

NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar

Análise de Dados de PQ de Painel Solar

Para analisar os dados de qualidade de energia de uma aplicação de painel solar, verifique o

seguinte. RMS — Regulação

Verifique se a regulação do RMS está dentro de +/- 10% da tensão nominal em 95% do tempo. Além disso, verifique se a tensão não excede +10% ou -15% da tensão nominal em 100% do tempo. Essas são as recomendações padrão para sistemas de baixa tensão tanto na Europa como nos Estados Unidos. Altas tensões podem provocar falhas prematuras de motor, como, por exemplo, ar condicionado, lavadora, secadora, refrigerador... etc. Falha prematura de iluminação. A alta tensão pode fazer com que luzes incandescentes e fluorescentes brilhem mais.

Desequilíbrio

Verifique se o desequilíbrio de sequência negativa de tensão não excede 2% em 95% do tempo. Tensões desequilibradas podem causar graves problemas em motores trifásicos. O desequilíbrio de corrente resultante em um motor será 6 a 10 vezes maior do que o desequilíbrio de tensão que ele cria. Isso cria aquecimento excessivo e pode queimar as bobinas. Um desequilíbrio de tensão de apenas 2% pode ser igual a um desequilíbrio de corrente de até 20%.

Quedas de tensão

Examine quaisquer quedas de tensão abaixo de 10% do valor nominal. Essas podem ser associadas não só com flutuações de tensão, como também com cargas que são ligadas. Sempre examine a corrente durante uma queda. Quando uma carga é ligada, ela consome a corrente de partida. Esse aumento súbito da corrente pode causar queda de tensão. Isso pode fazer com que as luzes diminuam ou o equipamento desligue. Em aplicação residencial, não é incomum ver a ocorrência de quedas de tensão quando os sistemas de refrigeração ligam e desligam. Eventos de longa duração de mais de um minuto podem causar problemas de aquecimento. Durante a operação, um motor tem na saída um torque contínuo. Isso significa que ele requer energia constante. Se a tensão cair, isso significa que a corrente deve aumentar para manter essa energia. Isso aumenta os efeitos de aquecimento.

$P = I_2 \times R$ À medida que a corrente aumenta, também aumenta o aquecimento.

Sobretensão

Examine quaisquer aumento da tensão acima de 10% do valor nominal. Estas podem ser causadas por uma regulação insatisfatória dos painéis solares e também por cargas que são desligadas. Examine a corrente durante uma oscilação. Quando uma carga é desligada, poderemos ver uma queda de corrente. Em sistemas solares com condicionamento de tensão insatisfatório, podem ser vistas condições de sobretensão. Isso pode fazer com que as saídas de luz oscilem ou os disjuntores desliguem. As sobretensões também podem fazer com que os núcleos do motor saturem. Em aplicações residenciais, há muitos motores que ligam e desligam várias vezes por dia. Isso pode incluir motores de ar condicionado, motores de refrigeração, máquinas de lavar... etc. As condições de sobretensão irão

NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar

causar maiores correntes de partida. Estas contribuem, novamente, para maior aquecimento, causando, dessa maneira, níveis maiores de tensão, reduzindo a vida útil do motor.

Eventos de subciclo e transientes

Examine tanto as distorções de subciclo como transientes. Distorções de subciclo podem ser causadas por muitos fatores diferentes. Estas incluem corte de tensão causado pela comutação do motor bem como ruído. Uma causa comum das distorções de subciclo são os transientes de baixa frequência. Estas podem ser na forma de transientes oscilatórios ou transientes de impulso. Os transientes oscilatórios terão um toque associado a eles. Estes são normais e serão vistos quando o serviço público liga os bancos de capacitores para compensar grandes cargas indutivas. Os transientes de impulso serão unidirecionais. Eles estão associados ao equipamento ligar e desligar bem como às correntes induzidas pela iluminação.

Esses eventos de subciclo podem fazer com que os disjuntores desarmem. Não é incomum ver disjuntores do interruptor de circuito de falha à terra desarmar devido a eventos de subciclo. Isso pode ser devido a problemas de aterramento.

Devido ao tempo de resposta rápido de painéis solares, também podem ser vistos transientes de alta velocidade em sistemas solares com condicionamento de tensão insatisfatório. Estes terão durações de tempo na ordem de microssegundos. Os transientes de alta velocidade ou rápidos podem ter efeitos adversos sobre componentes eletrônicos residenciais e comerciais. Os componentes eletrônicos modernos têm filtros de entrada que filtram transientes. Eles podem falhar quando expostos a repetidos transientes. Isso levará a falhas desses dispositivos eletrônicos. Eles podem incluir televisões de tela plana, fornos de micro-ondas e computadores.

Mudança Rápida de Tensão (RVC)

Eventos de mudança rápida de tensão ou RVC podem ser vistos quando a tensão está mudando rapidamente mais que 3%, mas menos que 10%. Se for acima de 10%, então é um evento de queda ou sobre tensão. A RVC geralmente não fará com que o equipamento desarme, mas pode causar flutuações de iluminação em todos os tipos diferentes de sistemas de iluminação. À medida que a saída nos sistemas solares muda, mudanças rápidas de tensão podem ser observadas, causando flutuações de iluminação. Nesses casos, a regulação de tensão precisa ser abordada.

Cintilação

A cintilação é outra medição de flutuações de luz. A medição de cintilação examina as variações de tensão e aplica uma curva ponderada às variações medidas. Essa curva ponderada se baseia em luzes incandescentes. Se as luzes incandescentes estiverem cintilando, então, examine os níveis de Pst e Plt. Se o nível de Pst exceder 1,0 ou o nível de Plt exceder 0,8, então as variações de tensão podem ser a causa da cintilação de luz incandescente. Nesses casos, a regulação de tensão precisa ser abordada.

NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar

THD e Harmônica e Inter-harmônica

A Distorção Harmônica Total (THD) é a soma das ordens harmônicas individuais. Harmônicas causam efeitos de aquecimento em fios, motores e transformadores. Esse efeito de aquecimento pode provocar a abertura de fusíveis e disjuntores. Quanto maior a frequência ou a magnitude da harmônica, maiores são os efeitos do aquecimento. Determinada harmônica conhecida como harmônica de sequência zero causará altas correntes de neutro que podem superaquecer linhas de neutro. A harmônica pode causar falhas intermitentes em componentes eletrônicos sensíveis. A harmônica também causa ressonância que pode fazer com que os aparelhos ou equipamentos vibrem. Em casos extremos, a ressonância pode levar a falhas catastróficas.

A harmônica é uma distorção comum causada por retificadores. Estes são dispositivos que convertem corrente CA em CC. Quase todos os equipamentos operam hoje em CC, de computadores a televisões de tela plana e componentes eletrônicos de aparelhos. Os inversores usados em painéis solares criam harmônicas de frequência mais alta. O problema surge quando o conteúdo harmônico fica muito alto.

Os limites recomendados para ordens de harmônica individuais variam em diferentes regiões. Contudo, a maioria das regiões recomenda que a distorção de harmônica total de tensão ou THD não exceda o 8%. Em geral, ordens de harmônica de tensão individuais não devem exceder o 5%. Em alguns países europeus em que as normas EN50160 se aplicam, para ordens diferentes, os limites serão diferentes. Consulte a norma.

Inter-harmônica IEC

Frequências harmônicas são sempre um múltiplo da frequência fundamental. A 3ª ordem harmônica em um sistema de 50 Hz seria de 150 Hz (3 x 50). A terceira harmônica em um sistema de 60 Hz seria de 180 Hz (3 x 60). Inter-harmônicas são distorções de forma de onda que ocorrem nas frequências entre as ordens harmônicas. A inter-harmônica não é também comum quanto a harmônica e geralmente tem níveis menores. A inter-harmônica pode causar cintilação de sistemas de iluminação e problemas de ressonâncias que podem causar vibração no equipamento e aparelhos. Algumas fontes de inter-harmônica incluem cargas de arco, conversores de frequência eletrônicos, inversores de carga variável e comunicações de linha de energia. Geralmente, os valores de inter-harmônica de tensão não devem exceder 2%.

Seguem abaixo algumas diretrizes gerais para analisar a harmônica.

1. Recomenda-se que a THD da tensão não exceda o 8% em sistemas de baixa tensão.
2. Harmônicas de sequência zero podem causar correntes de neutro muito altas. Estas incluem a 3ª ordem, a 9ª ordem, bem como a 15ª e a 21ª ordens.
3. As harmônicas de sequência negativa podem causar baixa eficiência de motores e vibração do motor. Estas incluem a 5ª ordem, a 11ª ordem, bem como a 17ª e a 23ª ordens.
4. A maioria das ordens harmônicas devem ser valores ímpares porque os retificadores operam de maneira

NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar

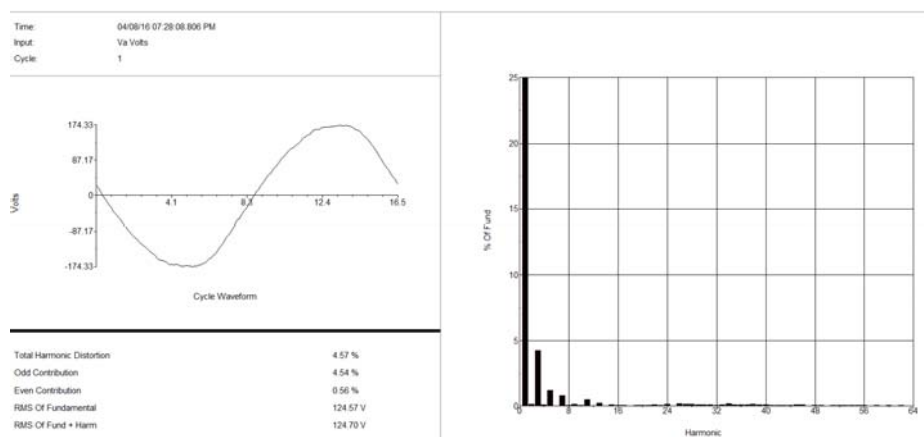
simétrica na forma de onda CA. Até mesmo a harmônica de tensão acima de 2% pode ser um sinal de um retificador defeituoso.

5. Inversores e conversores de alta frequência criam harmônica de frequência mais alta. Essas harmônicas geralmente estarão na 35^a a 49^a ordens.
6. A harmônica de corrente será muito maior que a harmônica de tensão. Isso é normal. À medida que a harmônica de corrente fica muito grande, ela cria harmônica na tensão.
7. Tome cuidado ao medir a harmônica de corrente e THD de corrente. Considerando que a harmônica e a THD são medidas como uma porcentagem do fundamental, esses valores podem parecer muito altos quando os valores de corrente são muito baixos. É melhor analisar a Distorção de Demanda Total ao examinar a harmônica de corrente.
8. No caso relatado de cintilação de luzes, certifique-se de verificar os níveis de inter-harmônica.

Examine a forma de onda temporizada

O exame das formas de onda de corrente temporizadas pode ajudar a determinar a fonte da harmônica. Uma vez que os modernos componentes eletrônicos funcionam com CC, eles usarão retificadores para converter a CA de entrada em CC. Existem diferentes tipos de retificadores que são utilizados para diferentes aplicações. Esses diferentes tipos de retificadores têm diferentes perfis de harmônica. Os diferentes retificadores criam uma série de pulsos. A ordem harmônica dominante será o número de pulsos menos 1.

Equipamentos eletrônicos comerciais, como computadores e impressoras utilizam simples retificadores de ponte de onda completa. Estes são retificadores de 4 pulsos de modo que sua assinatura harmônica consiste de uma 3^a harmônica dominante seguida da 5^a harmônica.

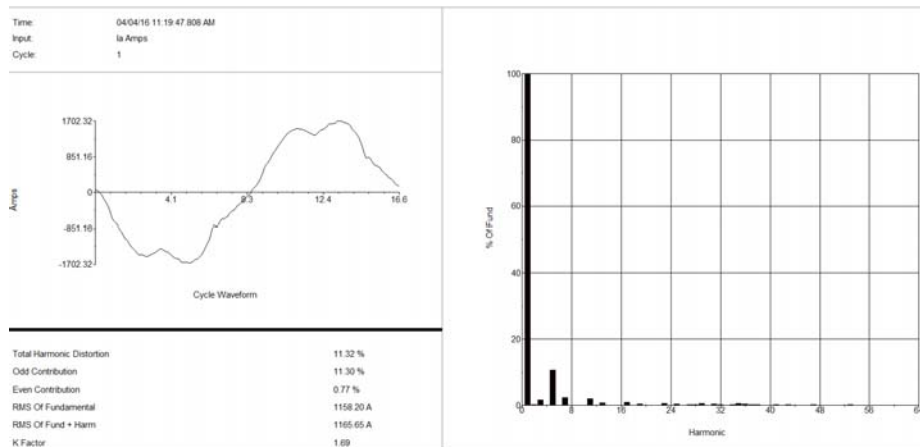


NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar

A terceira harmônica é a de sequência zero. Essas harmônicas serão somadas e causarão correntes de neutro mais altas.

O equipamento industrial opera com energia trifásica e pode usar um conversor de 6 pulsos para retificar a CA. Sua assinatura harmônica está composta de uma 5ª harmônica dominante seguida da 7ª harmônica.



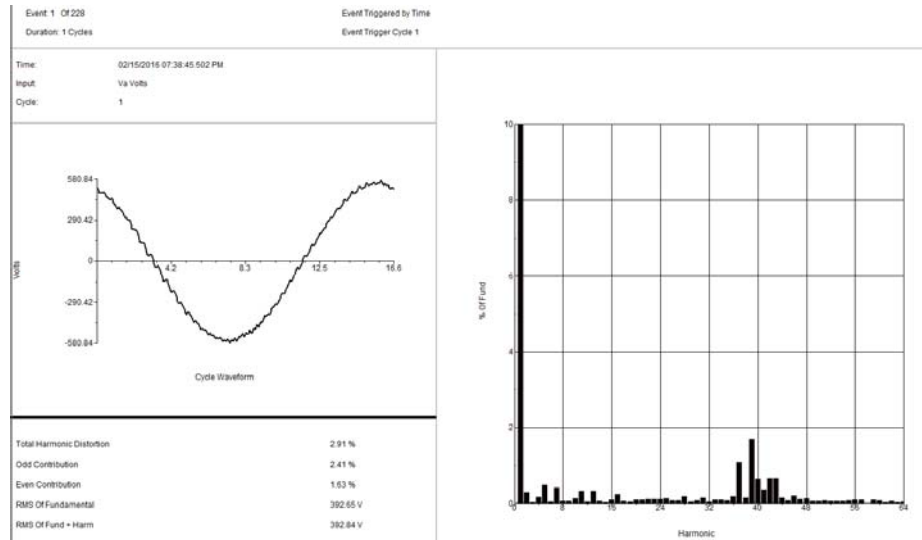
Alguns equipamentos industriais podem usar um conversor de 12 pulsos para retificar a CA. Sua assinatura harmônica está composta de uma 11ª harmônica dominante seguida da 13ª harmônica.

Tanto a 5ª como a 11ª ordens harmônicas são harmônicas de sequência negativa. Essas harmônicas geram torque em sentido anti-horário em motores. Isso reduz sua eficiência e pode causar vibração.

Dispositivos de comutação de alta velocidade encontrados em fontes de alimentação de comutação de alta velocidade e inversores causarão harmônica de frequência mais alta. Os inversores usados em aplicações solares criam essas harmônicas de frequência mais alta. Estas serão vistas como ordens harmônicas entre a 35ª e a 49ª ordens.

NOTA DE APLICAÇÃO

Energia Solar — Parte 3 de 3: Análise de Dados de PQ Solar



Harmônicas de frequência mais alta aumentam os efeitos de aquecimento em fios e bobinas.