

o transformador elétrico

2.ª PARTE

José António Belezza Carvalho

Alexandre Miguel Marques Silveira

Instituto Superior de Engenharia do Porto

5. FUNCIONAMENTO DE TRANSFORMADORES EM PARALELO

Como referido anteriormente, o agrupamento de transformadores em paralelo é de grande importância para o funcionamento dos sistemas elétricos de energia. Esta ligação em paralelo tem algumas vantagens, nomeadamente:

- Maior fiabilidade do sistema: se um dos transformadores ficar com algum defeito, o outro pode continuar a alimentar a carga;
- Possibilidade de manutenção sem cortes de alimentação: pode realizar-se manutenção num dos transformadores sem que seja necessário desligar a alimentação da carga (se a potência disponível no outro transformador for suficiente para alimentar a restante carga);
- Expansão do sistema: possibilidade de aumento da capacidade do sistema, acrescentando um transformador para aliviar outro que esteja em sobrecarga, ou simplesmente, aumento da potência disponível para alimentar a carga;
- Operação sob condições mais favoráveis de carga: com as variações de carga que existem ao longo do dia, é vantajoso ter os transformadores a funcionar em condições próximas às de máximo rendimento. Isto significa introduzir ou retirar de funcionamento unidades, para que se mantenham ligadas as que fiquem a funcionar próximo do seu regime nominal.

A questão fundamental que surge quando se pretende ligar dois transformadores em paralelo, seja porque é necessário aumentar a potência instalada num posto de transformação, seja por razões de garantir melhor fiabilidade do serviço, tem a ver com o modo como a carga total solicitada ao conjunto se vai repartir pelos diferentes transformadores. O ideal será repartir a carga pelos transformadores de forma proporcional às suas potências nominais e haver concordância de fase entre a corrente que circula no secundário de cada transformador e a corrente total na carga. Não se verificando estas condições significará que a capacidade do conjunto à plena carga será inferior à soma das potências nominais de cada transformador.

5.1. Condições para o funcionamento de transformadores em paralelo

Para que se consiga uma distribuição da carga pelos transformadores de forma proporcional à sua potência nominal é necessário ter atenção ao seguinte:

- Às polaridades dos transformadores monofásicos e sequência de fases dos polifásicos;
- Aos deslocamentos de fase entre primários e secundários de transformadores trifásicos;
- Às tensões nominais e relações de transformação;
- Aos valores das impedâncias de curto-circuito dos transformadores.

Polaridade

A polaridade de um enrolamento refere-se à característica que mostra a dependência do sentido da f.e.m. induzida em relação ao fluxo que a gera (normalmente assinalada com uma seta ou um ponto). Assim,

dois terminais de dois enrolamentos são da mesma polaridade ou homólogos quando estiverem igualmente situados relativamente ao sentido positivo num e noutro enrolamento.

A figura seguinte ilustra um processo simples de identificar os terminais com a mesma polaridade de um transformador. Em primeiro lugar, alimenta-se um dos enrolamentos com uma tensão alternada, que pode ser de baixo valor relativamente ao valor nominal do enrolamento. Os terminais identificados com ponto têm a mesma polaridade se o valor da tensão V_1 for igual à soma das tensões V_1 e V_2 . Estas tensões podem ser medidas com um voltímetro ou com um osciloscópio.

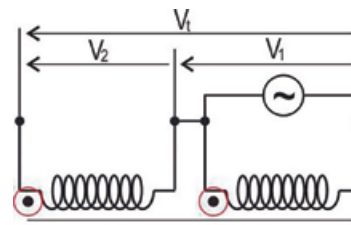


Figura 9. Identificação de terminais com mesma polaridade.

Uma vez identificados os terminais do transformador, a ligação em paralelo é feita interligando-se os terminais igualmente identificados nos dois transformadores.

Deslocamentos de fase

No caso dos transformadores trifásicos (ou polifásicos), além do problema da polaridade dos enrolamentos de cada fase no primário e secundário, há que acrescentar o problema dos desfasamentos que podem ocorrer entre as tensões aos seus terminais, nas ligações em estrela, triângulo ou *zigue-zague*. Podem ligar-se em paralelo dois transformadores trifásicos quando os seus deslocamentos de fase forem iguais. Se não o forem, as correntes de circulação entre eles podem atingir valores inaceitáveis.

Tensões nominais e relações de transformação

Para que dois transformadores possam ser ligados em paralelo é necessário, além de terem razões de transformação iguais, que os valores eficazes das suas tensões nominais sejam iguais. Diferenças nas relações de transformação levariam ao aparecimento de correntes de circulação entre os transformadores que poderiam atingir valores inaceitáveis.

Por outro lado, quando dois (ou mais) transformadores se ligam em paralelo significa que recebem energia da mesma linha pelo primário e a transferem para outra linha pelo secundário. Assim, devem ter a mesma tensão quer no primário quer no secundário, tanto em módulo como em fase. Desta forma, uma condição que deve ser garantida quando se pretende ligar dois transformadores em paralelo é que ambos tenham as mesmas tensões nominais no primário e secundário, que significa que devem ter a mesma razão de transformação m .

Uma forma simples de verificar se os dois transformadores têm as mesmas tensões em valor eficaz, frequência e fase, está ilustrada na Figura 10 (para dois transformadores monofásicos):