

IMPACTOS NO SISTEMA DE PROTEÇÃO CAUSADOS PELA INSERÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Amanda Devecchi¹

Gustavo Marchesan²

Resumo:

A implantação da Geração Distribuída (GD), unidades geradoras visando o consumo local, em todos os setores de consumo está desencadeando uma série de estudos técnicos na proteção do Sistema Elétrico Brasileiro para garantir a operação segura, confiável e eficiente de todo o sistema elétrico, sobretudo após a ocorrência de curtos-circuitos ou contingências (VIEIRA JUNIOR, 2011). O sistema de distribuição de energia elétrica conta com dispositivos de proteção para preservar a operação das linhas de distribuição de energia, garantindo a segurança do sistema e das pessoas na sua proximidade. A fim de minimizar os impactos das falhas do sistema de distribuição, a proteção deve atuar de forma a garantir a coordenação e seletividade entre os dispositivos de proteção. Entende-se como coordenação, segundo CARDOSO JÚNIOR (2009), o ato ou efeito de dispor dois ou mais equipamentos segundo certa ordem de modo a atuarem em uma sequência de operação pré-estabelecida. Já seletividade é descrita como a capacidade do sistema de proteção mais próximo da falta (dispositivo protetor) de antecipar a atuação de retaguarda (dispositivo protegido), independente da natureza da falta ser temporária ou permanente. A inserção de GD no sistema de elétrico aumenta o nível de corrente de curto-circuito o que pode afetar a coordenação e seletividade do sistema, ou seja, para determinados níveis correntes os dispositivos de proteção principal e retaguarda operem de maneira simultânea, ou ainda, o dispositivo de retaguarda anteceda o dispositivo principal. Outro problema é o ilhamento elétrico, ou seja, parte da rede de transmissão torna-se eletricamente isolada do sistema, sendo mantida eletrificada pelas GD's conectadas. De acordo com WALLING E MILLER (2002) alguns dos problemas gerados pelas operações ilhadas são: segurança dos trabalhadores das concessionárias; perda de coordenação e seletividade dos equipamentos de proteção, em decorrência de uma redução drástica das correntes de curto-circuito após a perda da conexão com a concessionária; aterramento inadequado e uma dificuldade de realizar a restauração de energia elétrica para os consumidores afetados. Destaca-se que os principais afetados com os impactos causados na coordenação e seletividade são os consumidores, colocando em risco sua segurança, além de que a probabilidade de estes ficarem sem energia elétrica aumenta, pois quando o fusível de retaguarda atua de forma descoordenada, mais consumidores são afetados pela falta. Olhando pelo âmbito da distribuidora, está pagará altas multas referentes a desligamento do SEP e em relação ao ilhamento, tem-se ainda tensões e frequências não monitoradas, o que pode acarretar avaria os dispositivos domésticos e de proteção, outra situação em que esta é penalizada.

Palavras-chave: Geração Distribuída, Sistema de Proteção, coordenação, seletividade, ilhamento.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

IMPACTOS NO SISTEMA DE PROTEÇÃO CAUSADOS PELA INSERÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

¹ Aluno de graduação. amandadevecchi@hotmail.com. Autor principal

² Docente. gustavomarchesan@unipampa.edu.br. Orientador



IMPACTOS NO SISTEMA DE PROTEÇÃO CAUSADOS PELA INSERÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

1. INTRODUÇÃO

A implantação da Geração Distribuída (GD), unidades geradoras visando o consumo local, em todos os setores de consumo está desencadeando uma série de estudos técnicos na proteção do Sistema Elétrico Brasileiro para garantir a operação segura, confiável e eficiente de todo o sistema elétrico, sobretudo após a ocorrência de curtos-circuitos ou contingências (VIEIRA JUNIOR, 2011).

Antes da implantação de GD, o sistema de distribuição operava de forma radial, ou seja, com apenas uma fonte e um sentido para o fluxo de potência, percebe-se que a inserção de unidades de GD altera essa premissa afetando a correta operação das proteções. Essa influência será tanto maior quanto maior for a penetração da GD no sistema.

Segundo MAMEDE (2013) o sistema de proteção é constituído afim de diminuir os riscos de vida e danos materiais, retirar de serviço um equipamento ou parte do sistema que se apresente defeituoso, melhorar a continuidade de serviço, diminuir despesas com manutenção corretiva e melhorar os índices DEC (duração de interrupção equivalente por consumidor) e FEC (frequência de interrupção equivalente por consumidor). Caso ocorra um defeito, a proteção deve eliminá-lo o mais rápido possível, fazendo com que o menor número de consumidores fique sem energia, durante o menor tempo.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho baseia-se na revisão bibliográfica dos artigos mais relevantes da área, expondo os principais problemas causados pela inserção de GD, tais como, perda de seletividade e coordenação e ilhamento não intencional, acerca da inserção de geração distribuída no sistema elétrico de potência (SEP).

3. A PROTEÇÃO DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

O sistema de distribuição de energia elétrica conta com dispositivos de proteção para preservar a operação das linhas de distribuição de energia, garantindo a segurança do sistema e das pessoas na sua proximidade. A fim de minimizar os impactos das falhas do sistema de distribuição, a proteção deve atuar de forma a garantir a coordenação e seletividade entre os dispositivos de proteção.

Entende-se como coordenação, segundo CARDOSO JÚNIOR (2009), o ato ou efeito de dispor dois ou mais equipamentos segundo certa ordem de modo a atuarem em uma sequência de operação pré-estabelecida, permitindo o restabelecimento automático para faltas temporárias e seletividade para faltas permanentes.

Entende-se como seletividade, a capacidade do sistema de proteção mais próximo da falta (dispositivo protetor) de antecipar a atuação de retaguarda (dispositivo protegido), independente da natureza da falta ser temporária ou permanente (CARDOSO JÚNIOR, 2009).

Outro problema relacionado a inserção de geradores distribuídos é o ilhamento não intencional, isto é, quando parte de um sistema elétrico de abastecimento de energia, é isolada do restante do sistema após a detecção de um defeito na rede elétrica básica, e continua operando (ALMEIDA, 2011). Atualmente, as proteções instaladas no ponto de conexão do gerador distribuído com a rede elétrica são ajustadas para evitar a operação ilhada (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, 2010).

a) Perda de coordenação e seletividade

De acordo com a norma da CPFL (2003) a coordenação é a condição que se dá a dois ou mais equipamentos de proteção operarem numa determinada sequência. Esse instrumento de proteção tem por objetivo fazer com que a menor parte da rede afetada, fique desativada, e evitar que os equipamentos de proteção, que não possuem religamento automático acionem em faltas transitórias.

Os equipamentos de proteção são ajustados de acordo com a corrente de curto circuito. A primeira proteção, próxima da falta, deve atuar, caso esse procedimento não ocorra, a proteção de retaguarda é acionada, prevista para operar em tempo e corrente superior à proteção local.

Conforme figura 1, observa-se que para uma corrente menor que o limite de seletividade, o fusível principal (B) opera em um tempo menor que o de retaguarda (A).

Admite-se que a seletividade é garantida para correntes menores que o valor resultado da intersecção da curva máxima de interrupção do fusível principal com 75% da curva mínima de fusão do fusível de retaguarda.

De acordo com GÖNEN (2014), a curva de mínima fusão representa o tempo mínimo do fusível atuar e, portanto, é o gráfico do tempo mínimo e a corrente necessários para derreter o fusível. Já a curva de tempo máximo de interrupção representa o tempo total e, portanto, é, no gráfico, o tempo máximo e a corrente necessária para derreter o fusível e extinguir o arco.

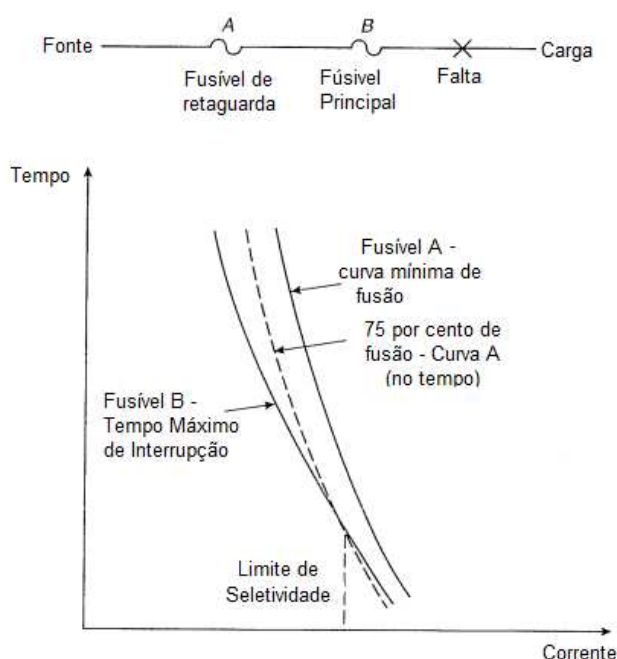


Figura 1: Coordenograma para proteção seletiva, descrita por GÖNEN (2014).

A inserção de GD no sistema de elétrico aumenta o nível de corrente de curto-circuito, desta forma os dispositivos de proteção de tempo inverso tendem a atuar em um tempo menor. Essa particularidade torna-se uma vantagem, já que as correntes de curto-circuito maiores ficam um tempo menor no sistema. Analisando por outra perspectiva, o aumento da corrente de curto-circuito pode afetar a coordenação e seletividade do sistema, ou seja, para determinados níveis correntes os dispositivos de proteção principal e retaguarda operem de maneira simultânea, ou ainda, o dispositivo de retaguarda anteceda o dispositivo principal, como apresentado na Figura 2.

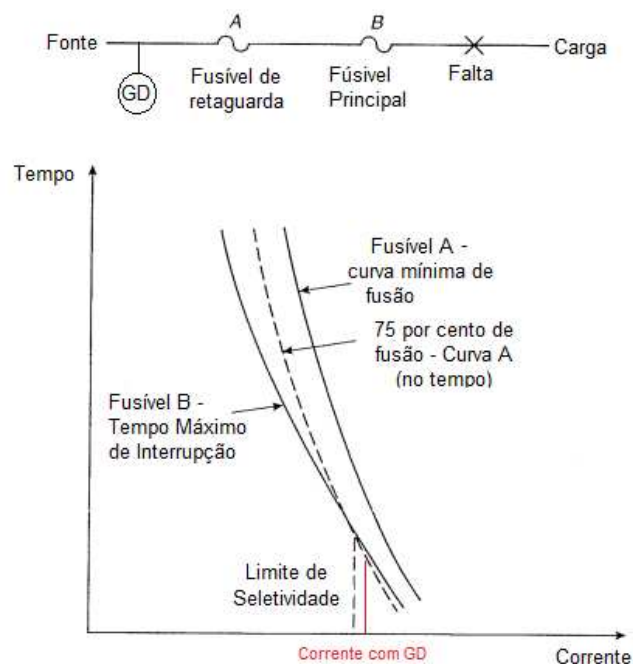


Figura 1: Coordenograma para proteção seletiva com GD, modificada de GÖNEN (2014).

b) Ilhamento

O Ilhamento elétrico ocorre quando parte da rede de transmissão torna-se eletricamente isolada do sistema. A perda no transporte e/ou fornecimento de energia elétrica acontece devido a desligamentos de trechos de linhas, ramos ou subestações.

A detecção da ocorrência deste fenômeno deve ocorrer rapidamente, de acordo com a norma 1EEE-1547, cerca de no máximo 2 segundos. Este intervalo de tempo leva em conta os problemas técnicos gerados pelo ilhamento, já que a concessionária de energia, por se tratar de um sistema ilhados, pode não conseguir estabelecer os níveis corretos de tensão e frequência, afetando assim a qualidade de energia.

De acordo com WALLING E MILLER (2002) alguns dos problemas gerados pelas operações ilhadas são: segurança dos trabalhadores das concessionárias; perda de coordenação e seletividade dos equipamentos de proteção, em decorrência de uma redução drástica das correntes de curto-circuito após a perda da

conexão com a concessionária; aterramento inadequado e uma dificuldade de realizar a restauração de energia elétrica para os consumidores afetados.

VIEIRA JÚNIOR (2011) ressalta que os maiores problemas causados pelo fenômeno do ilhamento são: dificuldade de religamento automático e redução dos níveis de curto circuito. O religamento automático dos sistemas que estavam isolados, contendo tensões defasadas e módulos diferentes, leva à ocorrência de severos transitórios no sistema elétrico, os quais são capazes de danificar equipamentos do sistema de distribuição e também nas casas dos consumidores.

Já a redução dos níveis de tensão, isso afeta no sistema de proteção contra curtos-circuitos, pois estes são projetados para rapidamente extinguirem uma falta, isolando a área onde ocorreu o defeito do restante da rede elétrica. Essa proteção obedece a curvas de operação de relés e fusíveis que relacionam o tempo de atuação com a intensidade da corrente, ou seja, atuam mais rapidamente para maiores correntes de falta. Portanto, com a ocorrência do ilhamento, os níveis de curto-circuito dentro da mesma, tipicamente, são reduzidos, pois a concessionária deixa de contribuir para a falta, de acordo com a Figura 3.

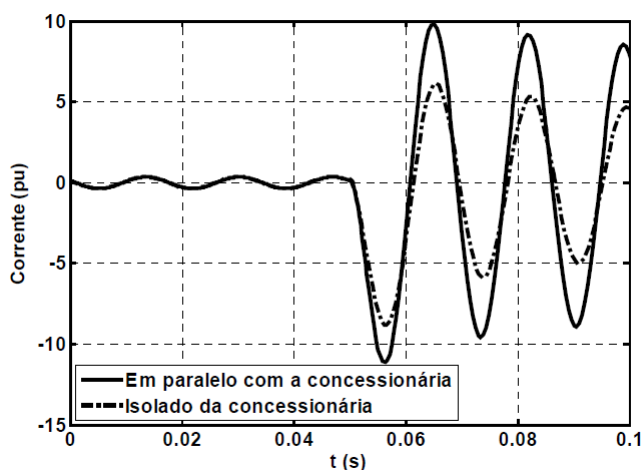


Figura 3: Corrente em ilhamento considerando operação isolada e em paralelo com a concessionária, antes e após a ocorrência de um curto-circuito trifásico, descrita por VIEIRA JÚNIOR (2011).

Após a ocorrência de um ilhamento, as tensões e a frequência do subsistema isolado variam dinamicamente dependendo dos desbalanços de potência ativa e reativa, isto é, da diferença entre as potências ativas e reativas geradas e consumidas (VIEIRA JÚNIOR, 2006), pois as áreas que continuam energizadas sem o conhecimento da concessionária a concessionária e esta não tem como quantificar ou qualificar a tensão e frequência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos fatos expostos nas subseções anteriores, destaca-se a importância de se estudar os impactos das GD's, já que estas tecnologias estão sendo cada vez mais implantadas no sistema de distribuição. Com este aumento, a proteção do SEP não está garantida, o que abala os pilares que este foi constituído: segurança, confiabilidade, rapidez, sensibilidade e seletividade.

Os principais afetados com os impactos causados na coordenação e seletividade são os consumidores, colocando em risco sua segurança, além de que a probabilidade de estes ficarem sem energia elétrica aumenta, pois quando o fusível de retaguarda atua de forma descoordenada, mais consumidores são afetados pela falta. Olhando pelo âmbito da distribuidora, está pagará altas multas referentes a desligamento do SEP e em relação ao ilhamento, tem-se ainda tensões e frequências não monitoradas, o que pode acarretar avaria os dispositivos domésticos e de proteção, outra situação em que esta é penalizada.

Com isto, salienta-se a necessidade de estudos e desenvolvimento de métodos para a mitigação destes problemas.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. M. Condicionamento da Energia Solar Fotovoltaica para Sistemas Interligados à Rede Elétrica. 5f. LABSOLAR. Juiz de Fora. 2011.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa Nº 414. 9 de setembro de 2010.

CARDOSO JÚNIOR, G. Proteção de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica: notas de aula. Universidade Federal de Santa Maria. 2009. 32f.

COMPANHIA PAULISTA FORÇA E LUZ – CPFL. Proteção de redes aéreas de distribuição – sobrecorrente. São Paulo: CPFL, 2003. 155p. (Norma Técnica).

GÖNEN, T. Electric Power Distribution System Engineering. 2º edição. Sacramento, Califórnia. 2014. 854f.

IEEE. Norma 1547: IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems. New York, 2003.

MAMEDE FILHO, João. Manual de Equipamentos Elétricos. 4ª edição. 686f. 2009.

VIEIRA JÚNIOR, J. C. M. Metodologias para ajuste e avaliação do desempenho de relés de proteção anti-ilhamento de geradores síncronos distribuídos. 207f. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

WALLING, R. A.; MILLER, N. W. Distributed Generation islanding – implications on power system dynamic performance. 2002. IEEE POWER ENGINEERING SOCIETY SUMMER MEETING, Chicago. 2002.