

1. INTRODUÇÃO

A geração distribuída de energia elétrica (GD) está em crescente desenvolvimento. Trata-se da geração de energia elétrica por pequenas fontes, propositalmente instaladas próximo das cargas para minimizar o investimento em ampliação de infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. A GD é uma solução também para quando há falta de energia proveniente da rede elétrica e, em certos casos, para locais isolados com pobre regulação de tensão. Entretanto, grande parte das tecnologias empregadas em dispositivos para a GD é de origem estrangeira, o que contribui em peso para o aumento do custo de implantação de micro centrais geradoras em território nacional.

Um destes dispositivos é o chamado relé direcional de potência, foco deste projeto. Este dispositivo faz a proteção de um gerador (que deve fornecer potência elétrica ativa a uma rede a qual esteja interligado), evitando que ele passe a se comportar como um motor (que drena potência elétrica ativa de uma rede a que esteja interligado). Isso normalmente ocorre devido à falta de potência nas máquinas primárias que fornecem energia mecânica aos geradores elétricos. No desenvolvimento do projeto, torna-se interessante adicionar outros tipos de proteção, para tornar fundamental o seu uso em micro centrais geradoras.

2. OBJETIVO

Desenvolver um dispositivo de proteção para micro centrais geradoras, definido como Relé de Potência Reversa (RPR), que impeça que geradores de energia elétrica atuem como motores.

3. METODOLOGIA

3.1 Conexão do dispositivo ao gerador

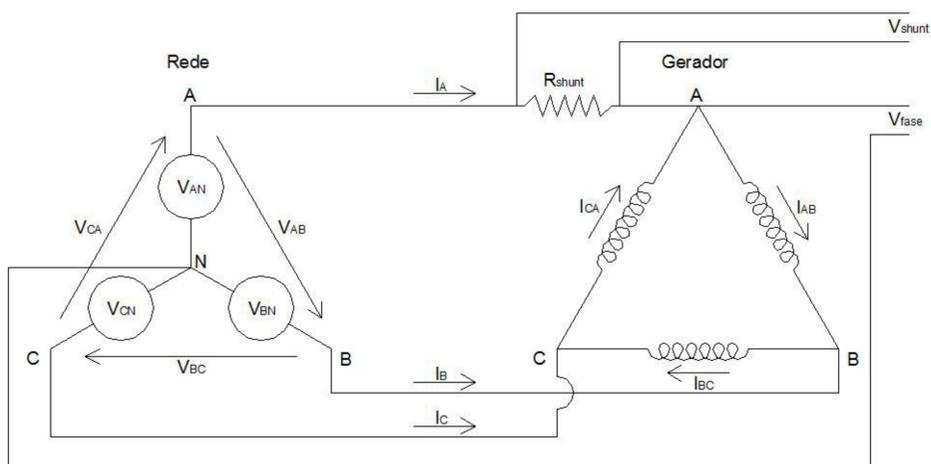


Figura 1 – o dispositivo conectado ao gerador em ligação tipo delta

A Figura 1 apresenta como o dispositivo é conectado para medir os sinais de tensão e de corrente do gerador. A detecção da potência reversa em um circuito de corrente alternada pode ser feita pela análise da defasagem entre o sinal de tensão e o sinal de corrente de um dado gerador. Para circuitos trifásicos conectados em delta equilibrado, tal como se demonstra pela Figura 1, a potência média P de uma carga qualquer é dada por:

$$P = 3V_{\text{linha}} \times I_{\text{fase}} \times \cos(\theta_V - \theta_I)$$

em que V é a tensão de linha eficaz, I é a corrente de fase eficaz e $(\theta_V - \theta_I)$ é a diferença angular entre o sinal de tensão e o sinal de corrente (defasagem). Por definição, um dispositivo estará fornecendo energia se sua potência for negativa. Para tanto, a diferença angular deverá estar entre 90 e 270 graus. Caso contrário, o gerador estará consumindo potência elétrica ativa, comportando-se como uma carga, fenômeno chamado de motorização.

6. REFERÊNCIAS

1. Sauer, H. L. ; Flores Filho, A. F. ; Oleksinski, M. L. . Relé de Potência Reversa para Microgeração. Porto Alegre, 2011.
2. Lora, Electo Eduardo Silva e Haddad, Jamil. Geração Distribuída - Aspectos Tecnológicos, Ambientais e Institucionais. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
3. Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras. Marcos Vinícius Xavier Dias, MSc., Edson da Costa Borotni, D.Sc. e Jamil Haddad, D.Sc. 2, Rio de Janeiro : Revista Brasileira de Energia, Vol. 11.

3.2 Procedimentos para detectar a potência reversa

- Leitura dos sinais de tensão e de corrente do gerador
- Detecção da passagem por zero (Volts ou Ampères): identifica-se quando cada um dos sinais cruzou por 0 e calcula-se, então, o tempo da diferença entre o cruzamento da tensão e da corrente. Após, calcula-se a defasagem:

$$(\theta_V - \theta_I) = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$$

em que Δt é a diferença entre o tempo que o sinal de corrente e o sinal de tensão passaram por 0 ($\Delta t = t_I - t_V$) e T é o período dos sinais alternados.

- Se o ângulo estiver entre 90 e 270 graus, retorna à leitura dos sinais. Caso contrário, desconecta o gerador da rede elétrica, evitando a motorização e que o sistema fique instável, até que o operador reinicie o sistema.

3.3 Ensaios com o protótipo inicial

Foram realizados ensaios com o primeiro protótipo já construído (SAUER, 2011) para se testar o funcionamento do mesmo e, posteriormente, comparar os resultados com instrumentos de referência disponíveis no LMEAE.

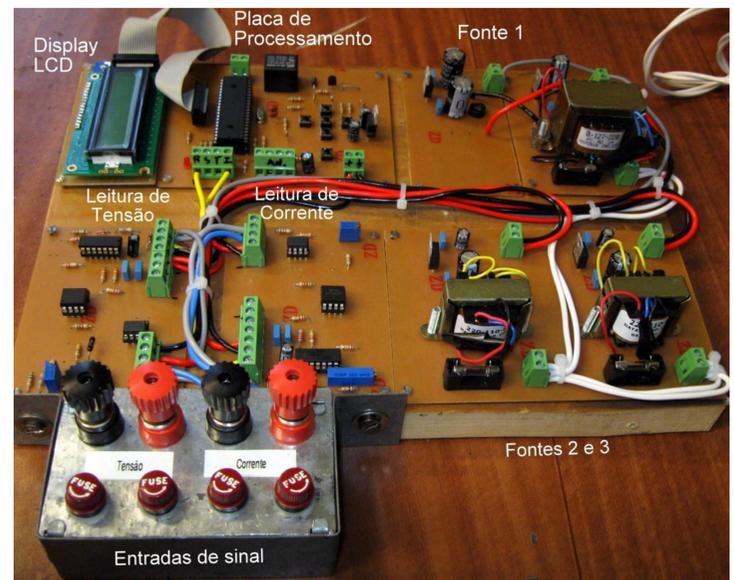


Figura 2 – o protótipo inicial do Relé de Potência Reversa

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir dos testes realizados com o protótipo inicial foram satisfatórios, com erros relativos de medição de defasagem em torno de 6% quando comparados ao instrumento de referência.

Um novo protótipo já está sendo desenvolvido de forma a se ter maior precisão na medida da defasagem. Contudo, esta nova versão ainda não está pronta para testes. Além disso, novas funções estão sendo implementadas para a proteção dos geradores, como, por exemplo, proteção contra sub/sobretensão/frequência e contra falta de fase. Um fator importante a ser considerado é o baixo custo do projeto comparado aos instrumentos de proteção vendidos no mercado brasileiro, o que incentiva muito o seu desenvolvimento.

5. CONCLUSÃO

Embora haja erros significativos de medição de defasagem no primeiro protótipo, ressalta-se que, caso ocorra falha na máquina primária, a potência fornecida pelo gerador (que era próxima ao seu valor nominal) tenderá a valores relativamente altos quando absorvida da rede elétrica, transitando, assim, de ângulos em torno de 180° para ângulos em torno de 0°. Neste caso, o dispositivo irá operar como previsto, protegendo a usina e o gerador da motorização.