

# protecção avançada em instalações industriais



*O desenho do sistema de protecção das instalações eléctricas tem uma importância vital tanto para garantir um serviço funcional, económico e correcto em toda a instalação, como para reduzir ao mínimo os problemas causados por condições de serviço com anomalias ou defeitos reais.*

## 1. GERAL

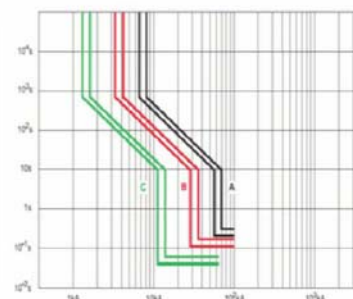
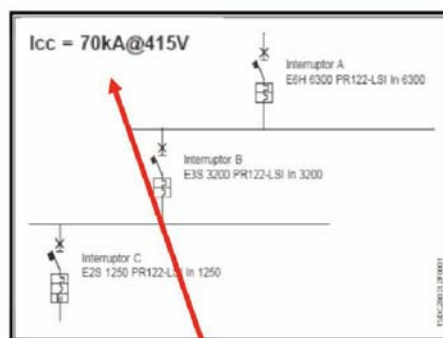
Na base desta análise estuda-se a **coordenação entre os diferentes dispositivos destinados à protecção de zonas e componentes específicos** para:

- › garantir a segurança em todos os casos;
- › identificar a zona implicada no problema e excluí-la rapidamente, sem intervenções indiscriminadas que iriam reduzir a disponibilidade de energia em zonas sem problemas;
- › reduzir o efeito da falha noutras zonas básicas da instalação (redução do valor da tensão, instabilidade no funcionamento dos motores);
- › reduzir a tensão nos componentes e os danos na área afectada;
- › garantir a continuidade do serviço com uma tensão de alimentação de boa qualidade;
- › garantir um apoio adequado no caso de ocorrer uma falha de funcionamento na protecção de abertura;
- › proporcionar ao pessoal e ao sistema de gestão a informação necessária para reiniciar o serviço no menor tempo possível e com o menor contratempo para o resto da rede;
- › realizar uma boa combinação de fiabilidade, simplicidade e poupança.

Ou seja, **um bom sistema de protecção deve ser capaz de:**

- › compreender o que aconteceu e como aconteceu, distinguir entre situações com anomalias mas toleráveis e situações de defeito dentro da zona de influência, e evitar disparos indesejados que conduzem ao desligamento de uma parte, em bom estado, da instalação;
- › trabalhar o mais depressa possível para limitar os danos (destruição, envelhecimento acelerado, ...) preservando a continuidade e a estabilidade do fornecimento eléctrico.

## Coordenação / Selectividade



Interruptores automáticos				L		S (I=cosφ)			I
Nome	Tipo	Icu@415V	Icw	I1	t1	I2	t2	I3	
A	E6H 63	100 kA	100 kA	1	108	10	0,25	off	
B	E3S 32	75 kA	75 kA	1	108	10	0,15	off	
C	E2S 12	85 kA	65 kA	1	108	10	0,05	off	

As soluções resultam de um compromisso entre estes **dois requisitos: identificação precisa da falha e rápida intervenção**, e definem-se em conformidade com o requisito que tem prioridade.

Por exemplo, no caso de ser mais importante evitar disparos não desejados, opta-se por um sistema de protecção indirecto com base em bloqueios e transmissão de dados entre diferentes dispositivos, que avalia os valores eléctricos localmente, ao passo que a velocidade e a limitação do efeito destrutivo do curto-circuito requer sistemas com acção directa que utilizam bobinas de protecção directamente colocadas nos dispositivos.

Em sistemas de baixa tensão para a distribuição primária e secundária, opta-se geralmente pela segunda solução.

Harmonizar a intervenção nas protecções no caso de sobrecorrentes (sobrecargas e curto-circuitos) abarca 90% dos requisitos de coordenação das protecções em redes não interligadas de baixa tensão.

Antes de continuar **convém recordar que:**

- › a **"selectividade dos disparos por sobrecorrente"** é uma "coordenação entre as características de funcionamento de dois ou mais dispositivos de protecção contra sobrecorrente, de modo que quando a falha se produz dentro de certos limites estabelecidos, o dispositivo que deve funcionar dentro dos ditos limites intervém enquanto os outros não o fazem" (norma IEC 60947-1, Art. 2.5.23);
- › a **"selectividade total"** é uma "selectividade na qual, na presença de dois dispositivos de protecção contra sobrecorrente em série, o dispositivo de protecção do lado da carga leva a cabo a protecção sem a intervenção de outro dispositivo" (norma IEC 60947-2, Art. 2.17.2);
- › a **"selectividade parcial"** é uma "selectividade na qual, na presença de dois dispositivos de protecção contra a sobrecorrente em série, o dispositivo de protecção do lado da carga leva a cabo a protecção até um determinado nível de sobrecorrente sem intervenção de outro dispositivo" (norma IEC 60947-2, Art. 2.17.3); este nível de sobrecorrente denomina-se "intensidade limite de selectividade  $I_s$ " (norma IEC 60947-2, Art. 2.17.4);
- › A **"protecção de acompanhamento"** é a "coordenação de dois dispositivos de pro-

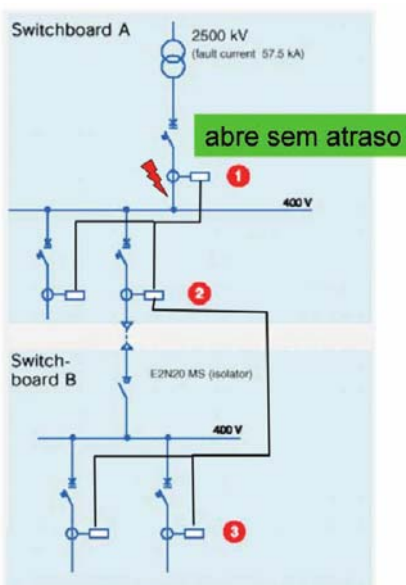
tecção em série para a protecção contra a sobrecorrente. O dispositivo de protecção localizado ao lado da alimentação irá encerrar-se, no geral (mas não necessariamente), da protecção contra a sobrecorrente com ou sem ajuda de outro dispositivo e esforços excessivos neste último" (norma IEC 60947-1, Art. 2.5.24). O valor de corrente acima do qual se garante a protecção é denominado "Intensidade de Intersecção  $I_B$ " (norma IEC 60947-1, Art. 2.5.25 e a norma IEC 60947-1, Art. 2.17.6).

## 2. INTRODUÇÃO

Limitando a análise ao comportamento dos dispositivos de protecção com intervenção baseada em relés de sobrecorrente, a estratégia utilizada para coordenar as protecções depende, em grande parte, dos valores de corrente nominal e de curto-circuito na instalação em questão.

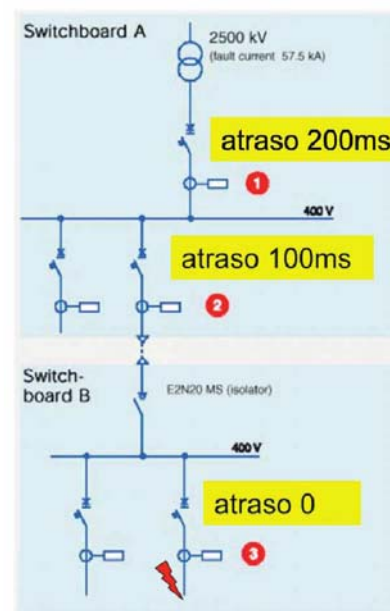
A **selectividade de zona** é um dos métodos mais avançados para coordenar as protecções: esta filosofia de protecção permite reduzir os tempos de disparo da protecção mais próxima do defeito relativamente aos tempos previstos pela selectividade cronométrica, cujo aperfeiçoamento resultou na selectividade de zona.

### Selectividade de zona



Na **selectividade cronométrica**, a coordenação das protecções é realizada associando o valor medido da corrente com a duração do fenómeno: um determinado valor de corrente faz com que as protecções actuem depois de um intervalo de tempo que permita às protecções "mais próximas" do defeito disparar primeiro, excluindo a zona onde se produz o defeito.

### Selectividade cronométrica



Por isso, a estratégia consiste em aumentar as regulações de corrente e os atrasos das protecções contra curto-circuitos progressivamente, à medida que as fontes de alimentação se aproximam (nível de ajuste da protecção directamente relacionado com o seu nível hierárquico). A diferença entre os atrasos definidos nas protecções em série deve ter em conta a soma:

- › dos tempos de determinação e eliminação do defeito;
- › do tempo de sobre impulso do dispositivo no lado de alimentação (o intervalo durante o qual a protecção a montante pode disparar até que o fenómeno esteja finalizado). Este estudo realiza-se comparando as curvas de disparo de tempo-corrente dos dispositivos de protecção.

No geral, este **tipo de coordenação:**

- › é fácil de estudar e de construir e não é caro tendo em conta o sistema de protecção que se obtém;
- › permite obter valores limites de selectividade ainda maiores, bem como uma corrente de curta duração suportada pelo dispositivo do lado de alimentação;
- › permite um apoio das protecções e pode oferecer uma boa informação ao sistema de controlo.

#### Mas:

- › os tempos de disparo e os níveis de energia das protecções, especialmente daquelas que estejam próximas das fontes são elevadas, com problemas óbvios de segurança e de danos nos componentes (geralmente sobredimensionados), inclusivamente em zonas não implicadas no defeito;
- › apenas permite a utilização de disjuntores limitadores de corrente no último escalão; os outros disjuntores devem conseguir suportar os esforços térmicos e electrodinâmicos relacionados com a passagem de corrente de defeito num determinado intervalo de tempo.

Devem ser utilizados disjuntores selectivos (disjuntor de categoria B em conformidade com a norma IEC 60947-2) para os diferentes níveis, no geral disjuntores automáticos de bastidor aberto, para garantir uma corrente de curta duração admissível, suficientemente elevada:

- › a duração das perturbações nas tensões de alimentação, provocadas por uma corrente de curta duração nas zonas não implicadas no defeito, pode provocar problemas com dispositivos electrónicos e electromecânicos (tensão abaixo do valor de actuação da bobina de mínima).

### 3. SELECTIVIDADE DE ZONA

Este tipo de coordenação **é um aperfeiçoamento da selectividade cronométrica** e pode ser directa ou indirecta. Obtém-se através do diálogo entre os dispositivos de medição de corrente, os quais quando se ultrapassa o limiar regulado permitem identificar correctamente a zona de defeito e cortar o fornecimento eléctrico da mesma.

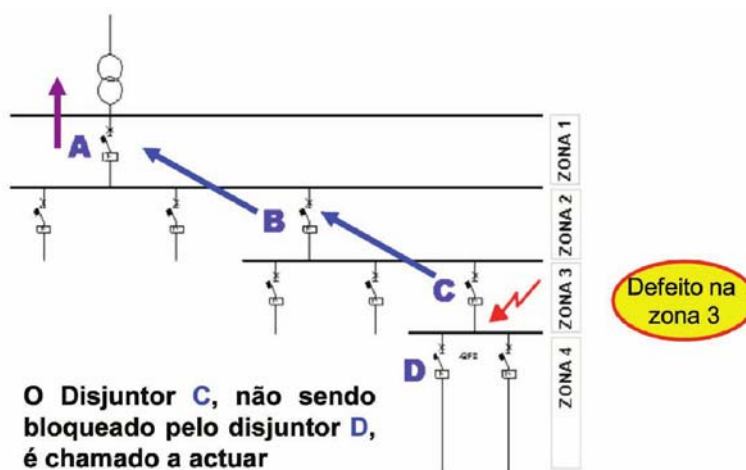
Na prática pode obter-se de duas formas:

- › **os dispositivos de medição enviam a informação relacionada com o excesso no limiar de corrente estabelecida no sistema de supervisão**, e isto decide qual a protecção que deve intervir (tipo indirecto);
- › **cada protecção, na presença de valores de corrente mais elevados do que o estabelecido, envia um sinal de bloqueio às protecções a montante através de uma ligação directa ou de um bus** e, antes de actuar, comprova que não recebeu um sinal de bloqueio similar de nenhuma protecção situada a jusante. Isto significa que **apenas intervém a protecção mais próxima do defeito** (tipo directo).

O primeiro método prevê tempos de disparo numa gama de 0.5 a 1s e é utilizado, sobretudo, no caso de baixas correntes de curta duração cuja direcção de fluxo está definida de forma ambígua.

**O segundo método permite tempos de disparo definitivamente mais baixos:** quando comparado com uma selectividade cronométrica já não é necessário aumentar o intervalo de tempo, à medida que a fonte de fornecimento eléctrico se aproxima. O tempo de atraso programado pode reduzir-se a um tempo suficiente para confirmar a ausência de qualquer sinal de bloqueio, desde a protecção a jusante (ou seja, o tempo de que o dispositivo a jusante necessita para determinar a situação anómala e completar correctamente a transmissão do sinal).

#### Selectividade de Zona



#### Em comparação com a selectividade cronométrica, a selectividade da zona:

- › reduz os tempos de disparo e aumenta o nível de segurança: os tempos de disparo podem ser de 100 ms ou inferiores;
- › reduz o dano causado pelo defeito, assim como as perturbações no sistema de fornecimento eléctrico;
- › reduz os esforços térmicos e dinâmicos nos disjuntores;
- › permite um número elevado de níveis de selectividade.

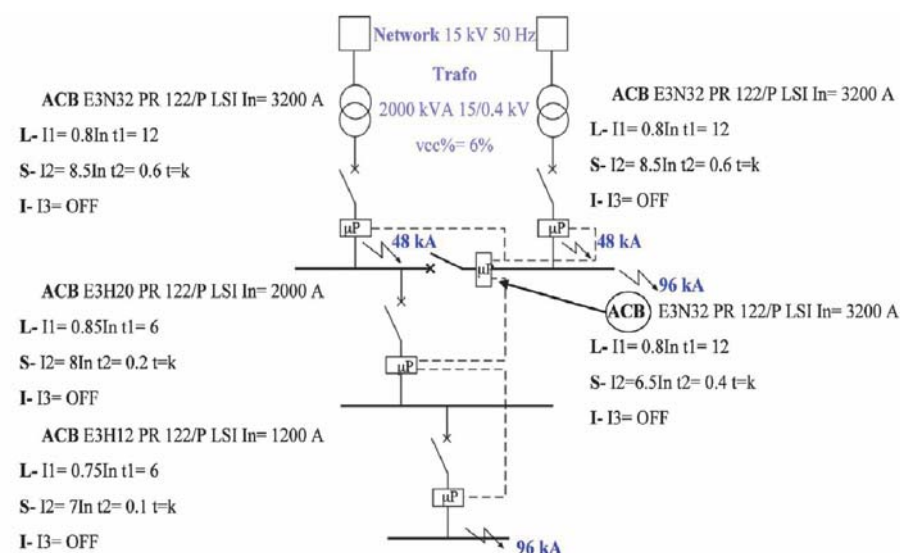
Por outro lado é mais oneroso no que diz respeito aos custos e à complexidade na instalação. As elevadas prestações requeridas necessitam de um aumento de tamanho (apesar de menos do que o previsto no caso da selectividade cronométrica pura), componentes especiais, cablagens adicionais, fontes de energia eléctrica auxiliares, ...



Consequentemente, esta solução utiliza-se principalmente em sistemas com elevados valores de corrente nominal e de curto-circuito, com requisitos muito exigentes tanto para a segurança como para a continuidade do serviço: frequentemente encontramos exemplos de selectividade de zona em quadros de comando de distribuição primária, ao lado da carga de transformadores e geradores.

### 3.1 Seleção de zona com uma série de disjuntores automáticos

O constante aumento da complexidade tecnológica e funcional das instalações eléctricas requer todo o tipo de componentes, especialmente aqueles que, como os disjuntores de protecção, têm uma importância vital para a segurança. Por isso mesmo requer elevados níveis de fiabilidade e continuidade de serviço com necessidades mínimas de manutenção.



Os disjuntores automáticos da série Emax cumprem estes requisitos já que têm sido estudados para serem integrados e coordenados com as diferentes linhas de produtos de baixa tensão da ABB. Disponíveis em cinco tamanhos, caracterizam-se por correntes permanentes de 800A a 6300A, com capacidades de corte de 42kA a 150kA (380/415 Vca). Os disjuntores Emax podem ser equipados com relés electrónicos denominados PR121, PR122 e PR123.

A completa gama de relés permite coordenar as funções de protecção segundo o valor da corrente, tempo e energia das cadeias de selectividade e, com os relés de sobrecorrente PR122 e PR123, também segundo a selectividade de zona.

### 3.2 Relés electrónicos PR122/PR123

A ampla gama de ajustes confere à protecção um carácter geral, ou seja, adequado para qualquer tipo de instalação.

Normalmente, os relés não necessitam de uma alimentação auxiliar visto que a energia procede dos transformadores de corrente (CT): para activar as funções de protecção e de amperímetro, basta que pelo menos uma fase tenha uma corrente superior a 100A. Para a visualização, pelo menos uma fase deve ter uma intensidade de carga superior a 160A.

Inclui-se a possibilidade de alimentação auxiliar através de uma unidade de bateria portátil PR130/B (sempre alimentada). Esta unidade permite ajustar as protecções com o interruptor no modo auto-alimentado.



Os relés PR122/PR123 são fornecidos com diferentes funções de protecção como por exemplo:

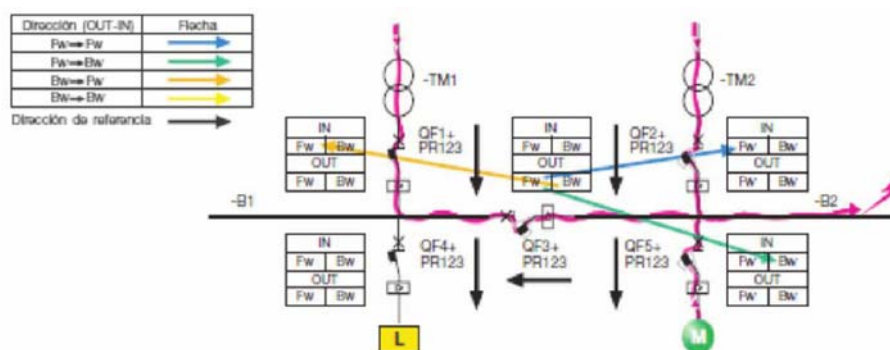
- › Sobrecarga (L);
- › Curto-circuito selectivo (S);
- › Curto-circuito instantâneo (I);
- › Defeito à terra (G).

Para todas estas funções existe uma ampla gama de ajustes disponíveis para os tempos e limiares de disparo. As funções S e G podem ser atrasadas com um tempo independentemente da corrente ( $t=k$ ) ou dependente da corrente (energia específica passante constante  $I_2t=k$ ).

A protecção relativamente ao defeito à terra também se pode realizar ligando os relés a um transformador toroidal externo, situado no condutor que liga o ponto estrela do transformador à terra.

### Características funcionais dos relés PR122 e PR123 para a selectividade da zona

A selectividade da zona pode aplicar-se à função S e à função G. Para isso é necessário dispor de uma alimentação auxiliar para garantir a presença de um sinal de bloqueio (ZS in e ZS out) e a sua estabilidade entre um interruptor e aquele que mais perto se encontra do lado da alimentação.



A selectividade da zona realiza-se mediante um simples cabo de ligação: cada uma das protecções que detecta a falha envia um sinal de bloqueio (ZS out) à protecção a montante e, antes de disparar, comprova que não recebeu um sinal similar a uma protecção a jusante. A saída ZS out pode ligar-se a um máximo de 20 entradas ZS in ao lado da alimentação na cadeia de selectividade. É importante destacar que, na selectividade da zona, convém prever a selectividade cronométrica das protecções, para garantir sempre a selectividade, inclusivamente no caso de não haver alimentação auxiliar (condição que exclui a selectividade de zona).

Com a selectividade de zona, apenas a protecção encarregue de controlar a zona onde se produziu o defeito dispara sem ter em conta o atraso regulado para a S, minimizando, por-

tanto, os efeitos do curto-circuito. O sinal de selectividade de zona está representado por uma mensagem binária com as seguintes características eléctricas:

Sinal lógico 0: 0 [V]

Sinal lógico 1: Vaux [V]

É interessante observar que, com a selectividade de zona activada, a protecção S dispara de acordo com o tempo regulado para a selectividade de zona, quando o limiar de disparo é superado e não há sinal ZS in. O ajuste do tempo de disparo é definido dentro dos seguintes valores: tempo de selectividade = 0.04 ... 0.2s com passagens de 0.01s.

No entanto, no caso da selectividade de uma zona desactivada, quando o limiar de disparo é superado e o sinal ZS in está presente, começa a temporização da protecção S e, se o defeito não pára no tempo estabelecido  $t_2$ , o interruptor irá disparar, garantindo assim a protecção.

PUB

## Formação Financiada

**ixUS**

formação e consultoria, Lda.

### ITED / ITUR

(Formações Modulares Certificadas - 2.3)

#### Formação de Actualização ITED

› **Instalador ITED com formação Habilitante:** 50 horas  
UFCD ITED-7(6093)

› **Instalador ITED sem formação Habilitante:** 75 horas  
UFCD ITED-8(6094), ITED-9(6095)

#### Formação Habilitante ITED / ITUR

› **Instalador ITED:** 100 horas  
UFCD ITED-1(6085), ITED-2(6086), ITED-3 (6087), ITED-4(6088)

› **Instalador ITUR:** 150 horas  
UFCD ITED-1(6085), ITED-2(6086), ITED-3 (6087), ITED-4(6088), ITUR-1(6096) ITUR-2(6097)

**Condições de Acesso:** de acordo com as exigências definidas pela ANACOM

**Formador: Paulo Monteiro**

#### Local e Horários das Sessões:

- › Laboratório ITED ITUR - IXUS em Cête, Concelho de Paredes, Distrito do Porto;
- › As sessões terão início durante o mês de Maio;
- › Sessões semanais das 19h00 às 23h00;
- › Sessões aos Sábados das 9h00 às 13h00 e das 14h00 às 18h00

**Nota:** Os formandos receberão subsídio de Alimentação e o respectivo certificado de habilitações

#### Informações e Inscrições

**IXUS, Formação e Consultoria, Lda.**

Tel.: 22 519 13 90

Fax: 22 519 13 99

E-mail: geral@ixus.pt | forma@ixus.pt

Site: www.ixus.pt

Homologação

**ANACOM**

AUTORIDADE  
NACIONAL  
DE COMUNICAÇÕES

**POPH**  
POTENCIAL HUMANO

**QER**  
QUADRO DE REFERÊNCIA  
ESTRATÉGICO  
NACIONAL  
19711/AN/0007/2013

**UNião Europeia**  
Fundo Social Europeu

**DGERT**  
DIRECÇÃO-GERAL DA ENERGIA  
E DO CLIMA