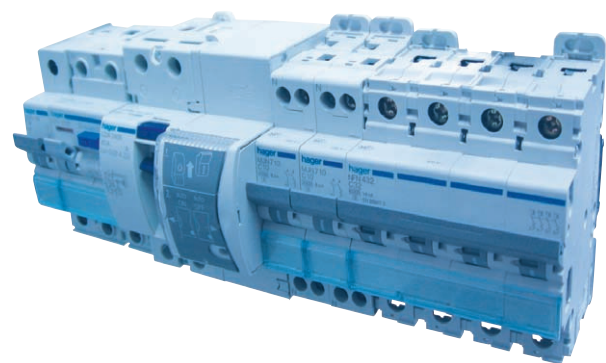


protecção contra sobreintensidades

{NAS INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS}



A protecção das instalações eléctricas contra sobreintensidades foi sempre uma preocupação patente na mentalidade intrínseca dos projectistas e dos instaladores eléctricos, contando com a colaboração dos fabricantes que põem à sua disposição um conjunto de equipamentos produzidos de acordo com as mais exigentes normas internacionais e europeias em vigor. Pretende-se que os trabalhos destes intervenientes, fabricantes, projectistas e instaladores, contribuam para instalações eléctricas mais seguras.

Estas protecções, quando bem dimensionadas, garantem o funcionamento da instalação sem riscos para o utilizador, aumentam o tempo de vida de todos os seus componentes e proporcionam uma melhor qualidade de serviço. A utilização de aparelhos que não respeitem as normas em vigor, ou qualquer erro na sua execução ou utilização, põe em risco a instalação, daí podendo resultar num sobreaquecimento dos componentes eléctricos levando à sua destruição, podendo originar incêndios e pondo em risco o património e vidas humanas.

SOBREINTENSIDADES

Uma sobreintensidade num circuito pode ter origem numa sobrecarga ou num curto-circuito. A primeira pode surgir numa instalação por várias razões, pelo aumento do consumo de uma carga (permanente), pelo arranque de um motor (instantâneo), entre outros. O segundo surge quando existe um caminho para a corrente, com uma resistên-

cia inferior à do percurso normal, como é o caso de um contacto directo ou indirecto com um condutor activo, ou ainda, quando os condutores activos contactam directamente entre si ou com o neutro.

O dimensionamento e a adequação das curvas de disparo das protecções aos cabos a utilizar e às condições da instalação e às cargas, na fase de projecto servem para prevenir danos nas instalações, estando em jogo diferentes opções sempre sujeitas a uma análise técnica e económica. As várias parcelas que constituem a instalação eléctrica, cabos e protecções têm de ser precavidas e por vezes sobredimensionadas para poderem dar resposta a aumentos expectáveis da potência consumida, evitando assim a sua posterior substituição. O valor deste investimento inicial deve ser avaliado e as diferentes soluções técnicas e económicas propostas ao investidor pelo projectista para o ajudar na tomada de decisão.

CONDUTORES

Os condutores devem ser dimensionados para suportarem quer uma sobrecarga quer um curto-circuito de curta duração sem se deteriorarem, evitando assim aquecimentos excessivos da canalização, que podem estar na origem de um incêndio da instalação. Quando as secções dos condutores são muito elevadas, em vez de cabos multipolares é recomendada a utilização de cabos monopolares, que facilitam as ligações aos aparelhos e a sua instalação. No dimensionamento dos condutores devem ser consideradas as distâncias das cargas aos Quadros de Eléctricos, bem como a localização destes. A escolha de outra localização ou de um outro traçado poderá ter implicações muito significativas no cálculo das secções dos condutores.

A secção e o tipo de material da alma condutora bem como o tipo de isolamento dos condutores de uma canalização eléctrica devem ser escolhidos em função da corrente de serviço (I_B), da corrente estipulada da protecção (I_n) e da corrente admissível na canalização (I_z).

As Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT) [1], obrigam o projectista, a escolher os condutores e a protecção de modo a que cumpram duas condições para a protecção contra sobrecargas, sabendo que estas condições não prevêm a protecção completa nos casos de sobreintensidades prolongadas inferiores à corrente convencional de não funcionamento I_2 , ou seja, a corrente que provoca a actuação do disjuntor ou a fusão do fusível. As duas condições são as seguintes:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1,45 I_z$$

Em que I_B é a Corrente de serviço na canalização, I_z a Corrente admissível na canalização e I_n a Corrente estipulada do dispositivo de protecção. Na Figura 1 é apresentado um esquema destas condições [1]:

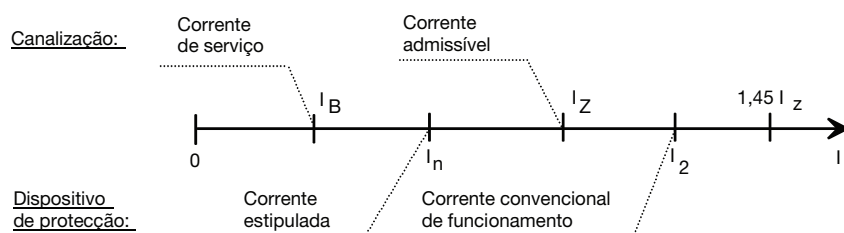


Figura 1 - Coordenação entre os condutores e os dispositivos de protecção [1].

Sabendo que um aumento da secção do cabo origina custos acrescidos para a instalação e sabendo também que as protecções do sistema têm que acompanhar a corrente do sistema, o projectista tem que verificar também outras condições consoante o tipo de protecção instalada. A Tabela 1 apresenta um resumo dessas condições:

Tipo de protecção						
Disjuntores			Fusíveis			
	Modulares (EN60898)	Outros	gG	Outros	Valores de In	
Factor K2	1,45	1,3	k2 = 1,6	k2 = 1,6	In ≥ 16 A;	
			k2 = 1,9	k2 = 1,9	4 A < In <16 A	
			k2 = 2,1	k2 = 2,1	In ≤ 4A	
Factor K3 $K3 = \frac{K2}{1,45}$	$K3 = \frac{K2}{1,45} = 1$	$K3 = \frac{K2}{1,45} \approx 0,9$	k3 = 1,10	$K3 = \frac{K2}{1,45} =$	k3 ≈ 1,10	In ≥ 16 A
			k3 = 1,31		k3 ≈ 1,31	4 A < In <16 A
			k3 = 1,45		k3 ≈ 1,45	In ≤ 4A
Condições a cumprir	$I B \leq I n \leq I z$		$I B \leq I n \quad I n \leq \frac{I z}{K 3} \quad I 2 \leq 1,45 \cdot I z$			

Tabela 1 - Resumo das condições a cumprir pela instalação, no caso de sobrecargas.

CONDUTOR DE NEUTRO

A secção do neutro em alimentações trifásicas pode ser reduzida, pressupondo-se que as cargas são equilibradas e que a corrente que percorre este condutor é zero ou muito reduzida. A corrente que o percorre resulta do desequilíbrio das cargas ou das cargas susceptíveis de provocarem harmónicas, ou seja, distorções na forma de onda da rede de energia eléctrica. Na origem destas distorções harmónicas estão cargas não lineares ou comutadas, tais como

fontes de alimentação, lâmpadas electrónicas ou de descarga, motores, transformadores, máquinas saturadas, presença de linhas ou cabos longos percorridos por correntes harmónicas. As cargas não lineares originam harmónicas na rede pois apresentam uma impedância variável em função da tensão, dado que a corrente absorvida não é proporcional à tensão, assumindo então, formas de onda não sinusoidais, o que origina que o circuito equivalente de uma carga não linear seja representado por uma carga não linear em paralelo com várias fontes de corrente, correspondentes a cada corrente harmónica absorvida no sistema, originando, por vezes, principalmente devido à terceira harmónica, correntes no neutro superiores às das fases e muitas vezes superiores à suportada por este condutor. Nestes casos é necessário prever para a alimentação destes circuitos uma secção do condutor de neutro superior à das fases.

Caso não existam correntes excessivas no condutor de Neutro e os cabos não tenham secções inferiores a 16 mm^2 , se forem em cobre e 25 mm^2 , se forem em alumínio, de forma a rentabilizar-se o investimento, pode reduzir-se a secção deste condutor, tendo sempre que, segundo as RTIEBT [1], "prever uma detecção de sobreintensidades no condutor neutro adequada à sua secção" podendo também esta ser dispensada, se verificar as seguintes duas condições em simultâneo: o condutor de neutro estar "protegido contra curtos-circuitos pelo dispositivo de protecção dos condutores de fase dos circuitos" e se "a corrente máxima susceptível de percorrer o condutor de neutro for, em serviço normal, nitidamente inferior ao valor da corrente admissível neste condutor".

Existem disjuntores que detectam sobreintensidades neste condutor, estando mesmo adequada à ligação do neutro com secção reduzida, oferecendo a possibilidade de escolher o disjuntor entre 4P3D, 4P3+N/2 ou 4P4D, podendo a protecção do neutro ser feita respectivamente pelos disparadores das fases, ser inferior ou igual à das fases. Este facto é relevante para dar resposta ao

maior número de combinações solicitadas pelas instalações.

PROTECÇÃO

A protecção contra sobrecargas e curto-circuitos só pode ser feita por dois tipos de aparelhos eléctricos, os fusíveis e os disjuntores, uma vez que somente estes possuem poder de corte, ou seja, o valor máximo de corrente que o produto pode cortar, não podendo ser confundido com a corrente de curto-circuito de actuação do mesmo, pois esta curva está relacionada com as características internas do produto.

Recomenda-se sempre a instalação de disjuntores com um poder de corte igual ou superior ao previsto nesse ponto da instalação, salvo se for feita a coordenação com as protecções que se encontram a montante.

Os dois tipos de fusíveis mais usados são os gG e aM. A diferença entre eles pode ser observada na sua curva de tempo/corrente, as dos fusíveis aM são mais lentas do que as dos fusíveis gG. A vantagem de ter uma curva mais lenta deve-se à necessidade de dar resposta à protecção provocada pelo arranque dos motores, sendo normalmente a protecção contra sobrecargas garantida por uma protecção térmica independente. Por sua vez, os fusíveis gG são adequados à protecção dos outros tipos de cargas, contra sobrecargas e curto-circuitos. Embora sejam instalados nas mesmas bases de fusíveis, a troca entre estes tipos de fusíveis numa instalação pode originar uma sobrecarga por mais tempo, forçando a instalação a suportar esforços energéticos excessivos, para os quais não foi dimensionada.

Para disjuntores com valores nominais de corrente reduzidos são usados normalmente os disjuntores modulares, ou seja, aparelhagem em que a sua fixação é feita no quadro eléctrico através de calha DIN. A Norma EN 60-898[2] regulamenta curvas de actuação predefinidas, embora existam outros tipos de curvas para aparelhagem modular. As curvas mais usadas são as curvas B e C, a diferença entre elas é o facto do relé mag-

nético actuar para os seguintes valores:

- › Do **Tipo B**, tem que actuar instantaneamente de 3.5 a 5 x I_N
- › Do **Tipo C**, tem que actuar instantaneamente de 5 a 10 x I_N

A Figura 2 representa a característica tempo/corrente destes disjuntores e a Figura 3 mostra a localização no interior do disjuntor dos relés magnético e térmico:

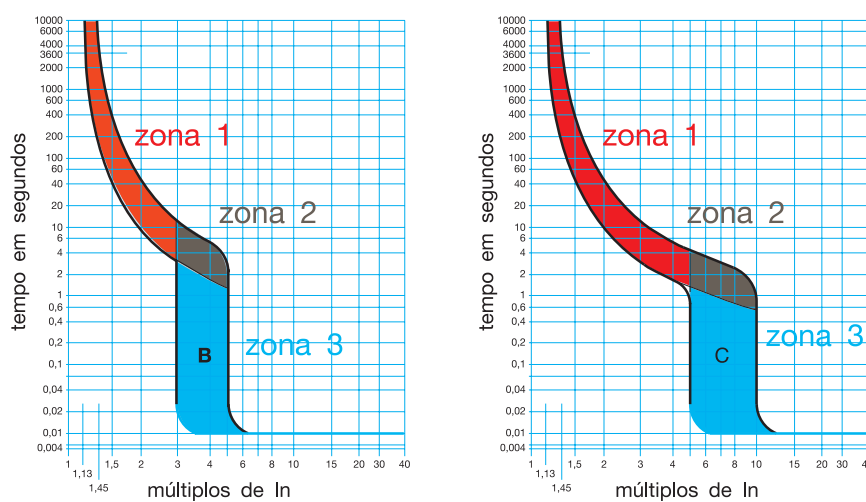


Figura 2 - Característica tempo/corrente dos disjuntores mais usados [3].

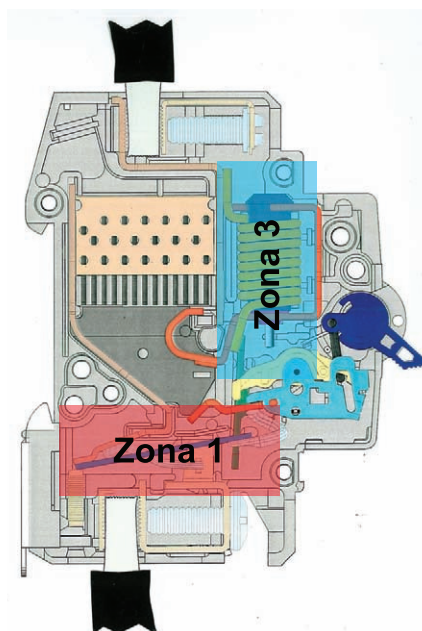


Figura 3 - Interior de um disjuntor modular [4].

A actuação do disjuntor depende da temperatura a que se encontra. A parte inferior das curvas são as curvas a quente e a superior são as a frio. O disjuntor tem tempos de abertura diferentes com o tempo de utilização em carga, pois todos os metais percorridos por correntes a uma temperatura normal de utilização sofrem perdas por calor, denominadas de Perdas por efeito de Joule, logo, quanto maior for o tempo de utilização do produto, maior será essa temperatura interna dos materiais. Nestes gráficos existem 3 tipos de zonas:

- Zona 1** Curva lenta, zona de actuação do relé térmico. Nesta zona do disjuntor existe um bimetálico, que em caso de uma sobrecarga a corrente força esses dois metais diferentes a dilatarem também a velocidades diferentes, e ao atingir um valor total de energia associada a essa sobrecarga, esta placa de metal activa a abertura do mesmo.
- Zona 2** Nesta zona não é garantida qual a parte do produto, o relé térmico ou o relé magnético, responsável pela actuação do disjuntor, pois depende de vários factores internos e externos.
- Zona 3** Curva rápida, zona de actuação do relé magnético. Na presença de correntes múltiplas de I_n , esta é a parte do disjuntor que está na origem da sua actuação instantânea, a corrente de curto-circuito ao percorrer o electroimã, produz a energia necessária à abertura rápida do disjuntor.

A existência de vários tipos de curvas nos disjuntores prende-se com o facto de se querer adequar as necessidades da instalação com o consumidor respectivo e dimensionado para a corrente prevista nesse local do circuito. Neste sentido, quando existem quadros gerais e quadros divisionários interligados entre si e em que a protecção em ambos os quadros tem a mesma corrente estipulada, a melhor solução é escolher curvas de actuação diferentes, sendo a mais longa para o quadro geral e a mais rápida para o divisionário, podendo conseguir desta forma, até determinados valores de corrente, uma actuação retardada do aparelho a montante. Após um defeito a jusante, a falta de energia seja verificada apenas numa zona da instalação, evitando um falha geral de energia na mesma, o que pode facilitar a detecção de um defeito, caso não seja totalmente perceptível, atingindo a selectividade do circuito. Desta forma, durante a realização de um projecto eléctrico, a selectividade entre as protecções instaladas tem que ser sempre verificada. As protecções a montante devem sempre actuar após uma sobrecarga ou um curto-circuito num tempo superior à aparelhagem de protecção a jusante. Se este facto for verificado, estamos na situação em que garantimos uma boa qualidade de serviço, pois os defeitos são extintos para um valor de corrente e um tempo mais baixo.

Numa instalação podem existir dois tipos de selectividade dimensionada pelo projectista, total e parcial. A Figura 4 mostra a diferença entre estes dois tipos de selectividade:

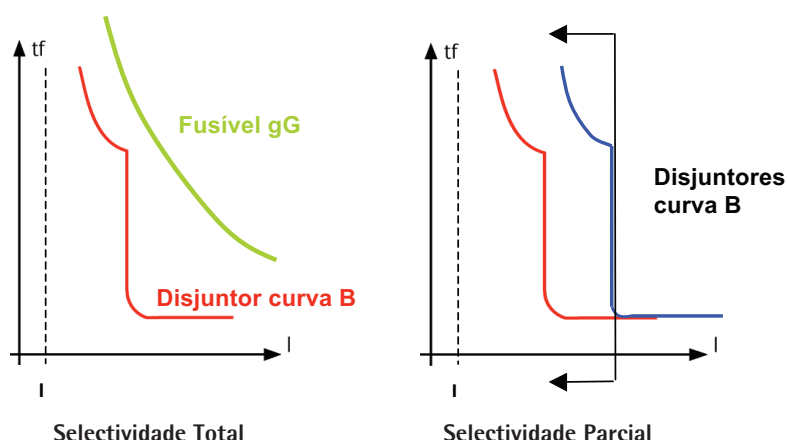


Figura 4 - Tipos de selectividade nos circuitos.

As instalações com selectividade total em relação a todas as protecções são instalações com boa probabilidade de obter um bom rácio entre custo e investimento, pois de quadro para quadro origina secções de cabos que vão sendo reduzidas e diminuindo a corrente estipulada as aparelhagens e provavelmente as dimensões dos disjuntores, passando de compacto

para modular, originado um menor custo no projecto. Projectos com selectividade parcial podem apresentar problemas apenas a partir de determinados valores da corrente de curto-circuito, podendo não ser afectadas para sobrecargas. Estas situações acontecem regularmente quando existe uma saída do quadro geral para o quadro divisionário com maior relevância em termos de corrente, sendo, por vezes, a única solução instalar disjuntores com a mesma corrente estipulada modificando as suas curvas características fazendo regulações para valores diferentes.

Estes produtos para além das curvas disponíveis e de respeitarem as selectividades na instalação terão que respeitar as correntes de curto-circuito presentes no quadro eléctrico.

No caso dos disjuntores, devem ser instalados aparelhos com poder de corte igual ou superior à corrente de curto-circuito expectável no quadro eléctrico e estes poderes de corte estão normalizados consoante a aplicação dos produtos. Se for uma aplicação no ramo industrial pressupõe-se que após um defeito, o utilizador, sendo habilitado, faça o *rearme* do mesmo e, caso este volte a reabrir, verifique a origem do mesmo, por forma a solucionar o problema e só posteriormente efectuar o *rearme*, sendo que para este tipo de aplicação aplica-se a norma IEC 60 947-2 [5]. Para aplicações domésticas, utilizadores não habilitados, que após o defeito tentam consecutivamente rearmar o produto, sem efectuarem uma verificação das causas do defeito, aplica-se a norma EN 60898 [2]. O mesmo produto pode estar em conformidade com as duas normas, podendo apresentar para a norma doméstica um poder de corte inferior. Se as condições referidas anteriormente forem verificadas, garante-se que após a instalação do produto este efectua uma abertura segura sem risco de incêndio.

Os interruptores e interruptores diferenciais, não têm poder de corte, apenas resistência ao curto-circuito, que no caso destes últimos para actuarem automaticamente tem que surgir um defeito diferencial e se a resistência desta ligação for baixa, origina que

este aparelho pode ser percorrido por uma corrente de curto-circuito igual à prevista para o quadro eléctrico. Desta forma é sempre aconselhável de modo a garantir a segurança da instalação, a verificação da tabela disponibilizada pelo fabricante para a coordenação da aparelhagem de corte e aparelhagem diferencial a jusante [3], garantido, embora seja uma aparelhagem diferencial, quando actuar, está salvaguardada a energia que este produto tem que suprimir, é dividida entre a aparelhagem de corte e a aparelhagem diferencial. Uma aparelhagem de corte a montante pode evitar incêndios e possivelmente acidentes, porque estes aparelhos por vezes, não conseguem dissipar toda a energia associada à sua abertura.

COMO ADEQUAR AS NECESSIDADES?

Numa instalação com calibres de corrente maiores, que por sua vez necessitem de uma resposta mais versátil para responder aos tópicos anteriormente referidos, como é o caso de protecção contra sobrecargas, curto-circuitos, selectividade, coordenação e também, situações de instalações com valores de correntes de curto-circuito muito diferentes, dependentes da alimentação a montante ser feita pela rede ou por alimentação autónoma, por exemplo um grupo gerador. Nesta situação o valor presumível das correntes de curto-circuito é normalmente muito inferior ao da corrente de curto-circuito estimada para esse ponto da rede. É então necessário, ter uma maior autonomia nas curvas dos aparelhos dimensionadas para as instalações, com a possibilidade de as adequar às necessidades do projecto.

Existem disjuntores em que os seus parâmetros são fixos e outros que são reguláveis. Os disjuntores reguláveis podem ter: térmico regulável e magnético fixo, térmico e magnético reguláveis e também disjuntores com disparadores electrónicos, permitindo não só a regulação do térmico e magnético, como também da sua base temporal de actuação, facilitando, por exemplo, a selectividade entre produtos. No caso anteriormente abordado, nas instalações alimentadas pela

rede e que possuem grupos geradores, sendo um caso problemático para o dimensionamento da instalação, podem surgir várias situações em que a adequação das curvas dos disjuntores representa um auxílio para solucionar essas necessidades:

Situação 1: Se a corrente de sobrecarga, após o deslastramento de algumas cargas não prioritárias, não possuir um valor eficaz significativo em relação à situação normal, este disjuntor só funciona após um tempo muito longo. A solução pode passar por usar um disjuntor com térmico regulável podendo, desta forma, reduzir a regulação do mesmo, para que este consiga ver a corrente de defeito, quando alimentado pelo gerador, em tempo útil sem provocar riscos para a instalação eléctrica.

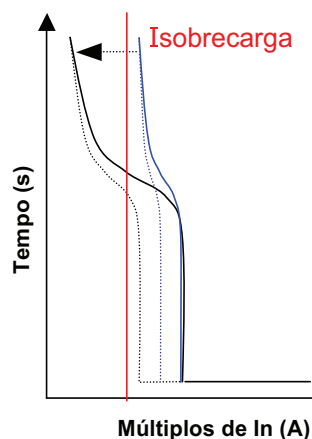


Figura 5 · Regulação do térmico nas curvas.

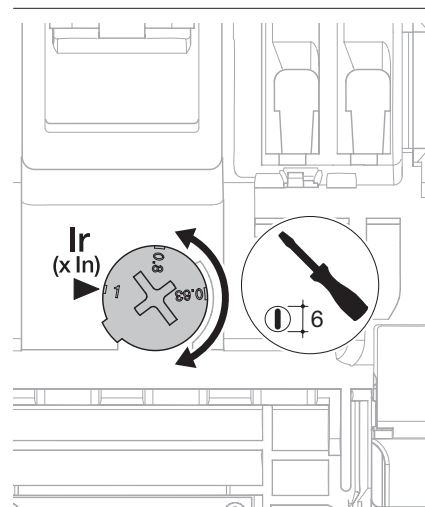


Figura 6 · Regulação do térmico no disjuntor [6].

Situação 2: Se a corrente de curto-circuito máxima do gerador for inferior à corrente de curto-circuito fornecida pela rede, um disjuntor convencional pode não ver esse curto-circuito por assumir esse defeito como uma sobrecarga, extinguindo-o num tempo longo, sendo que segundo as RTIEBT [1] esta solução terá que ser solucionada, uma vez que a "corrente de curto-circuito mínima (I_{cc}) não deve ser inferior a I_a " (valor de corrente a partir da qual o relé magnético do disjuntor pode entrar em funcionamento). A solução neste caso passa pela utilização de um disjuntor com magnético regulável e reduzir o valor do mesmo, por forma a interpretar essa corrente como um curto-circuito.

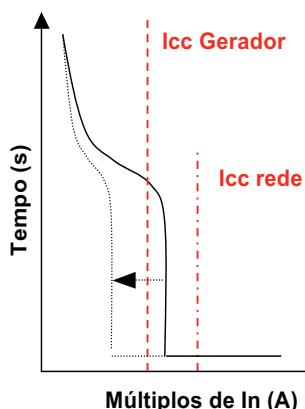


Figura 7 · Regulação do magnético nas curvas.

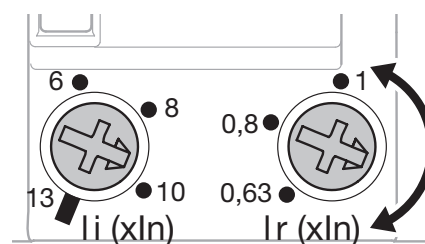


Figura 8 · Regulação do magnético no disjuntor [6].

Situação 3: Se em situação normal da rede e existindo produtos com calibres semelhantes instalados em cascata, como é o caso de um quadro de entrada e de um quadro parcial com cargas muito elevadas. O valor da corrente que possa surgir após um curto-circuito tem um determinado valor que pode não permitir garantir uma selectividade entre as duas protecções. A solução neste caso pode passar pela instalação de um disjuntor com disparador electrónico, podendo escolher-se para o aparelho a montante uma curva com uma base temporal retardada, possibilitando uma selectividade na instalação.

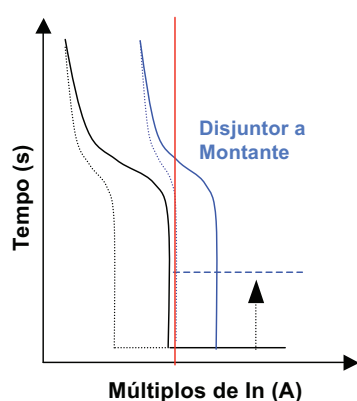


Figura 9 - Regulação do tempo de actuação na curva do disjuntor.

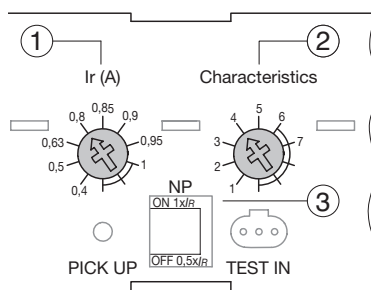
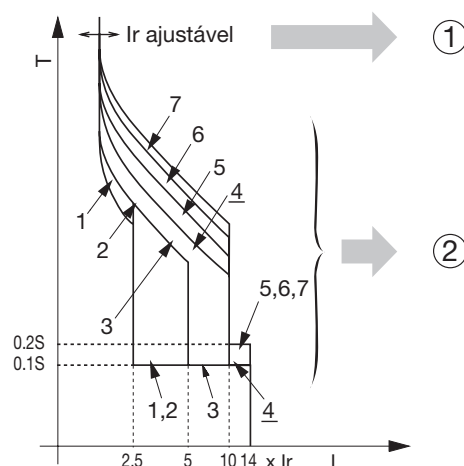


Figura 10 - Regulação das características do disjuntor [6].



CONCLUSÃO

As protecções de instalações eléctricas contra sobreintensidades (sobrecargas e curto-circuitos) têm que passar sempre por um conhecimento muito profundo das cargas que se vão alimentar, dos condutores presentes e da adequação das protecções para cada um dos casos concretos. A escolha das curvas certas consoante a carga pode prevenir sobreaquecimentos no sistema, que estão na origem de incêndios, pois por vezes é suficiente cortar a corrente resultante de um defeito num tempo muito curto para reduzir o valor da energia que lhe está associado para um valor suportável por todos os componentes da instalação.

Referências

- [1] RTIEBT- Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (publicado pela Portaria N.º 949-A/2006, de 11 de Setembro), Certiel.
- [2] Norma EN 60-898
- [3] Catálogo Geral, Hager SEM, S.A. 2010
- [4] Dossier de estudos, disjuntor divisionário, Hager Group, 2003
- [5] Norma IEC 60947-2
- [6] Disjuntores gerais h3, Hager S.E.M, S.A. 2010.

SISTEMAS ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS

E ASSINATURA DA REVISTA O ELECTRICISTA

47,25€ ~~63,00€~~

25%

de desconto!

Em: www.engebook.com



Registe-se gratuitamente no Voltimum e beneficie de:

- Informação técnica sobre o sector eléctrico
- Actualização permanente sobre produtos e Inovações
- Legislação sobre o sector
- Formação
- E muito mais...

Estar registado no Voltimum permite-lhe ainda um **desconto** na revista O Electricista

www.voltimum.pt

<http://www.facebook.com/Voltimum.PT>