

Disjuntores ABB para aplicação em corrente contínua

1. INTRODUÇÃO

Corrente contínua, que já foi o meio principal para distribuir energia elétrica, é ainda muito utilizada em plantas elétricas em todo mundo, alimentando aplicações específicas.

Adicionalmente, corrente contínua é usada em sistemas de conversão (instalações onde diferentes tipos de energia são convertidas diretamente em energia elétrica como o de plantas fotovoltaicas) e, acima de tudo, em aplicações de emergências onde uma fonte de energia auxiliar é necessária para alimentar serviços essenciais, tais como sistema de proteção de subestações, iluminação de emergência, sistemas de alarmes, centros de computação, etc. Acumuladores- por exemplo – constitui-se na fonte de energia mais confiável para estes sistemas, tanto em corrente contínua diretamente como fornecimento para no-breaks alimentarem cargas em corrente alternada.

Este Artigo Técnico de Aplicação pretende explicar aos leitores os principais aspectos das aplicações mais importantes em corrente contínua e apresentar soluções ofertadas pelos produtos ABB SACE.

Maiores informações poderão ser lidas no Artigo Técnico original em inglês, disponibilizado pela internet

Conhecer as características elétricas da corrente contínua e suas diferenças em comparação com a corrente alternada é fundamental para entender como empregar produtos em corrente contínua.

Por definição, a corrente elétrica chamada “contínua” possui uma tendência unidirecional constante ao longo do tempo. As fontes que podem prover corrente contínua são baterias ou dínamos, além de um processo de retificação é possível converter de corrente alternada para corrente contínua.

Entretanto uma corrente contínua “pura”, aquela que não apresenta uma flutuação periódica, é gerada exclusivamente por baterias (ou acumuladores). De fato, a corrente produzida por um dínamo pode apresentar pequenas variações a fazem não ser constante no tempo, apesar de, do ponto de vista prático, ela é considerada como corrente contínua. Em Sistema CC, respeitar a direção da corrente tem grande importância; logo é necessário conectar corretamente as cargas em função das polaridades. Pois, em caso de uma má conexão, problemas operacionais e de segurança podem aparecer.

Em resumo, corrente contínua tem as seguintes características:

Pode ser gerada por:

- Pelo uso de baterias e acumuladores onde a corrente é gerada diretamente por um processo químico;
- Pela retificação eletrônica de uma fonte de corrente alternada (conversão estática);
- Pela conversão de um trabalho mecânico em energia elétrica usando dínamos (produção através de máquinas rotativas).

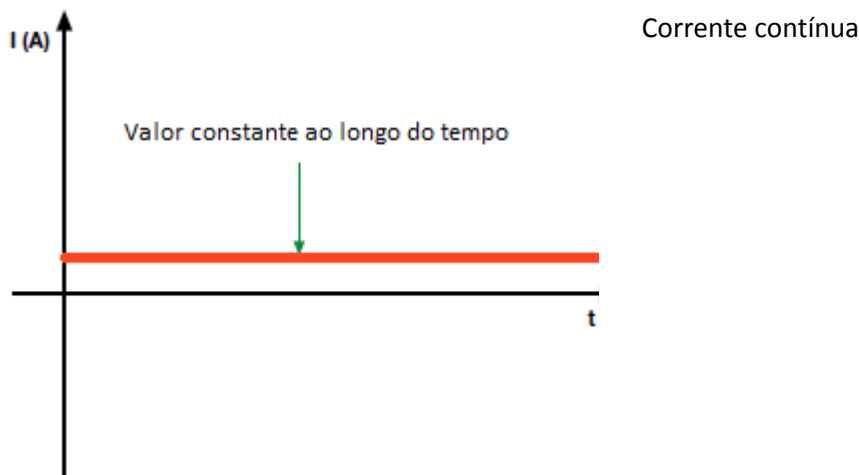
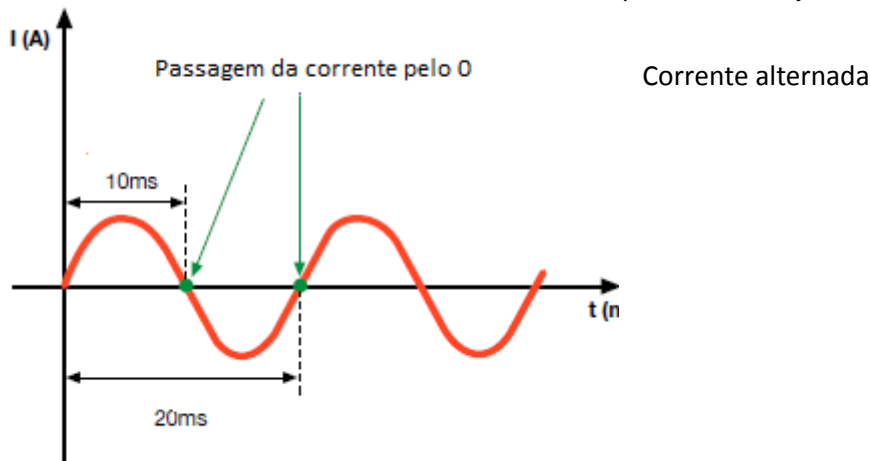
Na baixa tensão, corrente contínua é usado em diversas aplicações, que são divididas em 4 grandes famílias incluindo:

- Conversão em outras formas de energia elétrica (plantas fotovoltaicas, onde acima de tudo bateria acumuladora são largamente utilizadas);
- Tração elétrica (trens, metrô, carros híbridos ou totalmente elétricos, etc.);
- Alimentação de serviços auxiliares ou de emergência;
- Aplicações industriais particulares (processos eletrolíticos, automação etc.).

2. PRINCÍPIOS DE INTERRUPÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

Corrente contínua apresenta diferentes problemas do que a corrente alternada do ponto de vista do fenômeno associado pela interrupção de alto valores de correntes, pois a extinção do arco é extremamente difícil.

A Figura 1 mostra, que a corrente alternada tem uma passagem natural pelo zero a cada meio ciclo, sendo este o momento em que o arco elétrico é apagado. Com corrente contínua isto não existe e então, para garantir a extinção do arco, a corrente deve decrescer a zero (forçando sua passagem pelo zero). Isto é feito com a tensão de arco que aparece nos polos do disjuntor no momento da abertura e distância entre um polo e outro quando o disjuntor permanece aberto.



Portanto para garantir a abertura de uma corrente de curto circuito num sistema CC é necessário aplicar disjuntores que garantam:

- Abertura rápida com capacidade de interrupção adequada;
- Capacidade de limitação de altas correntes;
- Redução do efeito de sobre tensão que aparece no momento da abertura.

Aproveitando-se das características construtivas do disjuntor, abertura rápida e, sempre que necessário, a colocação de polos em série poderemos gerar uma tensão de arco, interno ao disjuntor, e essa tensão ajudará a reduzir a corrente a zero.

3. TIPOS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA

Como explicado anteriormente, para interromper um curto-circuito em CC é necessário conectar os polos do disjuntor de maneira correta. Para realizar isso, é necessário conhecer a forma de aterramento do circuito. Tal informação permite avaliar as condições de uma possível falta e

consequentemente o tipo de conexão mais adequada em função das características necessárias ao funcionamento (corrente de curto-circuito, tensão de alimentação, corrente nominal das cargas, etc.).

As páginas seguintes mostram esta informação fundamental para dois tipos de circuito CC:

- Descrição do circuito;
- Comportamento das correntes de curto;

REDE ISOLADA DA TERRA

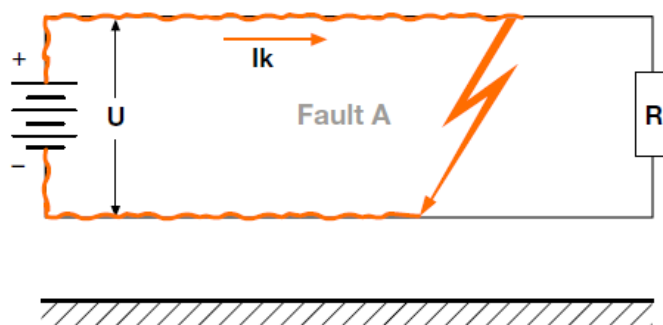
Este tipo de circuito representa a conexão mais fácil de se realizar, pois nenhuma conexão entre as polaridades e a terra é feita. Este tipo de sistema é largamente usado onde existem dificuldades para realizar o aterramento, mas acima de tudo a continuidade de serviço é imprescindível, mesmo após a primeira falta para.

Do outro lado, quando as polaridades são aterradas, esta conexão apresenta risco, pois sobre tensões perigosas podem ocorrer entre as partes condutoras expostas e a terra devido a eletricidade estática (que podem ser limitadas por sistemas de descargas).

Condições da falta numa rede isolada para a terra

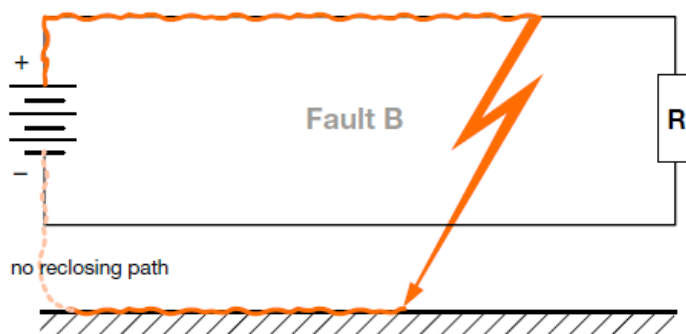
Falta A:

A falta entre as duas polaridades a corrente de curto é alimentada pela tensão plena U . A capacidade de interrupção do disjuntor deve ser escolhida de acordo com o valor de corrente de curto-circuito relevante a cada falta.



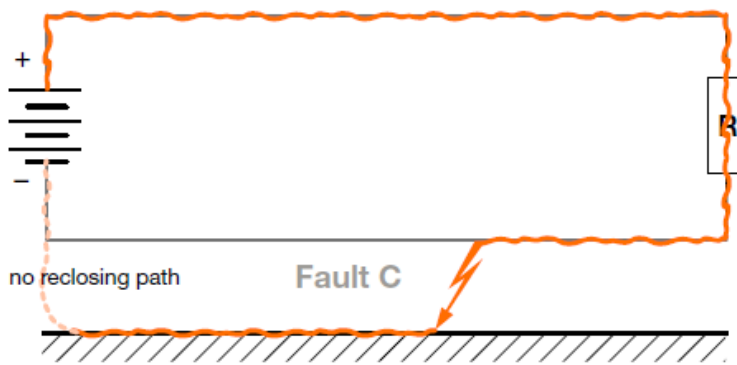
Falta B:

A falta entre uma polaridade e a terra não tem consequências do ponto de vista da operação da planta pois não existe um caminho de retorno para a corrente e consequentemente ela não circula.



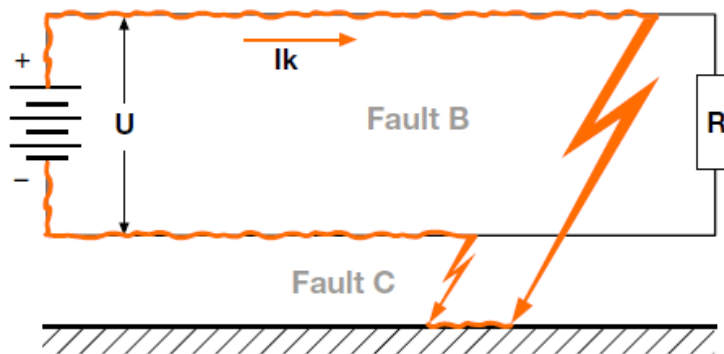
Falta C:

Também esta falta (como em B) entre a polaridade e a terra não tem consequências do ponto de vista de operação da planta.



Falha dupla (falha B + falta C):

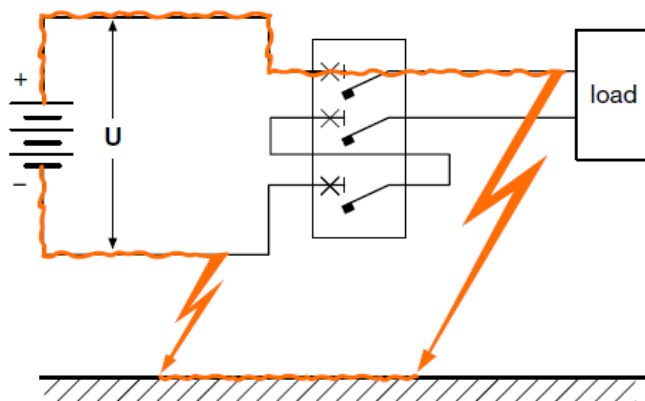
Em caso de falha dupla, como mostrado na figura abaixo, a corrente pode circular e achar um caminho de retorno; neste caso, é aconselhável o uso de um dispositivo de sinalização da primeira falha à terra e assim a falha é eliminada ainda no seu início e se previne a ocorrência de uma segunda falha para à terra vinda da outra polaridade e consequente parada da planta devido a abertura do disjuntor, provocada pela corrente de curto-circuito gerada pela conexão das duas polaridades para à terra.



Cuidados

Neste tipo de rede, a falha que afeta a versão e a conexão dos polos do disjuntor é a falha A (entre duas polaridades).

Numa rede isolada é necessário instalar um dispositivo capaz de sinalizar a presença da primeira falha à terra (vinda somente de uma polaridade inicialmente) para que seja eliminada e evitar os problemas que virão quando acontecer a segunda falha à terra (vinda da outra polaridade). De fato, no caso da segunda falha à terra, o disjuntor tem que interromper a corrente de curto, nas piores condições possíveis, com tensão plena aplicada somente num polo e a geração da tensão de arco interno podendo ser insuficiente para extinguir o arco (veja a figura abaixo).



REDE COM UMA POLARIDADE ATERRADA

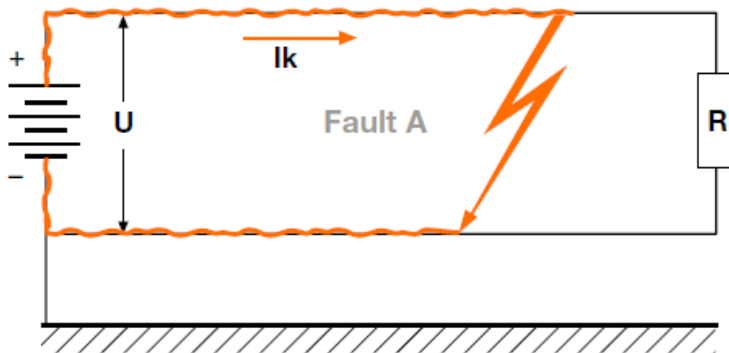
Este tipo de rede é obtido pela conexão a terra de uma polaridade) tanto positive quanto negativa). Este tipo desconexão permite o aparecimento de sobre tensões devido a eletricidade estática que se descarregará para à terra.

Condições de falta numa rede com uma polaridade aterrada

(Nos exemplos seguintes a polaridade aterrada é a negativa)

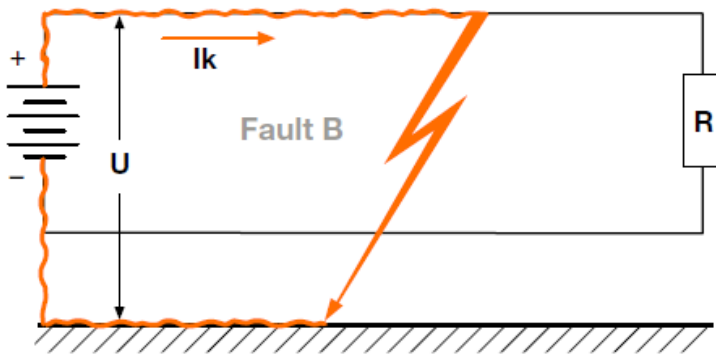
Falta A:

A falta entre as duas polaridades a corrente de curto é alimentada pela tensão plena U . A capacidade de interrupção do disjuntor deve ser escolhida de acordo com o valor de corrente de curto-circuito relevante a cada falta.



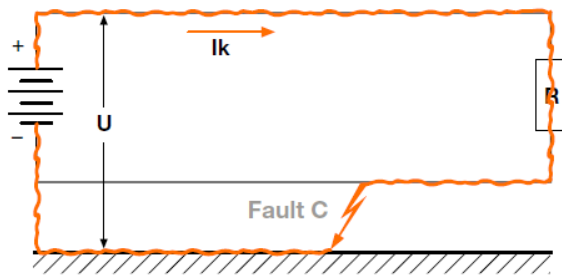
Falta B:

A falta na polaridade não aterrada provoca uma corrente que passa pela proteção de sobre corrente cujo valor depende da resistência do solo.



Falta C:

A falta na polaridade não aterrada provoca uma corrente que passa pela proteção de sobre corrente cujo valor depende da resistência do solo; tal corrente tem um valor extremamente baixa pois depende da impedância do solo e a tensão é quase zero (pois a queda de tensão na carga reduz mais ainda este valor).



Cuidados

Com este tipo de rede, o tipo de falta que afeta a especificação do disjuntor e a conexão dos polos é a falta em A (entre duas polaridades), mas é necessário levar em consideração também a falta entre a polaridade não aterrada e a terra propriamente dita (falta B) desde que , como descrito acima , a corrente (com o valor dependendo também da impedância do solo e conseqüentemente difícil de determinar) possa fluir a tensão plena; por esta razão, todos os polos do disjuntor necessário para a proteção devem ser conectados em série na polaridade não aterrada.

4. ESCOLHA DOS DISJUNTORES

Para o correto dimensionamento de um disjuntor numa rede de corrente contínua, alguns parâmetros elétricos que caracterizam o próprio dispositivo devem ser considerados. Abaixo uma breve descrição destes parâmetros.

Tensão Nominal U_e

Representa o valor da tensão que determina a aplicação do equipamento e em função dela todos os outros parâmetros típicos são referidos.

Corrente nominal ininterrupta I_u

Representa o valor de corrente que o equipamento pode suportar por um tempo indefinido. Este parâmetro é usado para definir o tamanho do disjuntor.

Corrente nominal I_n

Representa o valor de corrente que caracteriza a unidade de desarmamento montada no disjuntor e determina como funciona a proteção do próprio disjuntor de acordo com os ajustes disponibilizados na unidade de desarmamento.

Esta corrente é frequentemente referida a corrente nominal da carga protegida pelo disjuntor.

Capacidade de interrupção de curto-circuito em serviço I_{cs}

A capacidade de interrupção de curto-circuito de um disjuntor é a maior corrente de falta que o disjuntor pode desligar em três operações de abertura e fechamento de acordo com uma sequência pre - determinada (O - t - CO - t - CO) numa tensão operacional (U_e) e constante de tempo especificados (para corrente contínua). Após esta sequência o disjuntor deve ser capaz de suportar sua corrente nominal.

Corrente nominal de curta duração admissível I_{cw}

Ela é a corrente que o disjuntor deve suportar passar na posição fechada durante um período de tempo determinado e em condições pré-estabelecidas de uso e comportamento; o disjuntor deve ser capaz de suportar esta corrente durante a presença de um curto-circuito e seu tempo de desligamento promovido por outro disjuntor para garantir a seletividade entre os dois dispositivos em série.

Dimensionamento de disjuntor

Anteriormente as características principais do disjuntor foram definidas, que são necessárias para a escolha correta do disjuntor para garantir a proteção elétrica da instalação elétrica.

Para proceder com o dimensionamento é necessário conhecer as seguintes características da rede:

- o tipo de rede que define a conexão dos polos do disjuntor de acordo com as possíveis condições da falha;
- a tensão nominal da instalação (U_n) para definir a tensão de operação (U_e) a depender da conexão dos polos verificando a relação: $U_n \leq U_e$;
- a corrente de curto-circuito da instalação no ponto onde será colocado o disjuntor (I_k) para definir a versão do disjuntor (dependendo da conexão dos polos) verificando a relação $I_k \leq I_{cu}$ (na tensão de operação de referência U_e);
- a corrente nominal absorvida pela carga (I_b) para definir a corrente nominal (I_n) do disparador termo magnético dos dispositivos eletrônicos, sempre verificando a relação $I_b \leq I_n$.

6. OFERTA ABB

ABB SACE oferece a seguinte gama de produtos para proteção e desconexão para redes CC:

Disjuntores automáticos

Disjuntores automáticos, que tem a função de proteção contra sobre correntes e são divididos em três famílias:

Mini disjuntores

Para uso em corrente contínua, tanto mini disjuntores da série S280 UC bem como da série S800S UC e S800 PV estão disponíveis.

Mini disjuntores da série S280 UC estão de acordo com a norma IEC 60947-2 e diferem das versões padrões pois tem elementos magnéticos permanentes nas câmaras de extinção de arco. Tais elementos permitem que o arco elétrico seja quebrado em tensões equivalentes a V cc.

A presença destes elementos magnéticos permanentes estabelece uma polaridade no disjuntor (positiva ou negativa); como consequência, sua conexão deve ser feita de acordo com a polaridade indicada no produto.

Uma conexão incorreta de polaridade poderá danificar o disjuntor.

Disjuntores da série S280 UC, versão especial para aplicações em corrente contínua estão disponíveis nas curvas B, C, K e Z.



Para verificar as opções de conexão dos polos em função do tipo de rede e tensão de alimentação deve ser consultada as tabelas no “ABB Technical paper nr 5”, disponível na internet.

Diferente do S280 UC, o mini disjuntor da série S800S UC pode ser conectado com qualquer polaridade (+/-).

Para a série de disjuntores S800S UC as curvas disponíveis são a B e a K e ambos tem correntes até 125A e capacidade de interrupção de 50kA.



Para verificar as opções de conexão dos polos em função do tipo de rede e tensão de alimentação deve ser consultada as tabelas no “ABB Technical paper nr 5”, disponível na internet.

A série de produtos S800 PV inclui dispositivos que podem ser usados em circuitos CC em altas tensões, típicos de plantas fotovoltaicas (na seção entre os painéis solares e o inversor CC/AC).

O S800PV-S prove máxima segurança mesmo no evento de uma polarização reversa, o S800PV-S pode oferecer

Alta performance num tamanho reduzido. Os terminais intercambiáveis (para conexão de cabos ou barras) torna a instalação mais fácil. Adicionalmente, barramentos estão disponíveis para facilitar a conexão serial entre os polos.

A chave desconectora S800PV-M é usada como a principal chave para Sistema fotovoltaicos – todo o lado CC pode ser isolado com segurança, tanto localmente quanto remotamente. O dispositivo tem características próprias para aplicações de segurança. O desconector suporta até 125A numa temperatura ambiente de até 60°C. S800PV-M garante chaveamento seguro sob carga e é habilitado para uso internacional.



Para verificar as opções de conexão dos polos em função do tipo de rede e tensão de alimentação deve ser consultada as tabelas no “ABB Technical paper nr 5”, disponível na internet.

Disjuntores caixa moldada

Disjuntores de caixa moldada da série SACE Tmax XT, conforme a norma IEC 60947-2 e equipado com unidade de desligamento termo magnética, estão divididas em quatro tamanhos básicos, com aplicações variando entre 1.6A a 250A e capacidade de interrupção variando entre 16 kA a 100 kA (em 250V CC com dois polos em série).

Os disjuntores caixa moldada disponíveis são:

- SACE Tmax XT tipo XT1, XT2, XT3 e XT4 equipados com disparador TMD termomagnético com ajuste térmico ($I_{11} = 0.7...1 \times I_n$) e magnético fixo ($I_{3*} = 10 \times I_n$);
- SACE Tmax XT tipo XT2 e XT3 equipados com disparador TMG termomagnético com baixo ajuste magnético para proteção de cabos longos, provendo ajuste térmico ($I_{11} = 0.7...1 \times I_n$) e ajuste magnético fixo ($I_{3*} = 3 \times I_n$) ou ajustável ($I_{3*} = 2.5...5 \times I_n$);
- SACE Tmax XT tipo XT2 e XT4 com disparador TMA termomagnético com ajuste térmico ($I_{11} = 0.7...1 \times I_n$) e ajuste magnético ($I_{3*} = 5...10 \times I_n$).

Os disjuntores na versão tripolar XT2, XT3 e XT4 podem ser equipados com disparador magnético somente tipo MF ou MA.



Para verificar as opções de conexão dos polos em função do tipo de rede e tensão de alimentação deve ser consultada as tabelas no “ABB Technical paper nr 5”, disponível na internet.

Disjuntores a Ar

A série de disjuntor a ar Emax, que atende a norma IEC 60947-2, equipado com os disparadores de corrente contínua, são divididos em quatro tamanhos, com aplicação entre 800A (com disjuntor E 1.1) a 5000A (com disjuntor E6.1) e capacidade de interrupção variando entre 35 kA a 100 kA (em 500VCC.).

Graças a sua exclusiva tecnologia, os disparadores eletrônicos desenvolvidos pela ABB SACE permitem cobrir qualquer necessidade de instalação e realizar funções de proteção previamente exclusivas de aplicações CA.

Os disjuntores da série Emax para corrente contínua não tem dimensões alteradas e usam os mesmos acessórios mecânicos que a linha Emax para aplicações CA.



Para verificar as opções de conexão dos polos em função do tipo de rede e tensão de alimentação deve ser consultada as tabelas no “ABB Technical paper nr 5”, disponível na internet.

7. CONCLUSÕES

Podemos observar que, cada vez mais, o uso de corrente contínua tem se tornado importante nas instalações elétrica, principalmente em áreas de segurança e fotovoltaicas. Por isso a correta aplicação de um sistema de proteção se torna fundamental. O conhecimento por parte dos técnicos de como dimensionar adequadamente poderá tornar estes sistemas mais confiáveis e garantir o bom fornecimento de energia elétrica para o utilizador.

Para tal, se torna necessário que o técnico aprenda as diferenças entre o sistema CA e o CC, a maneira de como se comporta uma rede CC e como acontecem suas eventuais falhas, para dimensionar corretamente os disjuntores.

Este artigo pode ser tomado como uma leitura inicial, a ser complementado com os detalhes necessários para esta correta aplicação.