

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº20 | Dezembro de 2017

<http://www.neutroaterra.blogspot.com>

Honrando o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com a publicação da 20ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. Ao terminar um ano em que já se sentiu alguma recuperação da nossa economia, a industria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram em anos anteriores, apresentou já ao longo de 2017 uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista, que já caminha para onze anos de existência, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que algumas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações. Outro fator importante tem a ver com a internacionalização da nossa revista, verificando-se uma crescente procura das nossas publicações em países estrangeiros, destacando-se os Estados Unidos e os países de língua oficial Portuguesa.

José Beleza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica

Página deixada intencionalmente em branco!

Índice

- Editorial	5
- Controlo escalar de velocidade no motor de indução trifásico Alexandre Miguel Marques da Silveira	9
- O Eletromagnetismo nas Máquinas Elétricas António Quadros Flores	23
- Interruptores (mecânicos) para uso industrial ou instalações semelhantes António Augusto Araújo Gomes André Fernando Ribeiro de Sá Sérgio Filipe Carvalho Ramos	29
- ITED/ITUR – Simbologia ao sabor do Projetista? Sérgio Filipe Carvalho Ramos	35
- Proteção contra incêndios com FM200 e NOVEC 1230 Carlos Valbom Neves	39
- Eficiência Energética em Hotéis. Soluções e Tecnologias. João Pedro Caseiro Bizot Roque Filipe Mesquita Brandão	45
- Z-Wave vs ZigBee. Qual a melhor solução sem fios para sua casa inteligente? Domingos Salvador Gonçalves dos Santos	53
- Autores	57

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	José António Beleza Carvalho, Doutor
SUBDIRETORES:	António Augusto Araújo Gomes, Eng. Roque Filipe Mesquita Brandão, Doutor Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Doutor
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Página deixada intencionalmente em branco!

Estimados leitores

Honrando o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com a publicação da 20ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. Ao terminar um ano em que já se sentiu alguma recuperação da nossa economia, a indústria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram em anos anteriores, apresentou já ao longo de 2017 uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista, que já caminha para onze anos de existência, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que algumas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações. Outro fator importante tem a ver com a internacionalização da nossa revista, verificando-se uma crescente procura das nossas publicações em países estrangeiros, destacando-se os Estados Unidos e os países de língua oficial Portuguesa.

O eletromagnetismo desempenha um papel fundamental na conversão de energia nas máquinas elétricas e a sua compreensão é importante para se ter um completo domínio do tema. Nesta edição, apresenta-se um artigo que procura explicar os processos atómicos relacionados com fenómenos magnéticos e elétricos existentes nas máquinas elétricas, tornando mais claros e transparentes alguns conceitos, tais como a existência de polos magnéticos, interação de atração/repulsão magnética e campo magnético.

Ainda no âmbito das máquinas elétricas, o motor assíncrono de indução tem uma importância determinante, sendo dos motores mais utilizados na indústria. Uma grande fatia da energia elétrica consumida anualmente em qualquer país desenvolvido deve-se à utilização de motores elétricos. Estima-se que cerca de 70% da energia consumida no setor industrial e cerca de 30% da energia elétrica consumida no setor do comércio e serviços se deve a este tipo de motor. Neste âmbito, o controlo e a regulação de velocidade deste motor é de importância fulcral quando se pretende sistemas eficientes de força motriz. Nesta edição da revista, apresenta-se um importante artigo sobre o controlo escalar de velocidade no motor de indução trifásico.

O Turismo é um setor económico que no nosso país tem vindo a ter um rápido crescimento, o que faz dele um setor de especial cuidado na implementação de medidas de eficiência energética. Especificamente nos hotéis, sendo eles “edifícios especiais”, haverá todo o interesse por parte dos grupos hoteleiros em diminuir os consumos de energia, reduzir a pegada de carbono e construir um setor hoteleiro Europeu, mais competitivo e sustentável. Neste âmbito, apresenta-se nesta edição da revista um interessante artigo que aborda a problemática da eficiência energética em edifícios hoteleiros.

As Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios são sempre um assunto importante e alvo de várias publicações na nossa revista. Nesta edição apresenta-se um artigo de opinião visa, fundamentalmente, chamar a atenção para a ausência “legislativa” de simbologia na área dos projetos de comunicações eletrónicas. Neste artigo pretende-se deixar em reflexão se a Simbologia das Infraestruturas de Comunicações Eletrónicas deva ficar ao livre arbítrio do projetista ou se, por outro lado, deva ser alvo de especificação por parte da ANACOM em futuras edições de Manuais e futuras edições de cursos habilitantes/atualizantes ITED / ITUR.

Nesta edição da revista destacam-se ainda a publicação de outros interessantes artigos, como “Proteção contra incêndios com equipamentos fm200 e novac 1230”, a publicação de um artigo técnico no âmbito das instalações elétricas sobre “Interruptores mecânicos para uso industrial ou instalações semelhantes”, e um artigo relacionado com a automatização das instalações elétricas residenciais “Z-WAVE vs ZIGBEE. Qual a melhor solução sem fios para sua casa inteligente?”.

Estando certo que nesta edição da revista “Neutro à Terra” apresenta-se novamente interessantes artigos técnicos para todos os profissionais do setor eletrotécnico, satisfazendo assim as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos e votos de um Excelente Ano de 2018.

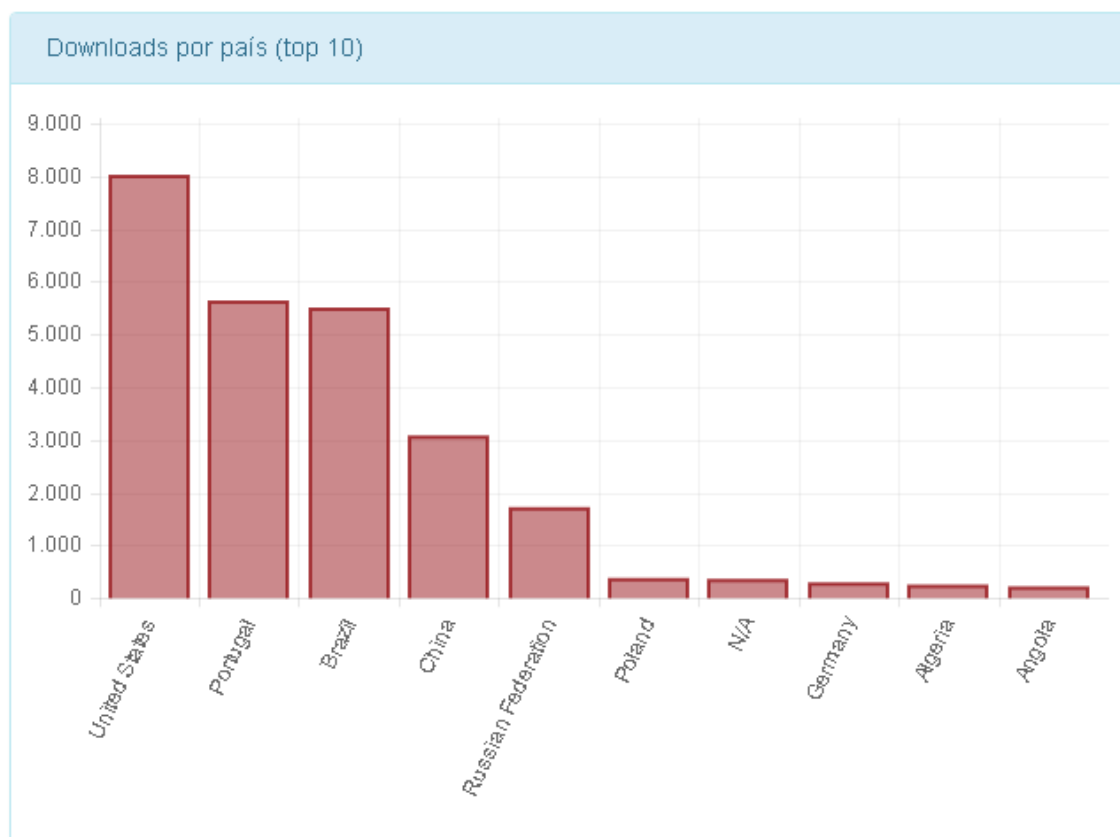
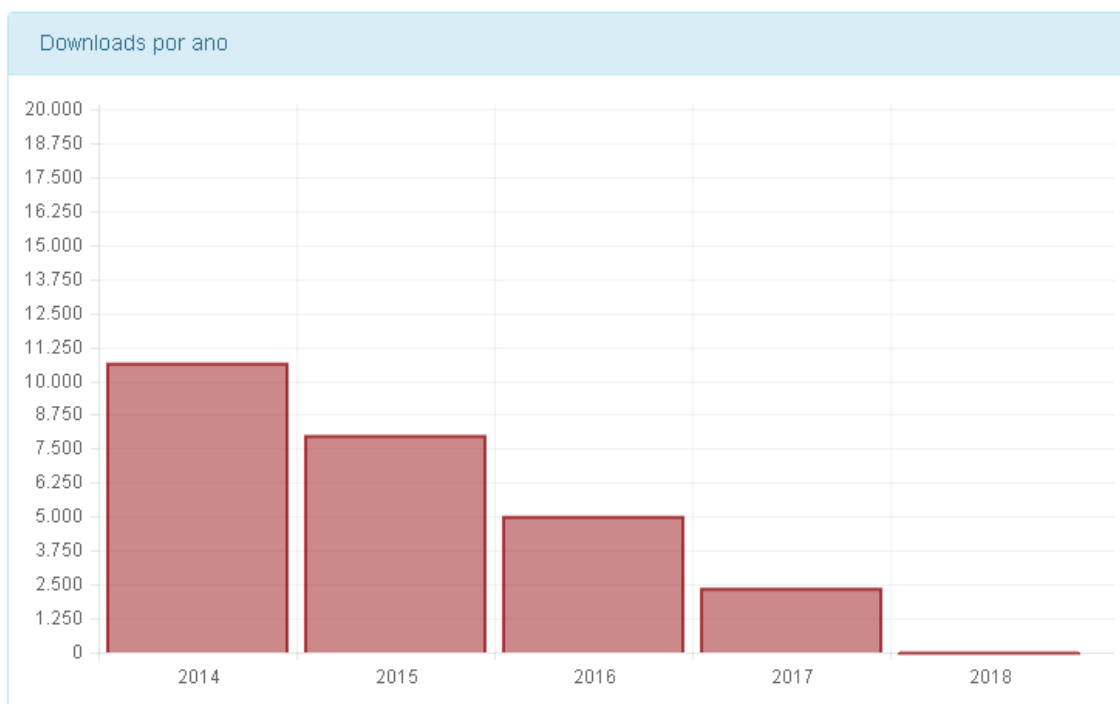
Porto, 30 dezembro de 2017

José António Beleza Carvalho

Página deixada intencionalmente em branco!

Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto:

<http://recipp.ipp.pt/>



Blog:

www.neutroaterra.blogspot.com

Histórico de visualizações

28 790

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	21529
Estados Unidos	2673
Brasil	1580
Alemanha	437
França	384
Rússia	308
Angola	187
Reino Unido	168
Ucrânia	138
Espanha	108



INTERRUPTORES (MECÂNICOS) PARA USO INDUSTRIAL OU INSTALAÇÕES SEMELHANTES

1. Aspetos gerais

Um interruptor (mecânico) é definido como um aparelho mecânico de conexão capaz de estabelecer, de suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito, incluindo, eventualmente, as condições especificadas de sobrecarga em serviço.

É um aparelho que é ainda capaz de suportar, num tempo especificado, correntes nas condições anormais especificadas para o circuito, tais como as resultantes de um curto-circuito.

Pode ser capaz de estabelecer correntes de curto-circuito mas não de as interromper.

Os interruptores de baixa tensão são divididos nos seguintes tipos principais:

- Interruptores para instalações elétricas fixas, domésticas e análogas;
- Interruptores de uso industrial ou instalações semelhantes.

Os interruptores de uso industrial ou instalações semelhantes observam o disposto na norma EN 60947, partes 1 e 3.

2. Classificação

I) Quanto ao tipo de montagem

Quanto ao tipo de montagem os interruptores de uso industrial podem ser classificados nos seguintes tipos:

- **Interruptor modular de montagem em calha simétrica**

A Figura 1 mostra um exemplo de um interruptor modular de montagem em calha simétrica.



Figura 1. Interruptor modular de montagem em calha simétrica (HAGER, Interruptor Modular 3P 125A: SBN399)

EN 60947 – Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: Regras gerais.

Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

A parte 3 da norma 60947 aplica-se a interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinações fusível para utilização em circuitos de distribuição e circuitos motor nos quais a tensão estipulada não exceda 1000 V a.c. ou 1500 V d.c..

- Interruptor de caixa moldada

A Figura 2 mostra um exemplo de um interruptor de manobra em caixa moldada.



Figura 2. Interruptor em caixa moldada
(HAGER, Interruptor geral x160 3P 125A 4,5M: HCA125H)

- Interruptor aberto

A Figura 3 mostra um exemplo de um interruptor do tipo aberto.



Figura 3. Interruptor aberto
(HAGER, Interruptor de corte aparente 3P 1600A: HA364)

II. Quanto à categoria de utilização

A categoria de utilização define as aplicações previstas para os equipamentos, sendo cada categoria de utilização caracterizada por valores de correntes e tensões, expressas em múltiplos da corrente estipulada de utilização e da tensão estipulada de utilização, como também pelos fatores de potência ou constantes de tempo do circuito.

A designação das categorias de utilização é completada pelo sufixo:

- A – Quando as aplicações pretendidas requerem manobras frequentes.
- B – Quando as aplicações pretendidas requerem manobras não frequentes.

De acordo com a categoria de utilização os interruptores do tipo industrial são classificados nos tipos indicados na Tabela 1.

Tabela 1. Categorias de utilização

Natureza da corrente	Categoria de utilização		Aplicação típica
	A	B	
Corrente Alternada	AC-20A	AC-20B	Fecho e abertura sem carga
	AC-21A	AC-21B	Cargas resistivas, incluindo sobrecargas moderadas
	AC-22A	AC-22B	Cargas mistas resistivas e indutivas, incluindo sobrecargas moderadas
	AC-23A	AC-23B	Cargas constituídas por motores ou outras cargas altamente indutivas
Corrente Contínua	DC-20A	DC-20B	Fecho e abertura sem carga
	DC-21A	DC-21B	Cargas resistivas, incluindo sobrecargas moderadas
	DC-22A	DC-22B	Cargas mistas resistivas e indutivas, incluindo sobrecargas moderadas (por exemplo motores em paralelo)
	DC-23A	DC-23B	Cargas constituídas por motores ou outras cargas altamente indutivas (por exemplo motores em série)

III. De acordo com o método de manobra do equipamento manobrado manualmente

De acordo com o método de manobra do equipamento manobrado manualmente os interruptores do tipo industrial são classificados nos seguintes tipos:

- **manobra manual dependente:** No qual a operação é realizada somente por meio da energia manual aplicada diretamente, onde a velocidade e a força da operação são dependentes da ação do operador
- **manobra manual independente:** No qual a operação é realizada por energia armazenada proveniente da força manual armazenada numa operação contínua, de maneira que a velocidade e força da operação são independentes da ação do operador
- **manobra manual semi-independente:** Manobra realizada exclusivamente por meio de energia diretamente aplicada de forma que a força manual é aumentada até um valor-limite para além do qual se realiza a manobra independentemente de comutação, salvo se ela é intencionalmente retardada pelo operador

IV. De acordo com a aptidão ao seccionamento

De acordo com a aptidão ao seccionamento os interruptores do tipo industrial são classificados nos seguintes tipos:

- apto ao seccionamento;
- não apto ao seccionamento.

V. Quanto ao número de polos

Os interruptores de uso industrial são classificados quanto ao número de polos nos seguintes tipos:

- unipolares;
- bipolares;
- tripolares;
- tetrapolares.

VII. Natureza da corrente

- corrente alternada;
- corrente contínua.

3. Principais elementos constituintes

A Figura 4 mostra os principais elementos constituintes de um interruptor de uso industrial de montagem em calha simétrica.



- 1 Invólucro
- 2 Ligador - Saída
- 3 Ligador – Entrada
- 4 Marcação do produto
- 5 Indicador de posição:
 - Posição “aberto” (desligado): 0
 - Posição “fechado” (ligado): I
- 6 Manipulo

Figura 4. Principais elementos constituintes de um de um interruptor de uso industrial de montagem em calha simétrica

(HAGER, SBN 180 – Interruptor Modular 1P 80[®])

4. Principais características

As principais características dos disjuntores de uso industrial ou análogo, são:

- Para corrente alternada 50 ou 60 Hz
- Tensão estipulada até 1000 V (entre fases)
- De corte ao ar
- Correntes estipuladas sem limites impostos
- Reguláveis
- $I_{nf} = 1,05 I_n (I_r)$
- $I_2 = 1,30 I_n (I_r)$

5. Marcação

De acordo com o definido na norma EN 60947, parte 0 e parte 1, cada disjuntor deve estar marcado de uma forma indelével, parte da seguinte informação:

Em cada disjuntor deve estar marcado de uma forma indelével e facilmente legível, parte da seguinte informação:

- a) Nome do fabricante ou a marca registada;
- b) Designação do tipo, o número do catálogo ou o número de série;
- c) Referência da norma do material correspondente se o fabricante declarar essa conformidade;
- d) Tensões estipuladas de utilização (U_e);
- e) Categoria de utilização e correntes estipuladas de utilização (ou potências estipuladas, ou correntes estipuladas ininterruptas), às tensões estipuladas de utilização do material;
- f) Valor da(s) frequência(s) estipulada(s), por exemplo: 50 Hz, 50 Hz/60 Hz, e/ou a indicação «corrente contínua» (ou o símbolo);
- g) Serviço estipulado, com a indicação da classe de serviço intermitente, se existir (contínuo, ininterrupto, intermitente periódico, temporário ou periódico);
- h) Poderes estipulados de fecho e/ou de corte. Estas indicações poderão ser substituídas, quando aplicável, pela indicação da categoria de utilização;
- i) Tensão estipulada de isolamento (U_i);
- j) Tensão estipulada suportável aos impulsos (U_{imp});
- k) Característica do relé ou disparador:
 - Tipo de relé ou de disparador;
 - Valores estipulados;
 - Corrente de regulação ou gama da corrente de regulação;
 - Características tempo/corrente;
 - Influência da temperatura ambiente;
 - Funções estendidas.
- l) Sobretensão de manobra (deverá ser superior à U_{imp});
- m) Corrente estipulada de curta duração admissível (I_{cw}) bem como a sua duração, quando aplicável;
- n) Poderes estipulados de fecho e/ou de corte em curto-circuito, quando aplicável:
 - Poder estipulado de corte em curto-circuito (I_{cn}),
 - Poder estipulado de corte de serviço em curto-circuito (I_{cs}),
 - Poder estipulado de corte último em curto-circuito (I_{cu}),
 - Poder estipulado de fecho em curto-circuito (I_{cm});
- o) Corrente estipulada de curto-circuito condicional, quando aplicável;
- p) Código IP, no caso de um material com invólucro;
- q) Grau de poluição condições ambientais para as quais o material é previsto:
 - Grau 1 (sem poluição),
 - Grau 2 (normal) - standard para aplicações domésticas,
 - Grau 3 (poluição condutora) – standard para aplicações industriais;
 - Grau 4 (poluição que provoca condutividade persistente);
- r) Tipo e características máximas estipuladas do dispositivo de proteção contra os curto-circuitos, quando aplicável;
- s) Classe de proteção contra os choques elétricos, quando aplicável;
- t) Tensão estipulada do circuito de comando, natureza e frequência da corrente, se diferentes das da bobina de comando, natureza da corrente, frequência estipulada e tensão estipulada da alimentação do comando;
- u) Pressão estipulada do ar e limites das variações de pressão (para os materiais de comando pneumático);

- v) Símbolo de aptidão ao seccionamento, se aplicável, com o símbolo:



para um disjuntor apto ao seccionamento.

- w) Comprimento a desnudar antes da introdução do condutor no terminal;
- x) Número máximo de condutores que poderão ser apertados;
- y) Para os terminais sem parafuso não universais: "s" ou "sol" para os terminais declarados para condutores rígidos-maciços, "r" para os terminais declarados para condutores rígidos (maciços e cableados); "f" para os terminais declarados para condutores flexíveis.

A Figura 5 ilustra a marcação de um disjuntor industrial.

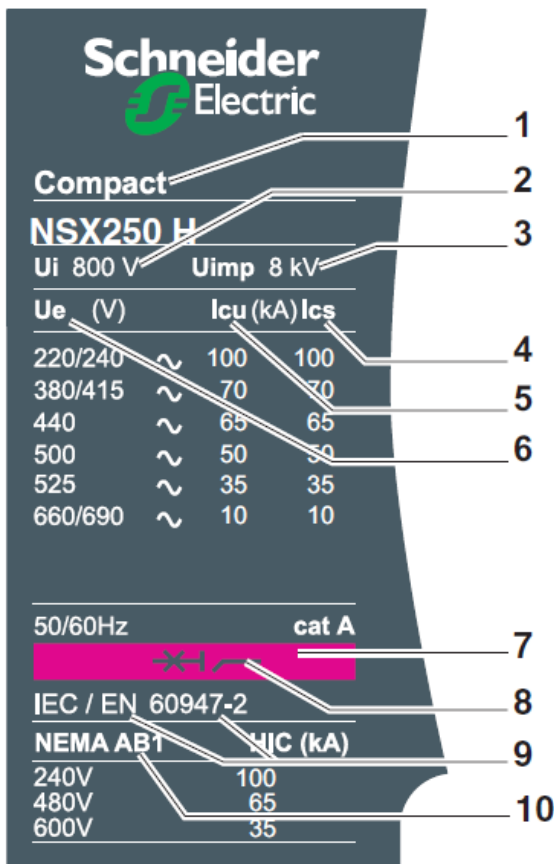
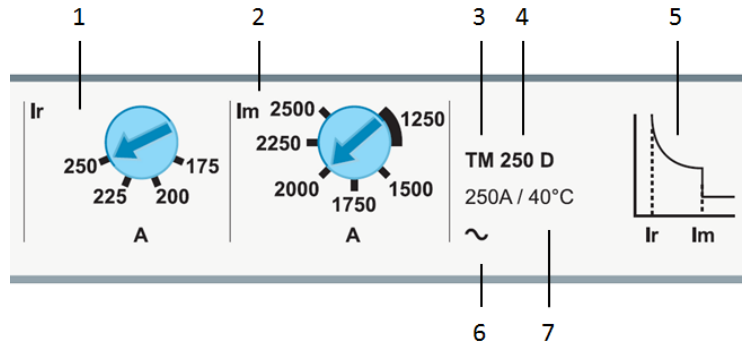


Figura 5. Marcação de disjuntores para instalações domésticas e análogas

A Figura 6 ilustra um exemplo de marcação de um disparador (relé de proteção) associado a um disjuntor tipo industrial.



Legenda:

- 1 – Regulação da proteção térmica (I_r);
- 2 – Regulação da proteção magnética (I_m);
- 3 – Tipo de disparador (TM-D);
- 4 – Corrente estipulada (250 A);
- 5 – Tipo de característica tempo / corrente;
- 6 – Tipo de corrente (alternada sinusoidal);
- 7 – Temperatura ambiente de referência (40 °C).

Figura 6. Marcação de disjuntores para instalações domésticas e análogas

Legenda:

- 1 - Tipo de gama (Compact NSX), corrente estipulada (250 A) e classe de poder de corte (H);
- 2 - U_i : tensão de isolamento estipulada;
- 3 - U_{imp} : tensão estipulada de comportamento aos choques;
- 4 - I_{cs} : poder de corte em serviço;
- 5 - I_{cu} : poder de corte último segundo a tensão de emprego U_e ;
- 6 - U_e : tensão de emprego;
- 7 - Categoria de utilização (A);
- 8 – Símbolo (aptidão ao seccionamento);
- 9 - Norma de referência;
- 10 - Outras normas;
- 11 - Frequências estipuladas.

AUTORES**Alexandre Miguel Marques da Silveira****(asi@isep.ipp.pt)**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica, ramo de Sistemas Elétricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto no ano de 2000.

Mestre em Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação, pela Universidade de Aveiro, em 2007.

Doutorando do Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Docente no Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.

André Fernando Ribeiro de Sá**(andre.sa@ua.pt)**

Licenciado e Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, ramo de sistemas de energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pós-graduado em gestão de energia – eficiência energética, pelo ISQ. Título de Especialista em Engenharia Eletrotécnica pela Universidade de Aveiro. Professor adjunto convidado da ESTGA - Universidade de Aveiro no curso de Engenharia Eletrotécnica. Docente da Universidade Lusófona do Porto no curso de Engenharia Eletrotécnica de Sistemas de Energia. Técnico responsável de várias instalações elétricas de serviço particular em alta, média e baixa tensão. Auditor, perito e projetista. Tem colaborado ou já colaborou, entre outros, com o Grupo Têxtil Riopele, INESC Porto, Edifícios Saudáveis Consultores, Schneider Electric Portugal, DAPE, GPS, Smartwatt, Pavicentro, Lidergraf, J.O. Agrícola e Aquatlantis.

**António Augusto Araújo Gomes****(aag@isep.ipp.pt)**

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Professor do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica.

**António Manuel Luzano de Quadros Flores****(aqf@isep.ipp.pt)**

Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Especialidade de Sistemas de Energia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra; Licenciado e Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; MBA em Gestão na Escola de Gestão do Porto da Universidade do Porto;

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1993;

Desenvolveu atividade na SOLIDAL no controlo de qualidade e manutenção, na EFACEC na área comercial de exportação de máquinas elétricas, na British United Shoe Machinery na área de manutenção, na ALCATEL-Austrália na área de manutenção, na ELECTROEXPRESS, em Sidney, na área de manutenção e instalações elétricas.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:

**Carlos Valbom Neves****(c.neves@tecnisis.pt)**

Com formação em Engenharia Eletrotécnica, pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e licenciatura em Gestão de Empresas, tendo colaborado com a FESTO, PHILIPS, ABB – Asea Brown Boveri, Endress&Hauser e TECNISIS. É especialista em Instrumentação, Controle de Processos Industriais e em Sistemas de Aquecimento e Traçagem Elétrica. Tem cerca de 25 anos de experiência adquirida em centenas de projetos executados nestas áreas. Vive no Estoril, em Portugal.

TECNISIS

Tecnisis é especialista em Sistemas de extinção automática de incêndios, em instrumentação industrial, em sistemas para zonas perigosas ATEX e em medição de visibilidade e deteção de incêndios em tuneis rodoviários.

www.tecnisis.pt

**Domingos Salvador Gonçalves dos Santos****(dss@isep.ipp.pt)**

Licenciado e Mestre em Engenharia Electrotécnica.

Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

**João Pedro Caseiro Bizot****(1120466@isep.ipp.pt)**

Mestre em Energias Sustentáveis e Licenciado em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Eléctricos de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Desde outubro de 2017 que desempenha funções na WEGeuro Indústria Eléctrica S.A, no departamento de Engenharia do Produto

**Roque Filipe Mesquita Brandão****(rfb@isep.ipp.pt)**

Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Professor Adjunto no Instituto Superior de Engenharia do Porto, departamento de Engenharia Eletrotécnica.

Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da eletrotecnia.

**Sérgio Filipe Carvalho Ramos****(scr@isep.ipp.pt)**

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa. Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa. Docente do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.

Página deixada intencionalmente em branco!

