

## IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DE FUNÇÕES DE PROTEÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE PSCAD

Paulo Eduardo De Carli<sup>1</sup>

Pedro Henrique Aquino Barra<sup>1</sup>, Ricardo Augusto Souza Fernandes<sup>2</sup>

Prof. Tit. Denis Vinicius Coury<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo;

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de São Carlos

paulodecarli@usp.br

### Objetivos

Tendo em vista a importância da simulação digital no contexto da proteção de sistemas elétricos, o objetivo desse trabalho é implementar algumas funções de proteção no software PSCAD. Para tanto, foram estudadas as funções de sobrecorrente, subtensão e subfrequência, utilizando como referência o *benchmark* europeu de rede de distribuição de média tensão com 14 barras do *Conseil International des Grands Réseaux Électriques* (CIGRÉ) (STRUNZ, 2014). A Figura 1 apresenta o modelo descrito, bem como o posicionamento dos relés de proteção no circuito.

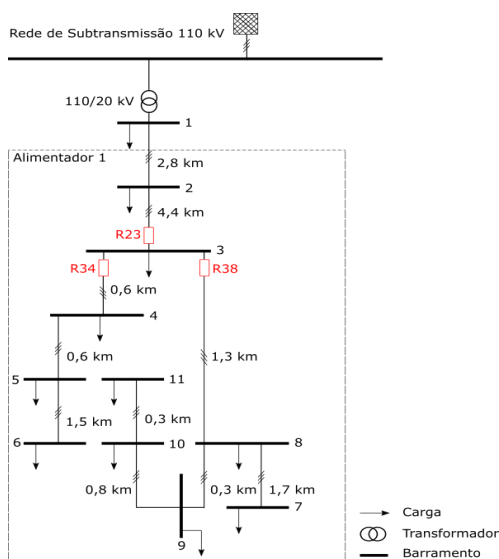


Figure 1: Topologia da rede de distribuição analisada

O modelo da Figura 1 possui uma rede trifásica radial com frequência nominal de 60 Hz. É apresentado no diagrama apenas o alimentador utilizado para os estudos, que opera em uma tensão de 20 kV proveniente de um transformador 110/20 kV de 25 MVA.

### Métodos e Procedimentos

Deseja-se analisar o efeito da aplicação de diferentes tipos de faltas em determinados pontos do circuito da Figura 1 e modelar formas de proteção distintas, de modo a isolar a região afetada no menor tempo possível. Inicialmente estudou-se a proteção de sobrecorrente com relés aplicados em três pontos específicos do alimentador 1, como mostrado na Figura 1. Nota-se que o relé entre os nós 2 e 3 (R23) foi utilizado para análise da proteção de retaguarda, atuando apenas no caso de uma falha de operação do relé R34 ou do relé R38. Foram estudadas as funções de proteção instantânea (50) e temporizada (51) por meio de um modelo de proteção construído no software PSCAD. Utilizou-se para análise a corrente eficaz à montante do respectivo relé, a qual foi analisada pelos blocos de proteção de sobrecorrente (50 e 51) do próprio software, responsáveis pela detecção de uma possível falta e a necessidade ou não de atuação do relé em questão.

As funções de subtensão e subfrequência foram modeladas considerando apenas o relé R23 para faltas na barra 2, ou seja, externas à microrrede que tal relé protege. Ambas as funções foram modeladas através da

comparação entre dois valores. No caso da função de subtensão foi comparado o valor da tensão eficaz monofásica na barra 3 com um valor de referência, equivalente a 90% da tensão nominal neste mesmo ponto. Caso a tensão medida fique abaixo da referência por um determinado intervalo de tempo, a proteção retorna com nível lógico alto, que pode ser utilizado para a abertura do disjuntor associado ao relé.

A função de subfrequência possui uma lógica semelhante, ou seja, caso a frequência medida na barra 3 fique abaixo de 58,5 Hz por um certo período de tempo ou caso ela caia abaixo de 57 Hz, o relé R23 retorna com nível lógico alto.

## Resultados

Posteriormente à fase de implementação, diversas simulações foram feitas para exemplificar o funcionamento das funções de proteção, todas elas considerando uma resistência de falta nula. Devido à escassez de espaço, apenas alguns casos são mostrados neste artigo. Inicialmente, para análise da proteção de sobrecorrente, foi aplicada uma falta bifásica (AB) na barra 4, considerando um tempo de simulação de 1s e que a falta foi aplicada aos 0,5s. A Figura 2 apresenta o comportamento da corrente das fases A (I34a) e B (I34b) na entrada do relé R34 e os sinais de *trip* das funções 50 (Trip34i) e 51 (Trip34t), que são enviados para o relé, representando a atuação do mesmo.

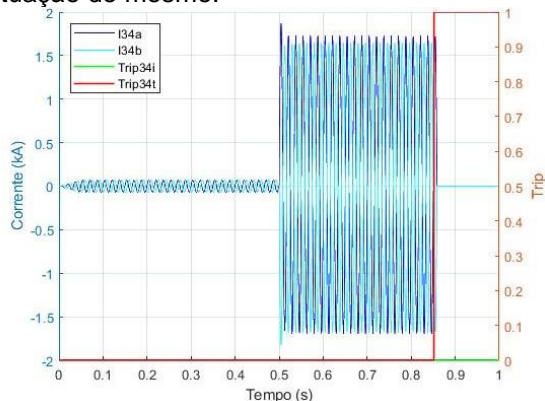


Figura 2: Comportamento da corrente e do *trip*

Para análise da proteção de subtensão foi simulada uma falta trifásica (ABC) na barra 2. A Figura 3 apresenta o comportamento da tensão eficaz monofásica e o sinal de *trip*, indicando a atuação do relé R23.

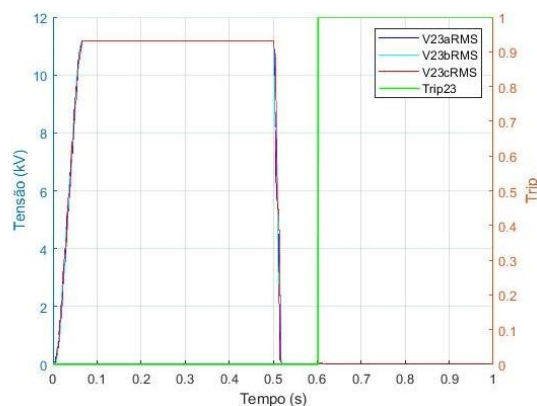


Figura 3: Comportamento da tensão eficaz e do *trip*

Por fim, foi simulada uma falta monofásica entre a fase A e o terra (AT) para análise da proteção de subfrequência. A Figura 4 apresenta o comportamento da frequência na barra 3 e o sinal de *trip* enviado ao relé R23.

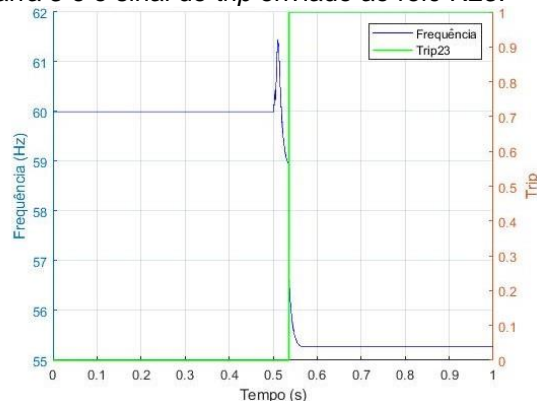


Figura 4: Comportamento da frequência e do *trip*

## Conclusões

As simulações realizadas indicaram que as funções de proteção modeladas no PSCAD apresentam resultados satisfatórios para as diferentes faltas analisadas. Vale ainda destacar que o sistema de proteção é imperativo para a operação segura de um sistema elétrico. Logo, os modelos apresentados se mostraram eficazes para serem usados em estudos posteriores envolvendo o tópico de proteção.

## Referências Bibliográficas

STRUNZ, K.; ABBASI, E.; FLETCHER, R.; HATZIARGYRIOU, N.; IRAVANI, R.; JOOS, Benchmark Systems for Network Integration of Renewable and Distributed Energy Resources. Paris: CIGRE, 2014.