

Novo Algoritmo de Proteção Diferencial de Transformadores de Potência

Maísa R. Campos¹ e Kleber M. Silva²

1. Estudante de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília – UnB.

2. Professor do Depto.de Engenharia Elétrica, UnB, Brasília/DF.

Palavras Chave: Sistema elétrico, transformador, proteção diferencial.

Introdução

Os transformadores de potência são equipamentos fundamentais em qualquer sistema elétrico. Eles são os responsáveis pela operação do sistema com a tensão mais conveniente dos pontos de vista técnico e econômico. Seu reparo ou substituição em uma subestação implica em tempo fora de serviço e, por consequência, prejuízos financeiros. Cerca de 10% das faltas em sistemas elétricos de potência ocorre em transformadores de potência. Essa alta porcentagem, aliada à importância desse equipamento tornou crescente a busca por novos algoritmos de proteção que garantam a extinção mais rápida de faltas nos transformadores de potência, evitando danos permanentes aos componentes do transformador. Com isso, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um novo algoritmo de proteção diferencial de transformadores de potência.

Resultados e Discussão

Foram implementados algoritmos de proteção diferencial de transformadores de potência no software Matlab, com base em proteção diferencial de potência, utilizando as variações das potências complexas de sequência positiva dos lados de alta tensão e baixa tensão, de forma a obter as potências restrição e operação para serem analisadas no plano alfa de potência, a fim de detectar a resposta da proteção às determinadas condições a que o transformador pode ser submetido. Para a avaliação dos algoritmos propostos foram realizadas simulações de transitórios eletromagnéticos em um sistema elétrico de potência teste utilizando o software *Alternative Transients Program* (ATP). Com isso, o transformador de potência do sistema analisado foi submetido a curtos-circuitos entre espiras e espira-terra para diversas porcentagens dos enrolamentos do lado estrela e do lado delta. Também foram analisadas condições em que o sistema teste era submetido a curtos-circuitos externos à zona do transformador.

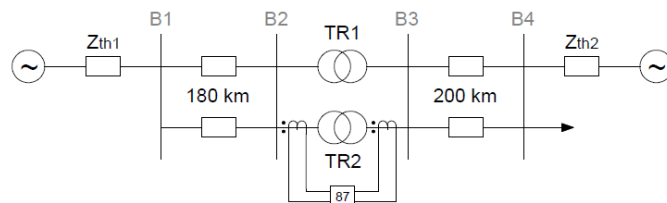
O sistema elétrico de potência teste analisado é composto por duas linhas de 180 km em 500 kV e duas de 200 km em 230 kV, conforme ilustrado na Figura 1. Os equivalentes foram representados por fontes de tensão atrás das respectivas impedâncias de Thévenin. Além disso, foi considerada uma carga de 400 MW com fator de potência 0,95 indutivo na barra B4.

Os transformadores possuem relação de transformação 500-230 kV, potência de 450 MVA e conexão YNd1. Eles foram modelados pelo componente *Saturable Transformer*, com suas características não-lineares (ciclo de histerese) e os enrolamentos particionados para a simulação de falta interna.

Como o relé em estudo é o que protege o transformador TR2, conforme indicado na Figura 1, apenas os TCs deste foram inseridos nas simulações. Os TCs são do tipo C800 1200-5A e seguem o modelo

indicado pelo IEEE. Para este caso, considerando as correntes nominais do primário e do secundário do transformador de potência, os TCs foram ajustados nos taps 600-5A e 1200-5A, respectivamente.

Figura 1. Sistema Teste



As simulações realizadas permitiram perceber que o algoritmo proposto se mostrou eficiente na detecção de faltas ocorridas nos enrolamentos do transformador. Os curtos-circuitos mais difíceis de serem detectados pelo relé 87T, que são os curtos-circuitos que ocorrem em porcentagens do enrolamento muito pequenas (próximas de 1,0%), puderam ser detectados pelo algoritmo. Foi verificado também que quando o sistema foi submetido a curtos-circuitos externos à zona do transformador (delimitada pelos TCs), o algoritmo proposto não permitiu que o relé atuasse, o que era esperado, já que a proteção de outros elementos do sistema elétrico deverá detectar a falta e assim atuar.

Conclusões

A partir dos estudos realizados sobre proteção diferencial, obteve-se o código computacional do algoritmo proposto. O algoritmo desenvolvido apresentou-se eficaz na detecção de faltas internas ao transformador. A próxima etapa da pesquisa, que já está em andamento, consiste em fazer com que o algoritmo possa permitir que o relé diferencie faltas internas aos transformadores de potências, das correntes de inrush (provenientes da condição de energização do transformador), curtos-circuitos externos com saturação de transformadores de corrente, etc. Para isso, pretende-se utilizar a lógica de bloqueio e restrição por harmônicas no algoritmo proposto, para evitar que o relé não atue indevidamente. Essa lógica irá utilizar a estimação de fasores na frequência fundamental e nas segunda e quinta harmônicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica da Universidade de Brasília (PIBIC/UnB) e ao CNPq.