necessário, sempre respeitando os critérios técnicos mínimos.

A estrutura básica dos algoritmos está descrita como segue:

1) Inserção de dados da rede: ao utilizar os algoritmos, deve-se inserir dados do

Tipo de curva EI:

- AT da unidade temporizada: 0.07 s
- AC da unidade temporizada: 41 A

Tipo de curva MI:

- AT da unidade temporizada: 0.12 s
- AC da unidade temporizada: 45 A

Tipo de curva NI:

- AT da unidade temporizada: 0.13 s
- AC da unidade temporizada: 50 A

Tanto para a curva de fase quanto para a curva de neutro o menor valor para a FA foi obtido para a curva EI, sendo esta a solução adotada.

2) Elo fusível: obteve-se o elo fusível de 15K na posição 1. Todos os critérios relacionados na seção 2 foram atendidos.

3) Elo fusível: obteve-se o elo de 15K para a posição 3. Todos os critérios relacionados na seção 2 foram atendidos.

4) Elo fusível: para a posição 2 foi encontrado o elo fusível de 15K, restando apenas a escolha do elo fusível de 10K na posição 4. Porém, percebeu-se que o elo fusível de 10K não passa no teste de seletividade com o elo fusível de 15K. Apesar das flexibilizações do algoritmo relé – elo fusível, o elo fusível de 15K é sempre retornado como solução. A partir disso assume-se o elo fusível de 15K como solução para a posição 2.

5) Elo fusível: apesar do elo fusível de 10K não ser seletivo com o elo fusível de 15K para as correntes máximas apresentadas (trifásica e fase-terra máxima), assume-se o elo fusível de 10K para a posição 4, pois não há valores menores a serem escolhidos. Segundo [3], elo fusível de 15K é seletivo com o de 10K para no máximo 130 A. Logo, mesmo para a corrente fase-terra mínima no ponto de instalação do elo fusível da posição 4, é impossível a obtenção da seletividade entre elos fusíveis de 15K e 10K.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da consulta de manuais, normas e guias técnicos, estudou-se os critérios que devem ser levados em consideração para o desenvolvimento dos algoritmos. Após o levantamento das curvas dos elos fusíveis e equações dos relés de sobrecorrente, desenvolveu-se os algoritmos em uma IDE onde é possível a realização de testes. Através dos testes realizados com os algoritmos em redes de distribuição primárias, observou-se a possibilidade de realizar aperfeiçoamentos nas lógicas de ajuste da proteção que permitiram a obtenção de melhores resultados. Assim, a tarefa do projetista da proteção é facilitada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à bolsa PROBIC/FAPERGS obtida por meio do Edital IFRS Nº 28/2017 PROBIC/PROBITI/IFRS/Fapergs.

REFERÊNCIAS

- [1] SHORT, T. A. Electric Power Distribution Handbook, CRC Press LLC, New York, 2004.
- [2] G.D. Ferreira, “Otimização e confiabilidade de sistema de distribuição de energia elétrica: uma abordagem considerando a seleção e alocação de dispositivos de proteção e manobras,” Dissertação – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- [3] CPFL. GED-2912, Proteção de redes aéreas de distribuição – Sobrecorrente, 2016.
- [4] ELETROBRAS. Proteção de Sistemas Aéreos de Distribuição, vol. 2, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1982.