

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº18 | dezembro de 2016

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

Ao terminar mais um ano, honramos o nosso compromisso convosco e voltamos à vossa presença com a publicação da 18ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. O ano que agora termina, sem deixar de ser ainda um ano difícil para a indústria eletrotécnica, verificou-se que esta manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável, apresentando novas ideias, novos projetos, novas soluções e assumindo novos compromissos com diversas instituições. Também no âmbito da nossa revista, continuou a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, destacando-se a vontade de algumas empresas em colaborar connosco, mas também o crescimento que se tem verificado da procura e visualização da revista “Neutro à Terra” um pouco por todo o mundo, destacando-se neste caso os Estados Unidos.

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

Índice

03| Editorial

05| Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz

José António Beleza Carvalho

Instituto Superior de Engenharia do Porto

16| Conducting and Insulating Materials

Manuel Bolotinha

Engenheiro Eletrotécnico - Consultor

20| Proteção das Pessoas nos Esquemas de Ligação à Terra “TN” e “IT”

José António Beleza Carvalho

Instituto Superior de Engenharia do Porto

28| ITED 3 – Evolução nas Regras Técnicas de Projeto e Instalação de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios

Nuno Cota

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

36| KNX - standard internacional para o controlo da habitação e edifícios

Benilde Magalhães

Tev 2-Distribuição de Material Eléctrico Lda

40| Avaliação dos primeiros 6 anos de uma microprodução fotovoltaica

António Carvalho de Andrade

Instituto Superior de Engenharia do Porto

46| Fundamentos da deteção automática de incêndios em edifícios. Parte 2.

Antonio Augusto Araújo Gomes

Instituto Superior de Engenharia do Porto

51| Autores

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	José António Beleza Carvalho, Doutor
SUBDIRETORES:	António Augusto Araújo Gomes, Eng.º 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

Estimados leitores

Ao terminar mais um ano, honramos o nosso compromisso convosco e voltamos à vossa presença com a publicação da 18ª Edição da nossa revista “Neutro à Terra”. O ano que agora termina, sem deixar de ser ainda um ano difícil para a indústria eletrotécnica, verificou-se que esta manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável, apresentando novas ideias, novos projetos, novas soluções e assumindo novos compromissos com diversas instituições. Também no âmbito da nossa revista, continuou a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações, destacando-se a vontade de algumas empresas em colaborar connosco, mas também o crescimento que se tem verificado da procura e visualização da revista “Neutro à Terra” um pouco por todo o mundo, destacando-se neste caso os Estados Unidos.

Procurando que esta revista seja também uma referência no setor eletrotécnico em diversos países estrangeiros, de língua oficial portuguesa e não só, mantemos o compromisso de publicar um artigo de natureza mais científica em língua Inglesa. Nesta edição um interessante artigo sobre materiais condutores e materiais isolantes, “*Conducting and Insulating Materials*”, da autoria do Eng.º Manuel Bolotinha.

Os motores elétricos são de longe as cargas mais importantes na indústria e no sector terciário. A União Europeia, através do organismo EU MEPS (*European Minimum Energy Performance Standard*) definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásica até 375 kW, de velocidade simples. Entrou em vigor em três fases a partir de meados de 2011. Nesta publicação, apresenta-se um artigo sobre “Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz” que aborda a nova classificação relacionada com as classes de eficiência, assim como algumas metodologias que se podem adotar para uma utilização mais eficiente dos equipamentos de força motriz.

O correto dimensionamento dos dispositivos de proteção das pessoas contra contactos indiretos em instalações elétricas de Baixa Tensão (BT), é uma das condições fundamentais para que uma instalação possa ser utilizada e explorada com conforto e em perfeitas condições de segurança. De acordo com a normalização em vigor, é, também, uma das condições essenciais para a certificação ou licenciamento das instalações elétricas por parte das entidades ou organismos responsáveis, a quem estão atribuídas estas competências. Nesta publicação da revista “Neutro à Terra” apresenta-se um interessante artigo científico sobre a proteção de pessoas contra contactos indiretos nos Esquemas de Ligação à Terra em “TN” e “IT”.

As Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios são sempre um assunto importante e alvo de várias publicações na nossa revista. Nesta edição apresentamos um artigo sobre a evolução das Regras Técnicas de Projeto e Instalação no âmbito do ITED 3, da autoria do Eng.º Nuno Cota.

Na conceção de qualquer edifício, os termos conforto e poupança energética assumem uma relevância crescente. Para além dos aspetos puramente arquitetónicos, a introdução de elementos tecnológicos como é o caso da domótica ou imótica, contribuem simultaneamente para controlar as despesas energéticas e proporcionar maior conforto aos utilizadores. Nesta edição da revista, apresenta-se um artigo técnico que efetua análise global da distribuição dos consumos energéticos em edifícios de habitação em termos de energia final, revelando que 50% dos consumos incidem nos sectores que agregam a iluminação, eletrodomésticos, aquecimento e arrefecimento.

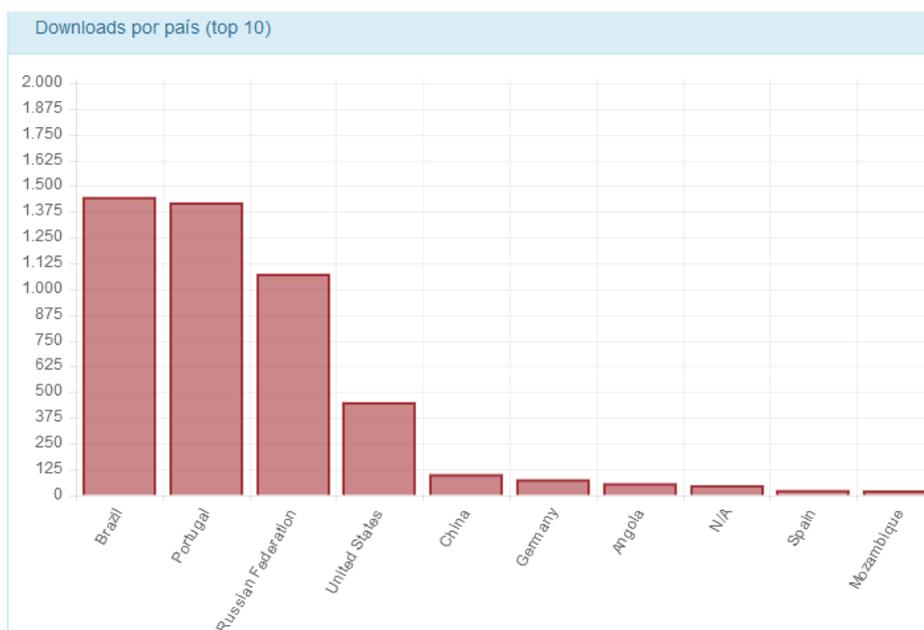
Nesta edição da revista destacam-se ainda a publicação de outros interessantes artigos, como “Avaliação Técnica e Económica dos primeiros 6 anos de uma instalação residencial de Microprodução Fotovoltaica”, e a publicação da 2ª parte do artigo técnico sobre “Fundamentos da Deteção Automática de incêndios em Edifícios”.

Estando certo que esta edição da revista “Neutro à Terra” apresenta artigos de elevado interesse para todos os profissionais do setor eletrotécnico, satisfazendo assim as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos e desejo a todos um Bom Ano de 2017.

Porto, 26 dezembro de 2016

José António Beleza Carvalho

Downloads entre janeiro e novembro de 2016



Blog:

www.neutroterra.blogspot.com

Visualização de páginas

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	18985
Estados Unidos	2532
Brasil	1387
Alemanha	392
França	220
Rússia	180
Angola	172
Reino Unido	166
Ucrânia	115
Espanha	93

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EQUIPAMENTOS DE FORÇA-MOTRIZ

1. Introdução

A Eficiência Energética (EE) visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem os consumos face a soluções convencionais.

A EE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão. Em muitas situações a EE pode também conduzir a uma elevada economia nos custos do ciclo de vida dos equipamentos utilizadores de energia (custo inicial mais custo de funcionamento ao longo da vida útil).

Embora geralmente sejam mais dispendiosos, em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, conduzindo a custos de funcionamento mais reduzidos e apresentando outras vantagens adicionais.

Neste âmbito, os motores elétricos, particularmente o motor assíncrono de indução, são o tipo de máquina mais utilizada na indústria em virtude da sua grande versatilidade, gama de potências, robustez, duração, reduzida manutenção, baixa poluição, facilidade de produção e custos de aquisição relativamente baixos.

Como qualquer máquina, o motor elétrico, responsável pela conversão de energia elétrica em mecânica, apresenta perdas. O rendimento (ou eficiência) é definido como sendo a razão entre a potência de saída (ao nível do veio de saída do acionamento) e a potência elétrica absorvida à entrada.

A produção de energia mecânica, através da utilização de motores elétricos, absorve cerca de 60% da energia elétrica consumida no sector industrial do nosso País, da qual apenas metade é energia útil. Este sector é, pois, um daqueles em que é preciso tentar fazer economias, prioritariamente.

O êxito neste domínio depende, em primeiro lugar, da melhor adequação da potência do motor à da máquina que ele aciona.

Quando o regime de funcionamento é muito variável, para permitir este ajustamento, pode-se equipar o motor com um conversor eletrónico de variação de velocidade.

Outra possibilidade é a utilização dos motores “de perdas reduzidas”, de “alto rendimento”, ou “elevada eficiência”, que permitem economias energéticas consideráveis.

Nos últimos anos, muitos fabricantes de motores investiram fortemente na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos com o objetivo de colocarem no mercado motores mais eficientes.

O acordo voluntário obtido em 1999 entre a CEMEP (Associação Europeia de Fabricantes de Motores Elétricos) e a Comissão Europeia sobre o rendimento de motores de 2 e 4 pólos, na gama de potências 1,1 a 90 kW, foi revisto em 2004.

Os motores foram classificados de acordo com o seu rendimento:

- EFF1 – Motores de alto rendimento;
- EFF2 – Motores de rendimento aumentado;
- EFF3 – Motores sem qualquer requisito especial.

A norma CEI/EN 60034-30:2008 define três classes de eficiência IE (*International Efficiency*) para motores assíncronos de indução trifásicos, rotor em gaiola de esquilo, e velocidade simples:

- IE1: Eficiência Standard (EFF2 do antigo sistema Europeu de classificação)
- IE2: Eficiência Elevada (EFF1 do antigo sistema Europeu de classificação e idêntica à EPAct nos EUA para motores de 60Hz)

- IE3: Eficiência Premium (idêntica ao "NEMA Premium" nos E.U.A. para motores de 60Hz)
- IE4: nível de eficiência superior a IE3

Os níveis de eficiência definidos na norma CEI/EN 60034-30:2008 baseiam-se em métodos de ensaio especificados na norma CEI/EN 60034-2-1:2007. Comparando com as anteriores classes de rendimento Europeias, definidas pelo acordo CEMEP (norma CEI/EN 60034-2:1996), o leque foi ampliado.

A norma CEI/EN 60034-30 abrange quase todos os motores (por exemplo: motores standard, motores para ambientes perigosos, motores para embarcações e marinas, motores usados como freio), nomeadamente:

- Motores de velocidade simples, trifásicos, 50 e 60 Hz
- Motores de 2, 4 ou 6 pólos
- Motores com potência nominal entre 0,75 - 375 kW
- Motores de tensão nominal até 1000 V
- Motores do tipo Duty S1 (funcionamento em contínuo) ou S3 (funcionamento intermitente ou periódico) com um fator de duração cíclica nominal de 80 por cento ou superior.

2. Características dos motores de elevada eficiência

A eficiência dos motores está associada a uma redução das suas perdas, que é conseguida à custa, quer da utilização de materiais construtivos de melhor qualidade e com melhores acabamentos, quer por alteração das suas características dimensionais.

Estas perdas são devidas aos diversos elementos que estão presentes na conversão eletromecânica de energia e podem ser divididas em quatro tipos:

- Perdas elétricas;
- Perdas magnéticas;
- Perdas mecânicas;
- Perdas parasitas.

As perdas elétricas são provocadas pela resistência não nula dos condutores das bobinas que ao serem percorridos pela corrente provocam perdas caloríficas. As perdas magnéticas ocorrem nas lâminas de ferro do estator e do rotor devido à histerese e às correntes de Foucault. As perdas mecânicas são provocadas pela rotação das peças móveis, ventilação e atrito do ar. As perdas parasitas são devidas a fugas e irregularidades de fluxo e, também, distribuição de corrente não uniforme.

Para melhorar a eficiência dos motores elétricos, os construtores aumentaram a massa de materiais ativos (cobre e ferro) de forma a diminuir as induções, as densidades de corrente e, assim, reduzir as perdas no cobre e no ferro.

Utilizam-se chapas magnéticas de perdas mais reduzidas, entalhes especiais em certos casos e reformulou-se a parte mecânica, com especial incidência sobre a ventilação, para reduzir a potência absorvida por esta e diminuir o nível de ruído.

Daí resulta, para idêntica dimensão, um aumento de peso da ordem de 15%, e de preço da ordem de 20 a 25%. Contudo, a melhoria da eficiência, compreendida entre 2 e 4,5%, e do $\cos\phi$, permite amortizar rapidamente este aumento de preço.

As melhorias típicas que são efetuadas a nível construtivo da máquina podem ser visualizadas na Figura 1 e são resumidas na tabela 1.

Apesar de este tipo de motores possuir uma eficiência melhorada, quando inseridos num sistema, a eficiência total do mesmo sistema depende de todos os outros componentes que o compõem.

Por este motivo, não se deve apenas investir na compra de um motor de elevada eficiência, quando existirem problemas de eficiência nos outros componentes do sistema.

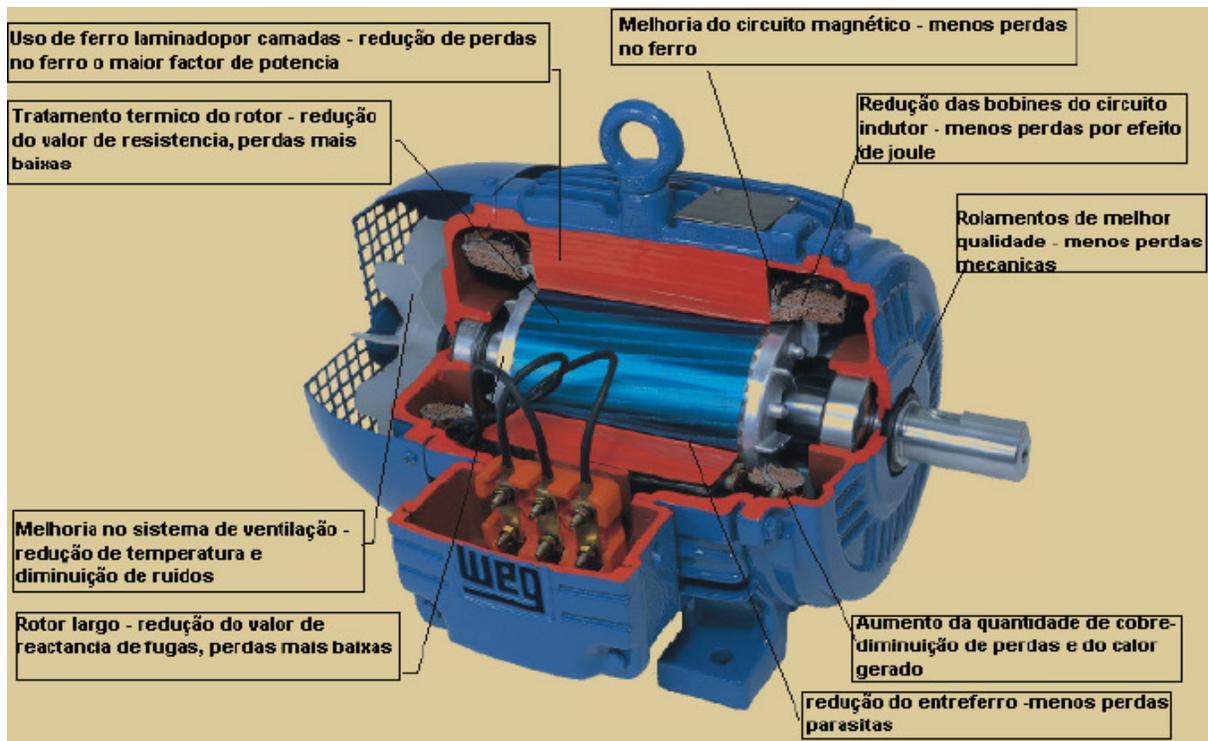


Figura 1. Alterações nos motores para obter elevada eficiência [fonte: WEG]

Tabela 1. Resumo das alterações nos motores de elevada eficiência

Alteração efetuada	Efeito produzido
Tratamento térmico do rotor	Redução da resistência
Uso de ferro laminado por camada	Redução das perdas no ferro
Melhoria do circuito magnético	Redução das perdas no ferro
Redução das bobinas do circuito indutor	Redução das perdas por efeito de Joule
Melhor qualidade dos rolamentos	Redução das perdas mecânicas
Maior quantidade de cobre	Diminuição de perdas e do calor gerado
Redução do entre-ferro	Diminuição das perdas parasitas
Rotor mais largo	Reactância de fugas menor
Sistema de ventilação melhorado	Diminuição de ruídos e da temperatura

3. Classificação da eficiência energética

Na Europa a classificação dos motores de corrente alternada de baixa tensão, foi estabelecida em 1998 com o acordo voluntário dos principais fabricantes de motores Europeus.

De uma forma resumida, o acordo estabelecido entre a Comissão Europeia (CE) e o Comité Europeu de Fabricantes de Máquinas Elétricas e de equipamentos e sistemas de Eletrónica de Potência (CEMEP) definia que os motores de 1,1 a 90 kW de potência nominal, 50 ou 60 Hz, com 2 e 4 pólos magnéticos, seriam classificados de acordo com os valores dos respetivos rendimentos.

As classes de rendimento estabelecidas foram as seguintes:

- EFF1: Motores de elevado rendimento;
- EFF2: Motores de rendimento melhorado;
- EFF3: Motores de rendimento normal.

No acordo CE/CEMEP ficou ainda estabelecido que as vendas, na União Europeia, de motores EFF3 diminuiriam para metade até 2003.

Este objetivo foi alcançado e a venda de motores EFF3 terminou pouco tempo depois.

Todos os fabricantes que assinaram este acordo ficaram autorizados a colocar a etiqueta de eficiência nos motores e em toda a documentação que os acompanhe, o que tornou mais fácil a identificação da classe do motor.



Figura 3. Etiquetas de eficiência dos motores

Com base no acordo voluntário anteriormente referido, foi também criada uma base de dados europeia EuroDEEM, que foi elaborada pelo centro de pesquisa da Comissão Europeia (CE/JRC), com o objetivo de reunir num só suporte as informações mais importantes sobre os motores elétricos disponíveis no mercado.

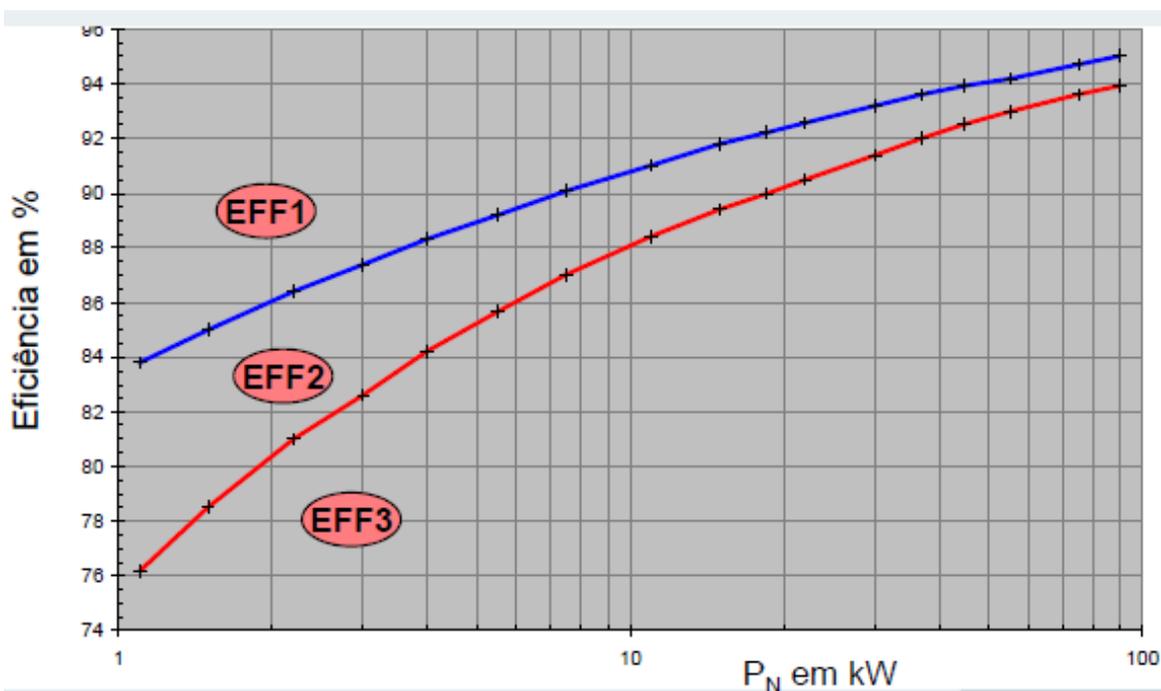


Figura 2. Classes de eficiência de motores. [Fonte: SEW-Eurodrive]

A tabela 2 apresenta os valores limite para a eficiência dos motores, estabelecidos no acordo com a CEMEP com base na norma CEI 60034-2.

4. Novas normas para classificação da eficiência energética

A União Europeia, através do organismo EU MEPS (*European Minimum Energy Performance Standard*), definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu.

O objetivo visa reduzir o consumo de energia e outros impactos ambientais negativos de produtos que consomem energia elétrica.

Ao mesmo tempo, pretende-se melhorar a uma escala global o nível de harmonização regulamentar em assuntos relacionados com a eficiência em equipamentos de força-motriz.

Este novo regime abrange os motores de indução trifásicos, de velocidade simples, até 375 kW. Entrou em vigor em três fases a partir de meados de 2011.

Sob este novo regime os fabricantes são obrigados a apresentar a classe e valores de eficiência do motor na respetiva chapa de características e na documentação do produto, que deve indicar claramente o método de teste usado na determinação da eficiência.

O organismo EU MEPS baseia-se em duas normas CEI:

- A norma CEI/EN 600034-2-1, disponível desde Setembro de 2007, introduz novas regras relativas aos métodos de teste que devem ser usados na determinação das perdas e da eficiência dos motores elétricos.
- A norma CEI/EN 600034-30, disponível desde outubro de 2008, especifica as classes de eficiência que devem ser adotadas.

Tabela 2. Definição das diversas classes de eficiência. Standard de 1996

kW	EFF3 2 e 4 pólos η_n (%)	EFF2 2 e 4 pólos η_n (%)	EFF1 2 pólos η_n (%)	EFF1 4 pólos η_n (%)
1,1	<76,2	≥76,2	≥82,2	≥83,8
1,5	<78,5	≥78,5	≥84,1	≥85,0
2,2	<81,0	≥81,0	≥85,6	≥86,4
3	<82,6	≥82,6	≥86,7	≥87,4
4	<84,2	≥84,2	≥87,6	≥88,3
5,5	<85,7	≥85,7	≥88,6	≥89,3
7,5	<87,0	≥87,0	≥89,5	≥90,1
11	<88,4	≥88,4	≥90,5	≥91,0
15	<89,4	≥89,4	≥91,3	≥91,8
18,5	<90,0	≥90,0	≥91,8	≥92,2
22	<90,5	≥90,5	≥92,2	≥92,6
30	<91,4	≥91,4	≥92,9	≥93,2
37	<92,0	≥92,0	≥93,3	≥93,6
45	<92,5	≥92,5	≥93,7	≥93,9
55	<93,0	≥93,0	≥94,0	≥94,2
75	<93,6	≥93,6	≥94,6	≥94,7
90	<93,9	≥93,9	≥95,0	≥95,0

A norma CEI/EN 60034-2-1:2007 define duas formas de determinar a eficiência dos motores elétricos, o método direto e os métodos indiretos.

A norma especifica os seguintes parâmetros para determinar a eficiência pelo método indireto:

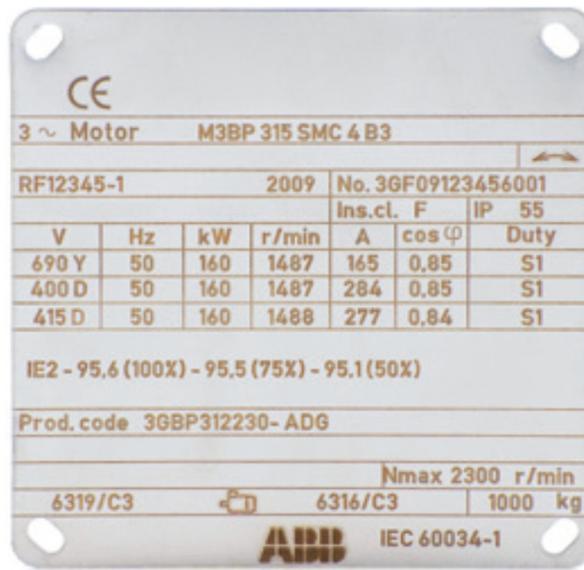
- Temperatura de referência;
- Três opções para determinar as perdas adicionais em carga: medição, estimativas e cálculo matemático.

Os valores de eficiência resultantes diferem daqueles obtidos sob o padrão anterior de teste baseados na norma CEI/EN 60034-2:1996.

Deve-se notar que os valores de eficiência só são comparáveis se forem medidos utilizando o mesmo método.

A norma CEI/EN 60034-30:2008 define três classes de eficiência IE (*International Efficiency*) para motores assíncronos de indução trifásicos, rotor em gaiola de esquilo, e velocidade simples:

- IE1: Eficiência Standard
(EFF2 do antigo sistema Europeu de classificação)
- IE2: Eficiência Elevada
(EFF1 do antigo sistema Europeu de classificação e idêntica à EPAct nos EUA para motores de 60Hz)



Chapa de características de motor ABB, modelo M3BP 315 SMC 4 B3. A placa contém informações técnicas e de identificação do motor.

3 ~ Motor M3BP 315 SMC 4 B3						
RF12345-1			2009		No. 3GF09123456001	
			Ins.cl. F		IP 55	
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
690 Y	50	160	1487	165	0,85	S1
400 D	50	160	1487	284	0,85	S1
415 D	50	160	1488	277	0,84	S1

IE2 - 95,6 (100X) - 95,5 (75X) - 95,1 (50X)

Prod. code 3GBP312230-ADG

Nmax 2300 r/min

6319/C3 6316/C3 1000 kg

ABB IEC 60034-1

Figura 4. Chapa de características de motor ABB, de acordo com as novas normas

- IE3: Eficiência Premium
(idêntica ao "NEMA Premium" nos E.U.A. para motores de 60Hz)
- IE4: Nível de eficiência superior a IE3

Os níveis de eficiência definidos na norma CEI/EN 60034-30:2008 baseiam-se em métodos de ensaio especificados na norma CEI/EN 60034-2-1:2007.

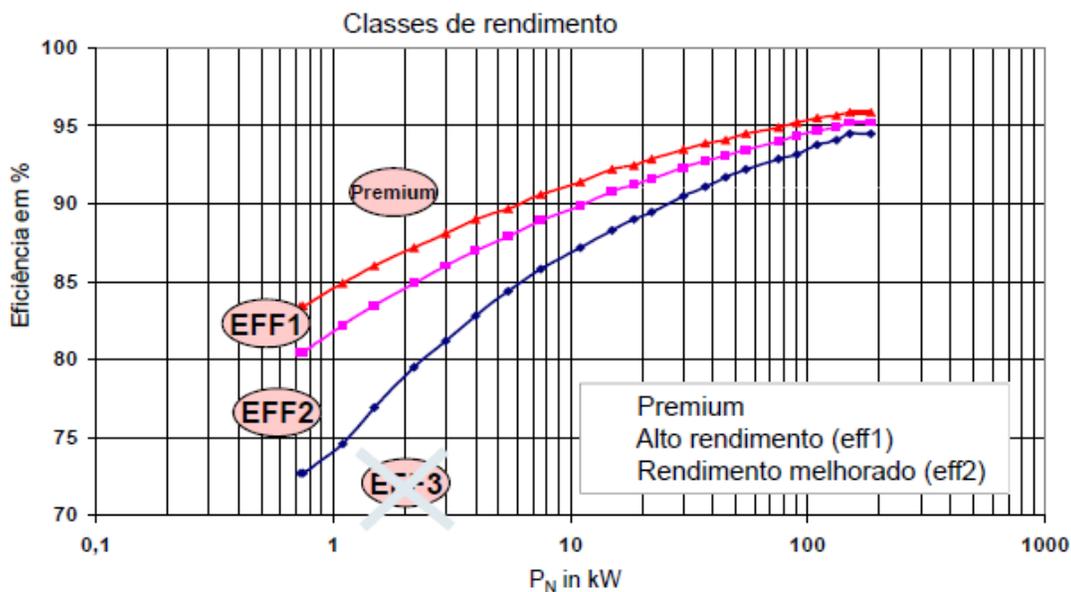


Figura 5. Novas classes de eficiência de motores. [SEW-Eurodrive]

Comparando com as anteriores classes de rendimento Europeias, definidas pelo acordo CEMEP (norma CEI/EN 60034-2:1996), o leque foi ampliado.

A norma CEI/EN 60034-30 abrange quase todos os motores (por exemplo: motores standard, motores para ambientes perigosos, motores para embarcações e marinas, motores usados como freio), nomeadamente:

- Motores de velocidade simples, trifásicos, 50 e 60 Hz
- Motores de 2, 4 ou 6 pólos
- Motores com potência nominal entre 0,75 - 375 kW
- Motores de tensão nominal até 1000 V
- Motores do tipo Duty S1 (funcionamento em contínuo) ou S3 (funcionamento intermitente ou periódico) com um fator de duração cíclica nominal de 80 por cento ou superior.

Os motores que estão excluídos das normas CEI/EN 60034-30 são os seguintes:

- Motores feitos exclusivamente para funcionarem como conversores.

- Motores feitos exclusivamente para funcionarem imersos em líquidos.
- Motores totalmente integrados em máquinas que não podem ser testados separadamente da máquina (por exemplo, bombas, ventiladores ou compressores).
- Motores especificamente concebidos para funcionarem a altitudes superiores a 1000 metros. Onde as temperaturas do ar possam ultrapassar os 40 °C. Em temperaturas máximas superiores a 400 °C. Onde a temperatura ambiente for inferior a -15 °C (qualquer motor) ou inferior a 0 °C (motores refrigerados a ar). Onde a temperatura da água de arrefecimento na entrada de um produto é inferior a 5 °C ou superior a 25 °C. Em atmosferas potencialmente explosivas, tal como definido na Directiva 94/9/CE.

Na tabela 3 apresenta-se os valores limite para a eficiência dos motores com base na norma CEI 60034-30:2008, e CEI/EN 60034-2-1.

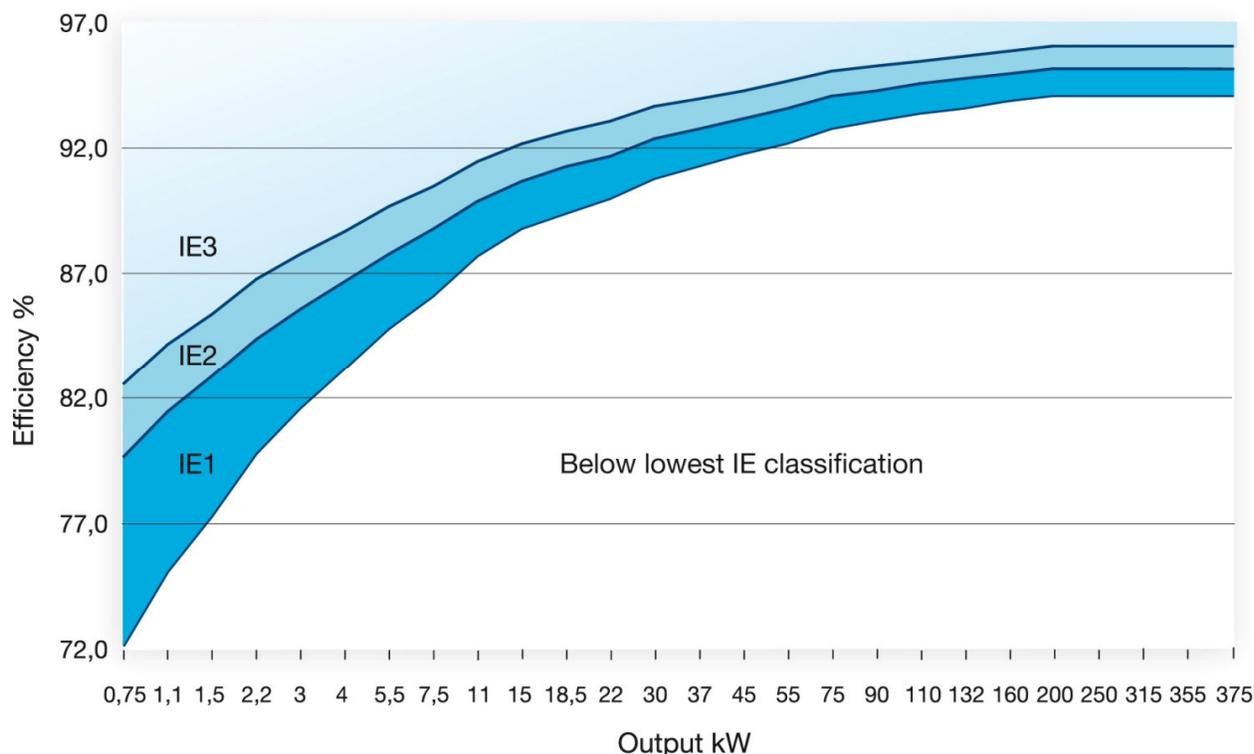


Figura 6. Novas classes IE de eficiência de motores elétricos

Tabela 3. Definição das diversas classes de eficiência

Normas CEI 60034-30:2008,e CEI/EN 600034-2-1

[Fonte: ABB]

Out-put kw	IE1 Standard efficiency			IE2 High efficiency			IE3 Premium efficiency		
	2 pole	4 pole	6 pole	2 pole	4 pole	6 pole	2 pole	4 pole	6 pole
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.8	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.7	93.8	93.8	94.8	94.9	94.8	95.6	95.8	95.6
200	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
250	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
315	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
355	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
375	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8

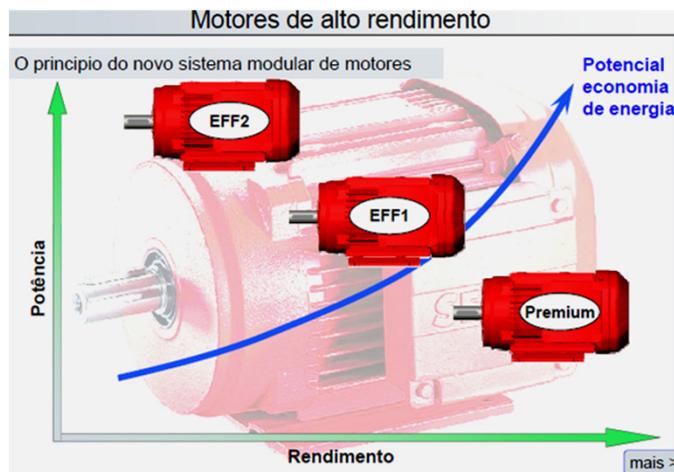


Figura 7. Variação do rendimento com a potência

[Fonte: SEW-Eurodrive]

5. Variadores eletrônicos de velocidade

Uma grande parte das aplicações em que se utiliza força motriz beneficia, em termos de consumo de energia elétrica e de desempenho global, se a velocidade do motor se ajustasse às necessidades do processo.

A utilização de variadores eletrônicos de velocidade (VEVs) permite responder a alterações nas condições de carga do motor através da variação da sua velocidade.

Por exemplo os VEVs podem substituir com larga vantagem dispositivos de estrangulamento de caudais utilizados em muitas aplicações na Indústria.

Através da regulação da velocidade de rotação dos motores, os VEVs proporcionam uma melhoria das condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, um menor ruído de funcionamento e, fundamentalmente, uma substancial poupança de eletricidade.

A adoção de variadores eletrônicos para regular a velocidade das máquinas rotativas é, atualmente, a solução mais eficiente, apresentando os seguintes benefícios:

- economia de energia;
- aumento da produtividade;
- melhoria da qualidade do produto;
- menor desgaste mecânico.

Assim, em aplicações onde sejam requeridas apenas duas ou três velocidades, é aconselhável a utilização de motores assíncronos de velocidades variáveis, disponíveis com diversos tipos de características de binário/velocidade, e por isso adaptáveis a diversos tipos de carga.

Nestes sistemas, a aplicação de variadores eletrónicos de velocidade, bem como de equipamentos mais eficientes do ponto de vista energético, permite elevar o rendimento global dos sistemas de 31% para 72%, com tempos de recuperação do investimento normalmente inferiores a três anos.

Os VEVs, para além de permitirem efetuar arranques suaves, proporcionando um menor desgaste mecânico e elétrico do equipamento, implementam uma série de proteções ao motor, como proteção contra curto-circuitos, sobretensões, sobretensões e falta de fase, que deste modo não precisam ser adquiridas separadamente, podendo facilmente ser integrados em sistemas automáticos de gestão da produção.

Existem diversos tipos de configurações do circuito eletrónico dos VEVs, consoante o tipo de motor e a gama de potência. A maioria dos VEVs é baseada em conversores AC-DC-AC (figura 8).

A figura 9 mostra a potência elétrica absorvida por uma bomba com controlo de caudais por válvula de estrangulamento e por controlo de velocidade.

Pode observar-se uma diferença considerável da potência entre os dois métodos, à medida que o caudal decresce.

Outros tipos de cargas (ventiladores, compressores) apresentam um comportamento semelhante.

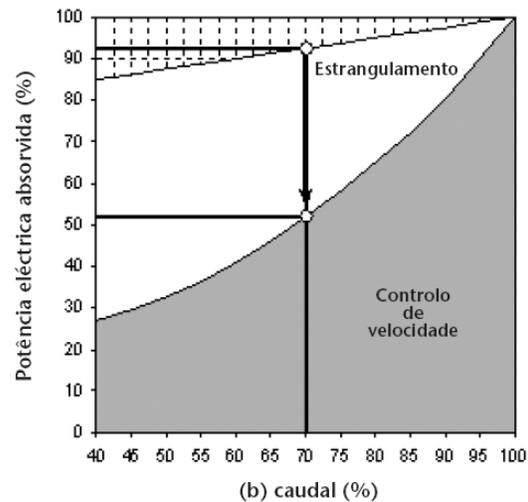
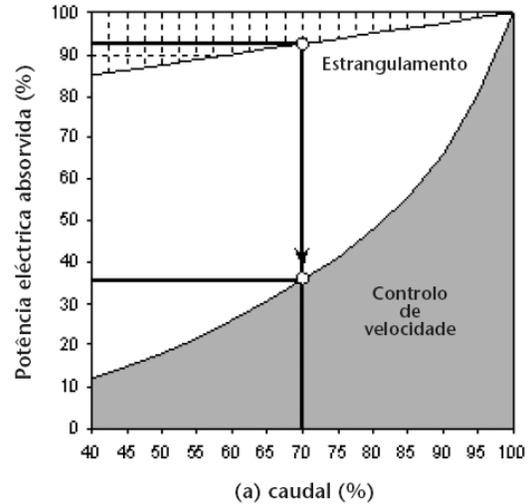


Figura 9. Potência elétrica absorvida por uma bomba com controlo de caudais por válvula de estrangulamento e por controlo de velocidade (a) sem elevação (b) com elevação

[BCSD –Portugal]

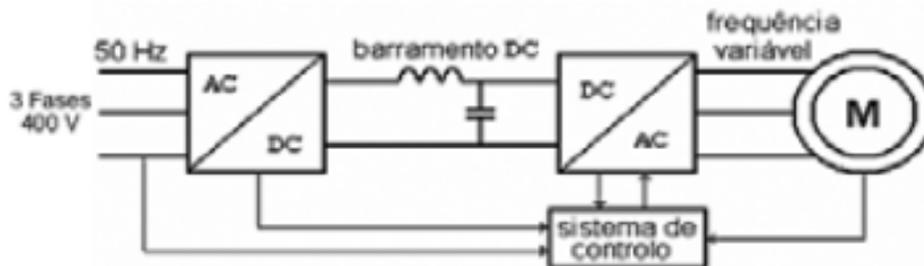


Figura 8. Diagrama de um variador eletrônico de velocidade [BCSD –Portugal]

6. Considerações finais

A produção de energia mecânica, através da utilização de motores elétricos, absorve cerca de 60% da energia elétrica consumida no sector industrial do nosso País, da qual apenas metade é energia útil.

Este sector é, pois, um daqueles em que é preciso tentar fazer economias, prioritariamente.

Os sistemas de acionamentos eletromecânicos têm que ser abordados como um todo, já que a existência de um componente de baixo rendimento influencia drasticamente o rendimento global.

Os pontos fundamentais em que se deve intervir são os seguintes:

- Dimensionar corretamente os equipamentos de força motriz, fazendo os motores funcionar com cargas da ordem dos 70 a 80%.
- Adaptar a velocidade do motor às necessidades do processo, utilizando sempre que necessário dispositivos eletrónicos de variação de velocidade.
- Atender às necessidades de manutenção dos motores, que são essencialmente a limpeza da carcaça, a fim de reduzir a temperatura, e nalguns casos a lubrificação dos rolamentos.
- Utilizar os novos motores de “alto rendimento”, que já provaram a sua competitividade apesar do seu custo superior, devendo-se ponderar sempre que necessário a sua utilização.

A União Europeia, através do organismo EU MEPS (*European Minimum Energy Performance Standard*) definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu.

O novo regime abrange motores de indução trifásicos até 375 kW, de velocidade simples. Entrou em vigor em três fases a partir de 2011.

Sob este novo regime os fabricantes são obrigados a apresentar os valores IE (*International Efficiency*) classe de eficiência nas placas do motor e na documentação do produto.

O organismo EU MEPS assenta em duas normas CEI.

- A norma CEI/EN 600034-2-1, disponível desde Setembro de 2007, introduz novas regras relativas aos métodos de teste que devem ser usados na determinação das perdas e da eficiência dos motores elétricos.
- A norma CEI/EN 600034-30, disponível desde Outubro de 2008, especifica as classes de eficiência que devem ser adotadas.

De acordo com estas normas os motores passam a ser classificados por:

- IE1 (equivalente a EFF2 na norma CEI/EN 600034-2:1996) – com utilização proibida;
- IE2 (equivalente a EFF1 na norma CEI/EN 600034-2:1996) – com utilização obrigatória;
- IE3 (Premium) – com utilização voluntária;
- IE4 (ainda não aplicável a acionamentos assíncronos).

Os motores de eficiência (IE1) deixam de ser colocados no mercado europeu a partir de 16 de Junho de 2011. Até aquela data todos os novos motores em avaliação na Europa tiveram de cumprir a eficiência IE2.

As regras não se aplicam fora da Europa. Por isso, será possível que os fabricantes produzam motores com eficiência IE1 para os mercados que não exijam estes requisitos mínimos de eficiência.

A conformidade com os padrões de eficiência exigidos é verificada por ensaios.

Cabe a cada estado membro da UE a vigilância relativa aos procedimentos de verificação e implementação das normas.

A implementação das novas normas em cada estado membro de EU foi realizada em três fases:

- Fase 1: até 16 de Julho de 2011
Todos os motores satisfazem o nível de eficiência IE2;
- Fase 2: até 1 de Janeiro de 2015
Todos os motores com uma potência nominal entre 7,5 - 375 kW satisfazem o nível de eficiência IE3 ou o nível IE2 se equipados com um variador eletrónico de velocidade;
- Fase 3: até 1 de Janeiro de 2017
Todos os motores com uma potência nominal entre 0,75-375 kW satisfazem o nível de eficiência IE3 ou o nível IE2 se equipados com um variador eletrónico de velocidade.

Referências

- Beleza Carvalho, J. A. Máquinas Assíncronas de Indução. Aulas de máquinas Eléctricas. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Beleza Carvalho, J. A. Utilização Racional de Energia em Equipamentos de Força Motriz. Revista Neutro à Terra Nº 11, Junho de 2013.
- Beleza Carvalho, J. A., Mesquita Brandão, R. F. Acionamentos Eficientes de Força-Motriz. Nova Classificação. Revista Neutro à Terra Nº 10, Junho de 2010.
- Beleza Carvalho, J. A., Mesquita Brandão, R. F., Eficiência Energética em Equipamentos de Força Motriz. Jornadas Luso-Brasileiras de Ensino e Tecnologia em Engenharia. ISEP, Porto, Fevereiro de 2009.
- Beleza Carvalho, J. A., Mesquita Brandão, R. F., *Efficient Use of Electrical Energy in Industrial Installations*. 4TH European Congress Economics and Management of Energy in Industry. Porto, Novembro de 2007.
- ABB, *Low Voltage Industrial Performance Motors*. Catálogo ABB 2009.
- Manual De Boas Práticas De Eficiência Energética. BCSD - Portugal.

Notas soltas: (Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto)

Água quente sanitária (AQS): a água potável aquecida em dispositivo próprio, com energia convencional ou renovável, até uma temperatura superior a 45°C, e destinada a banhos, limpezas, cozinha ou fins análogos.

Avaliação energética: a avaliação detalhada das condições de exploração de energia de um edifício ou fração, com vista a identificar os diferentes vetores energéticos e a caracterizar os consumos energéticos, podendo incluir, entre outros aspetos, o levantamento das características da envolvente e dos sistemas técnicos, a caracterização dos perfis de utilização e a quantificação, monitorização e a simulação dinâmica dos consumos energéticos.

Certificado SCE: o documento com número próprio, emitido por perito qualificado para a certificação energética para um determinado edifício ou fração, caracterizando-o em termos de desempenho energético.

Edifício: a construção coberta, com paredes e pavimentos, destinada à utilização humana.

Ventilação natural: a ventilação ao longo de trajetos de fugas e de aberturas no edifício, em consequência das diferenças de pressão, sem auxílio de componentes motorizados de movimentação do ar.

Ventilação mecânica: aquela que não seja ventilação natural.

Perito qualificado (PQ): o técnico com título profissional de perito qualificado para a certificação energética, nos termos da Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto.

Técnico autor do projeto: o técnico legalmente habilitado para realizar o projeto e responsável pelo cumprimento da legislação aplicável.

CONDUCTING AND INSULATING MATERIALS

1. Conducting materials

Conducting materials may be classified into three groups: conductors, semiconductors and imperfect insulators. This section will cover only conductors.

In general, metals and alloys are conductors of electricity. The most common metals used in electricity are copper, aluminium and their alloys.

The main electric characteristic of conductors is resistance that varies with temperature, presenting copper a lower resistance than aluminium.

The relation of the resistance at two different temperatures θ_1 and θ_2 is given by the equation:

$$R_{\theta_1} = R_{\theta_2} \times \alpha \times [1 - (\theta_1 - \theta_2)]$$

" α " is the temperature coefficient of the metal (0.0039 for copper; 0.004 for aluminium).

- Copper and its alloys

Copper has the highest electrical and thermal conductivity of the common industrial metals.

It has good mechanical properties, is easy to solder, is readily available and has high scrap value.

It is widely used in wire form.

Cadmium copper, chromium copper, silver copper, tellurium copper and sulphur copper find wide application in the electrical industry where high conductivity is required.

Cadmium copper is particularly suitable for the contact wires

in electric railways, tramways, trolley buses, gantry cranes and similar equipment, and is also used in overhead telecommunications lines and transmission lines of long span.

Castings of cadmium copper have application in switchgear components and in the secondaries of transformers for welding machines. Cadmium copper can be soft soldered, silver soldered and brazed in the same way as ordinary copper.

Chromium copper is particularly suitable for high-strength applications such as spot and seam types of welding electrodes. Strip and wire are used for light springs which carry current. In its heat-treated state, the material can be used for commutator segments in rotating machines where the temperatures are higher than normal.

Silver copper has the same electrical conductivity as ordinary high-conductivity copper, but its softening temperature, after hardening by cold work, is much higher and its resistance to creep at moderately elevated temperatures is enhanced. Its principal uses are in electrical machines which operate at high temperatures or are exposed to high temperatures in manufacture.

Tellurium copper offers free-machining, high electrical conductivity, retention of work hardening at moderately elevated temperatures and good corrosion resistance. A typical application is magnetron bodies, which are often machined from solid. Tellurium copper can be soft soldered, silver soldered and brazed without difficulty.

Sulphur copper has applications in all machined parts requiring high electrical conductivity, such as contacts and connectors; its joining characteristics are similar to those of tellurium copper.

- Aluminium and its alloys

For many years aluminium has been used as a conductor in most branches of electrical engineering. Several aluminium alloys are also good conductors, combining strength with acceptable conductivity. Aluminium is less dense and cheaper than copper, and its price is not subject to the same wide fluctuations as copper.

There are two specifications for aluminium, one for pure metal grade ZE and the other for a heat-treatable alloy.

Aluminium and its alloys are used in cables, bus bars and overhead lines.

- Resistance alloys

Many alloys with high resistivity have been developed, the two main applications being resistors and heating elements. The actual used alloys are Ni-Cr-Al (nickel-chromium-aluminium), coppernickel, Ni-Cr (nickel-chromium) and Cr-Fe-Al (chromium-iron-aluminium).

2. Insulating Materials

Insulating materials are used to separate electrically the conducting parts of equipment from each other and from earthed and "no live" components of equipments and networks.

A dielectric is an electrical insulator that can be polarized by an applied electric field. When a dielectric is placed in an electric field, electric charges do not flow through the material as they do in a conductor, but only slightly shift from their average equilibrium positions causing dielectric polarization.

Because of dielectric polarization, positive charges are displaced toward the field and negative charges shift in the opposite direction. This creates an internal electric field which reduces the overall field within the dielectric itself.

It is important to note that while the term "insulator" implies low electrical conduction, "dielectric" is typically used to describe materials with a high polarizability.

Insulating materials may be divided into basic groups which are solid dielectrics, liquid dielectrics, gas and vacuum.

- Solid dielectrics

Solid dielectric insulating materials may be divided, according to IEC standards and their application into the following groups:

- Inorganic (ceramic and glass) materials
- Plastic films
- Flexible insulating sleeving
- Rigid fibrous reinforced laminates
- Resins and varnishes
- Pressure-sensitive adhesive tapes
- Cellulosic materials
- Combined flexible materials
- Mica products
- Textile insulation
- Elastomers and thermoplastics

We will discuss now the most common used. A major application for inorganic materials in this category is in high voltage overhead lines as suspension insulators or as bushings on high voltage transformers and switchgears.

Plastic films have been used as films in a variety of applications such as the insulation between foils in capacitors and slot insulation in rotating electrical machines. Common use for flexible insulating sleeveings is the protection of cables and components from the deleterious effects of mechanical and thermal damage, and may find application in electrical machines, transformers, domestic and heating appliances, light fittings, cable connections and switchgears.

Resins and varnishes are used by in the impregnation and coating of electrical equipment (dry type transformers, as an

example) in order to improve its resistance to working conditions, to enhance its electrical characteristics and to increase its working life. The more common types are phenolic, polyester, epoxy, silicone and polyimide.

Elastomers and thermoplastics cover a very wide range of polymeric and rubber-like insulation materials, with a large use in cables insulation. The most common used are PVC (Polyvinyl chloride), MDPE (Medium-density polyethylene), XLPE (Cross-linked polyethylene) and EPR (Ethylene propylene rubber).

- Liquid dielectrics

Nowadays the principal uses of liquid dielectrics are as a filling and cooling medium for transformers, capacitors and rheostats, and as an impregnant of absorbent insulation used mainly in transformers, earth reactors and shunt reactors.

The important properties of dielectric liquids are therefore electric strength, viscosity, chemical stability and flashpoint. Typical materials include highly refined hydrocarbon mineral oils obtained from selected crude petroleum, silicone fluids, synthetic esters and hydrocarbons.

- Gas insulation

Two gases already in common use for insulation are nitrogen and sulphur hexafluoride (SF₆). Nitrogen is used as an insulating medium in some sealed transformers, while SF₆ is finding increasing use in transmission and distribution switchgears because of its insulating properties and its arc-extinguishing capabilities.

3. Properties and behavior of dielectric materials

The most important properties of dielectric materials are:

- Volume resistivity or specific resistance.
- Relative permittivity, or dielectric constant, which is defined as the ratio of the electric flux density

produced in the material to that produced in a vacuum by the same electric field strength.

- Dielectric loss, or electrical dissipation factor, which is defined as the ratio of the power loss in a dielectric material to the total power transmitted through it. It is given by the tangent of the loss angle and is commonly known as “ $\tan\delta$ ”.

The most important characteristic of an insulating material is its ability to withstand electric stress without breaking down.

This ability is known as dielectric strength and is usually quoted in kV/mm. Typical values may range from 5 to 100 kV/mm. Another significant aspect of all insulating materials is the maximum temperature at which they will perform satisfactorily.

Generally speaking, insulating materials deteriorate more quickly at higher temperatures and the deterioration can reach a point at which the insulation ceases to perform its required function.

This characteristic is known as ageing, and for each material it has been usual to assign a maximum temperature beyond which it is unwise to operate.

The ageing of insulation depends not only on the physical and chemical properties of the material and the thermal stress to which it is exposed, but also on the presence and degree of influence of mechanical, electrical and environmental stresses.

Dielectric materials may be deteriorated when subjected to excessive heat and overvoltages and may be contaminated by other materials, such as copper particles, water and gas, causing dielectric failure.

The definition of a useful lifetime will also vary according to the type and usage of equipment; that must be taken into account when choosing the insulating material for a particular application.

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA – SISTEMAS ELÉTRICOS DE ENERGIA

A Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia forma profissionais com competências nos tradicionais domínios dos sistemas eléctricos de energia, mas também em áreas emergentes como as energias renováveis, mobilidade eléctrica, *smart cities*, gestão de energia e eficiência energética, telecomunicações, automação e domótica, sistemas de segurança.

O curso tem uma forte componente de formação prática e laboratorial e possibilita a realização de um estágio curricular em ambiente profissional – fatores decisivos para a integração dos seus diplomados no mercado de trabalho.

Duração: 6 semestres curriculares / letivos

Grau: Licenciado

Total de ECTS: 180 créditos

Provas de ingresso: 19 Matemática e 07 Física e Química

Regime de funcionamento: Horários: diurno e pós-laboral

Áreas gerais de empregabilidade: Produção, transporte e distribuição e comercialização de energia eléctrica, eficiência energética e gestão de energia, certificação energética de edifícios, projeto, execução e exploração, orçamentação: instalações eléctricas, telecomunicações, sistemas de segurança, automação, domótica e Gestão técnica centralizada, eletromecânica, manutenção de instalações: industriais, comerciais, hospitalares,... atividades técnico-comerciais: fabricantes, distribuidores, ensino e formação.



Competências profissionais OE/OET:

Técnico responsável pelo Projeto, Execução e Exploração de Instalações eléctricas. (Sem formação complementar).

Técnico Responsável pelo Projeto e Execução de Infraestruturas de Telecomunicações – ITED/ITUR. (Mediante formação habilitante complementar (ANACOM)).

Peritos Qualificados em Certificação Energética. (Mediante formação habilitante complementar/exame (ADENE)).

Projetista de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE). (Mediante formação habilitante complementar (ANPC)).

PROTEÇÃO DAS PESSOAS NOS ESQUEMAS DE LIGAÇÃO À TERRA “TN” E “IT”

Resumo

O correto dimensionamento dos dispositivos de proteção das pessoas contra contactos indirectos em instalações elétricas de Baixa Tensão (BT), é uma das condições fundamentais para que uma instalação possa ser utilizada e explorada com conforto e em perfeitas condições de segurança.

De acordo com a normalização em vigor, é, também, uma das condições essenciais para a certificação ou licenciamento das instalações elétricas por parte das entidades ou organismos responsáveis, a quem estão atribuídas estas competências.

A função dos dispositivos de proteção das pessoas contra os contactos indirectos será o corte automático da alimentação da instalação elétrica, que em caso de defeito, e em consequência do valor e da duração da tensão de contacto, evitará o risco de se produzirem efeitos fisiopatológicos perigosos nas pessoas.

As medidas de proteção adotadas obrigam à coordenação entre os Esquemas de Ligação à Terra (ELT) adotados, as características dos condutores de proteção e os respetivos dispositivos de proteção.

Neste artigo são apresentados alguns exemplos de cálculo dos dispositivos de proteção das pessoas contra contactos indirectos, de acordo com o ELT adotado para a instalação elétrica.

1. Cálculos no Esquema de Ligação à Terra “TN”

O ELT TN caracteriza-se por todas as massas da instalação serem ligadas ao ponto da alimentação ligado à terra, próximo do transformador ou do gerador da alimentação da instalação, por meio de condutores de proteção.

O ponto da alimentação ligado à terra é, em regra, o ponto neutro.

Nas instalações fixas pode-se utilizar um só condutor com as funções de condutor de proteção e de condutor neutro (designado por condutor PEN) desde que o condutor de proteção tenha uma secção não inferior a 10mm^2 , se de cobre ou a 16mm^2 , se de alumínio e, a parte da instalação comum (esquema TN-C) não esteja localizada a jusante de um dispositivo diferencial.

Este ELT encontra-se representado na Figura 1.

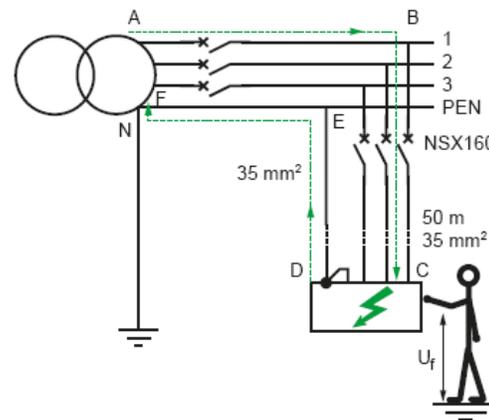


Figura 1. Esquema de ligação à terra “TN”
(Fonte Schneider Electric)

Neste ELT um defeito de isolamento é similar a um curto-circuito fase neutro, e o corte deve ser assegurado pelo dispositivo de proteção contra curtos-circuitos, com um tempo máximo de corte especificado que é função da tensão limite convencional (U_L) admissível para o local da instalação, ou seja, 25V ou 50V em corrente alternada, sendo o valor definido pela classificação do local quanto às influências externas.

Segundo a norma CEI 364 o tempo de corte do dispositivo de proteção deverá ser de 0,4s para $U_L=50\text{V}$ e 0,2s para $U_L=25\text{V}$.

Seguidamente, apresenta-se um circuito de uma instalação elétrica de BT, trifásica (400V), onde é adotado o ELT TN-C, ou seja, a função de neutro e de proteção estão combinadas num único condutor (PEN).

Este circuito é apresentado na figura 2.

O circuito tem um comprimento de 40m, a secção do condutor de fase é de 95mm² e a do condutor de proteção é de 50mm². O circuito está protegido com disjuntor NS 250N (Schneider Electric) equipado com disparador magnetotérmico TM 250 curva D.

Pretende-se verificar se neste ELT, a proteção das pessoas contra contactos indirectos está efetivamente garantida com este dispositivo de proteção.

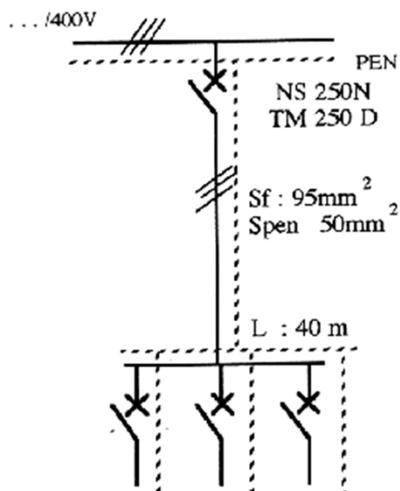


Figura 2. Exemplo de cálculo.
Esquema de ligação à terra TN-C

Uma condição fundamental para o correto dimensionamento do dispositivo de proteção, é conhecer a curva de atuação do dispositivo, de maneira a obter-se o valor da corrente correspondente ao limiar de funcionamento do disparador magnético do aparelho de proteção.

A curva deste dispositivo de proteção é apresentada na figura 3.

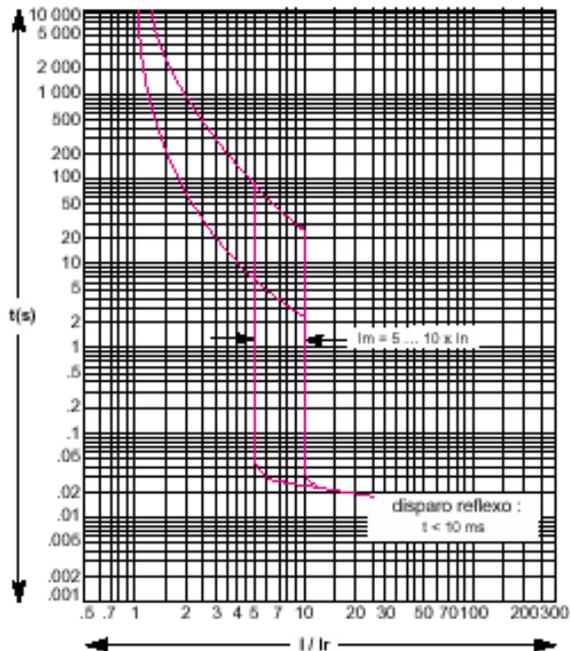


Figura 3. Curva de disparo TM250D
(Fonte: Schneider Electric)

Como se pode verificar, a atuação do disparador magnético deste disjuntor poderá ser regulada para funcionar entre 5 a 10 vezes o valor nominal (In), ou seja, entre 1250 e 2500A.

Neste ELT a impedância da malha de defeito Zs será:

$$Z_s = \frac{K \times U_0}{I_d} \quad (1)$$

em que K toma o valor de 0,8 para instalações elétricas, U₀ é a tensão simples nominal da instalação e I_d é a corrente de defeito.

Para que a proteção contra curtos-circuitos também garanta a proteção contra contactos indirectos, é necessário para os disjuntores que:

$$Z_s \leq \frac{K \times U_0}{I_m} \quad (2)$$

em que I_m é a corrente de actuação do disparador magnético do dispositivo.

Para a protecção por fusíveis, é necessário que:

$$Z_s \leq \frac{K \times U_0}{I_f} \quad (3)$$

em que I_f é a corrente convencional de funcionamento do fusível.

Atendendo a que neste ELT um defeito é efectivamente um curto-circuito entre uma fase e o condutor de protecção, a impedância da malha de defeito será então:

$$Z_s \approx R_s = \rho_f \times \frac{l}{s_f} + \rho_{PE} \times \frac{l}{s_{PE}} \quad (4)$$

em que ρ_f é a resistividade de condutor de fase, ρ_{PE} a resistividade do condutor de protecção, l é o comprimento dos condutores, s_f a secção do condutor de fase e s_{PE} a secção do condutor de protecção.

Considerando que os condutores de fase e de protecção têm as mesmas características, a impedância da malha de defeito será então:

$$Z_s \approx R_s = \rho \times \frac{l}{s_f} \times (1+m) \quad (5)$$

em que;

$$m = \frac{s_f}{s_{PE}} \quad \text{e} \quad \rho = 1,25 \times \rho_{20^\circ c}$$

O comprimento máximo protegido do circuito será então, para disjuntores:

$$l \leq \frac{K \times U_0 \times s_f}{\rho \times (1+m) \times I_m} \quad (6)$$

e para fusíveis será de:

$$l \leq \frac{K \times U_0 \times s_f}{\rho \times (1+m) \times I_f} \quad (7)$$

Para o circuito apresentado na figura 2, o comprimento máximo protegido do circuito, para uma regulação do disparador magnético de 5xIn ($I_m=1250A$) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \times 230 \times 95}{0,0225 \times (1+19) \times 1250} \leq 214m \quad (8)$$

para uma regulação do disparador magnético de 10xIn ($I_m=2500A$) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \times 230 \times 95}{0,0225 \times (1+19) \times 2500} \leq 107m \quad (9)$$

Atendendo que o comprimento do circuito é de 40m, verifica-se que em qualquer dos casos o disjuntor garante a protecção das pessoas contra contactos indirectos.

No entanto, deve-se também verificar se o tempo de actuação do dispositivo é compatível com o especificado pelas curvas de segurança, para a tensão limite convencional definida para o local da instalação, que como já foi referido, segundo a norma CEI 364 deverá ser de 0,4s para $U_L=50V$ e, 0,2s para $U_L=25V$.

Assim, torna-se importante calcular o valor da tensão de contacto em caso de defeito.

$$U_c = R_{PE} \times I_d \quad (10)$$

em que:

$$I_d = \frac{K \times U_0}{Z_s} = \frac{K \times U_0}{\rho \times \frac{l}{s_f} \times (1+m)} \quad (11)$$

então:

$$U_c = R_{PE} \times \frac{K \times U_0 \times s_f}{\rho \times l \times (1+m)} \quad (12)$$

$$R_{PE} = \rho \times \frac{l}{s_{PE}}$$

$$U_c = K \times U_0 \times \frac{m}{1+m} \quad (13)$$

Para o exemplo em consideração, representado na figura 2, tem-se:

$$U_c = 0,8 \times 230 \times \frac{1,9}{1+1,9} = 120,6V \quad (14)$$

Pelas curvas de segurança, e para a tensão limite convencional de 25V, o dispositivo deve actuar num tempo inferior a 180ms.

Como se pode verificar na curva de funcionamento do disjuntor, apresentada na figura 3, o dispositivo actuará num tempo inferior ao referido e compatível com o especificado pela norma CEI 364.

Assim, para esta instalação, e para este ELT, pode-se garantir que o disjuntor apresentado protege efectivamente as pessoas contra contactos indirectos.



**Figura 4. Painel de regulação do relé eletrónico TM250D
(Fonte Schneider Electric)**

2. Cálculos no esquema de ligação à terra "IT"

Este ELT apresenta como principal vantagem, a garantia de continuidade de serviço em presença de um primeiro defeito de isolamento.

Como se explicou no artigo publicado na revista anterior, neste esquema de ligação à terra, a presença de um primeiro defeito não origina valores de tensão de contacto perigosos para as pessoas.

No entanto, é obrigatório a presença de um Controlador Permanente de Isolamento (CPI), de maneira a sinalizar o defeito e permitir a sua eliminação o mais rapidamente possível.

A manifestação de um segundo defeito, sem que tenha sido eliminado o primeiro, implicaria agora a existência de

tensões de contacto muito perigosas, devendo ser tomadas as medidas adequadas de forma a evitar riscos de efeitos fisiopatológicos perigosos nas pessoas suscetíveis de ficar em contacto com partes condutoras simultaneamente acessíveis. Como tal, a proteção das pessoas neste ELT é orientada para o dimensionamento dos dispositivos de proteção atuarem na situação de segundo defeito.

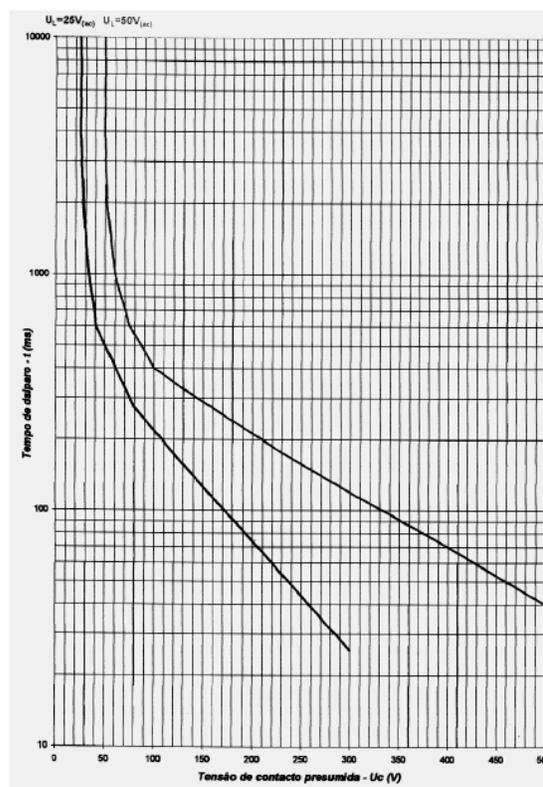


Figura 5. Curvas de segurança em instalações de baixa tensão

É importante eliminar todas as situações que possam contribuir para diminuir a fiabilidade do sistema. Assim, não se deve distribuir o condutor neutro, pois poderá correr-se o risco de manifestar-se um segundo defeito sem que o primeiro tenha sido sinalizado, atuando a proteção e perdendo-se todas as vantagens inerentes à utilização deste ELT.

Este esquema caracteriza-se por as partes ativas da instalação elétrica serem isoladas da terra ou ligadas a esta através de uma impedância de valor elevado. As massas dos aparelhos de utilização são ligadas à terra, individualmente ou por grupos.

A situação mais comum nas instalações onde é adotado este ELT, é todas as massas, incluindo as da fonte, estarem ligadas a um mesmo eletrodo de terra.

A figura 6 apresenta a malha de defeito na situação de um primeiro defeito na instalação. Assim, as condições de eliminação da corrente de um segundo defeito é então garantida pelas mesmas condições indicadas para o esquema TN.

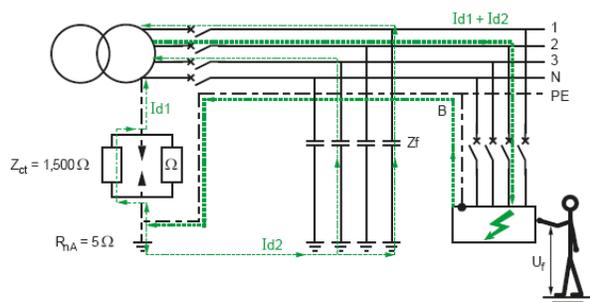


Figura 6. Esquema de Ligação à Terra IT: 1º defeito (Fonte Schneider Electric)

A figura 7 apresenta a malha de defeito na situação de um segundo defeito sem o primeiro ter sido eliminado.

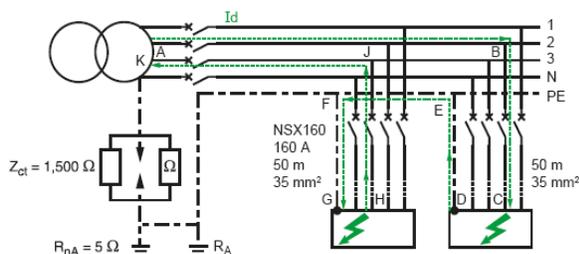


Figura 7. Esquema de Ligação à Terra IT: 2º defeito (Fonte Schneider Electric)

Neste esquema IT, a proteção das pessoas contra contactos indiretos é fundamentalmente garantida por dois tipos de equipamentos:

- pelos CPI, essencialmente destinados à vigilância do primeiro defeito, embora possam também ser utilizados como dispositivos de proteção nas situações em que for necessário provocar o corte ao primeiro defeito;

- pelos dispositivos de proteção contra sobrecorrentes (disjuntores e fusíveis). Estes dispositivos são utilizados nas situações em que ao segundo defeito são aplicadas as condições de proteção definidas para o esquema TN;

Seguidamente, apresenta-se um circuito de uma instalação elétrica de BT, trifásica (400V), onde é adotado o esquema IT, sem neutro distribuído (situação comum neste ELT). Este circuito é apresentado na figura 8.

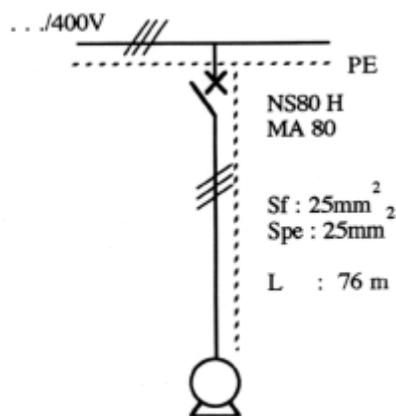


Figura 8: Exemplo de cálculo. Esquema IT

O circuito tem um comprimento de 76m, a secção do condutor de fase e de proteção é de 25mm².

O circuito está protegido com disjuntor específico para proteção de saídas motor NS 80H (Schneider Electric) equipado com disparador “motor” integrado MA 80. Pretende-se verificar se neste esquema de ligação à terra, a proteção das pessoas contra contactos indiretos está efetivamente garantida com este dispositivo de proteção.

Também no caso deste esquema é fundamental para o correto dimensionamento do dispositivo de proteção, conhecer a curva de atuação do dispositivo, de maneira a obter-se o valor da corrente correspondente ao limiar de funcionamento do disparador magnético do aparelho de proteção.

A curva deste dispositivo de proteção é apresentada na figura 9.

Como se pode verificar, a atuação do disparador magnético deste disjuntor verifica-se entre 6 a 14 vezes o valor nominal ($I_n=80A$), ou seja, entre 480 e 1120A.

Também neste esquema de ligação à terra, tal como no regime TN, um defeito é efetivamente um curto-circuito entre uma fase e o condutor de proteção.

Então, para este circuito, sem neutro distribuído, a impedância da malha de defeito será:

$$Z_s \leq \frac{K \times \sqrt{3} \times U_0}{I_m} \quad (15)$$

em que I_m é a corrente de actuação do disparador magnético do dispositivo.

Neste ELT considera-se como boa aproximação que ao segundo defeito, o comprimento da malha de defeito é duplo em relação ao primeiro defeito.

Então, a impedância da malha de defeito será neste caso:

$$Z_s \approx R_s = 2 \times \left(\rho_f \times \frac{l}{S_f} + \rho_{PE} \times \frac{l}{S_{PE}} \right) \quad (16)$$

Considerando também que os condutores de fase e de protecção têm as mesmas características, a impedância da malha de defeito será então:

$$Z_s \approx R_s = 2 \times \left(\rho \frac{l}{S_f} \times (1+m) \right) \quad (17)$$

em que ;

$$m = \frac{S_f}{S_{PE}} = 1 \quad \text{e} \quad \rho = 1,25 \rho_{20^\circ c}$$

O comprimento máximo protegido deste circuito será então, para disjuntores:

$$l \leq \frac{K \times \sqrt{3} \times U_0 \times S_f}{2 \times \rho \times (1+m) \times I_m} \quad (18)$$

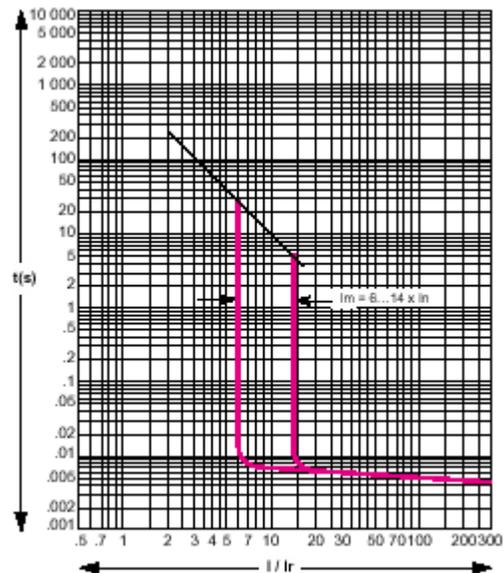


Figura 9: Curva de disparo MA80
(Fonte Schneider Electric)

Para o circuito apresentado na figura 8, o comprimento máximo protegido do circuito, para uma regulação do disparador magnético de $6 \times I_n$ ($I_m=480A$) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \times \sqrt{3} \times 230 \times 25}{2 \times 0,0225 \times (1+1) \times 480} \leq 184m \quad (19)$$

Para uma regulação do disparador magnético de $14 \times I_n$ ($I_m=1120A$) será de:

$$l \leq \frac{0,8 \times \sqrt{3} \times 230 \times 25}{2 \times 0,0225 \times (1+1) \times 1120} \leq 79m \quad (20)$$

Atendendo que o comprimento do circuito é de 76m, verifica-se que para qualquer regulação do disparador MA (6 a $14 \times I_n$), o disjuntor garante a protecção das pessoas contra contactos indirectos.

No entanto, tal como no esquema de ligação à terra TN, também se deve verificar se o tempo de actuação do dispositivo é compatível com o especificado pelas curvas de segurança, para a tensão limite convencional definida para o local da instalação, que como já foi referido, segundo a norma CEI 364 deverá ser de 0,4s para $U_L=50V$ e, 0,2s para $U_L=25V$.

Assim, torna-se importante calcular o valor da tensão de contacto em caso de segundo defeito.

$$U_c = R_{PE} \times I_d \quad (21)$$

em que, através de uma dedução idêntica à efetuada para o esquema de ligação à terra TN, obtêm-se:

$$U_c = K \times \sqrt{3} \times U_0 \times \frac{m}{2 \times (1 + m)} \quad (22)$$

Para o exemplo em consideração, representado na figura 6, tem-se:

$$U_c = 0,8 \times \sqrt{3} \times 230 \times \frac{1}{2 \times (1 + 1)} = 79,7V \quad (23)$$

Pelas curvas de segurança (figura 10), e para a tensão limite convencional de 25V, o dispositivo deve atuar num tempo inferior a 280ms.

Como se pode verificar na curva de funcionamento do disjuntor, apresentada na figura 9, o dispositivo atuará num tempo inferior ao referido e compatível com o especificado pela norma CEI 364.

Assim, também para esta instalação, e para este ELT, pode-se garantir que o disjuntor apresentado protege efetivamente as pessoas contra contactos indiretos.



Figura 10. Disjuntor Compact NS 80H com disparador MA
(Fonte Schneider Electric)

3. Conclusões

Neste artigo apresentou-se dois exemplos de cálculo e dimensionamento dos dispositivos de proteção das pessoas contra contactos indiretos. Um exemplo para o ELT “TN”, e outro para o ELT “IT”.

Atendendo a que nestes esquemas, e para o caso dos exemplos apresentados, uma situação de defeito é sempre uma situação de curto-circuito entre um condutor ativo e a massa do equipamento de utilização, ou seja, um curto-circuito entre um condutor ativo e o condutor de proteção, são, normalmente, os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes que terão a função de também garantir a proteção das pessoas contra contactos indiretos.

Na realidade, nos exemplos que são apresentados, o que se teve que fazer foi verificar se realmente o dispositivo de proteção contra curtos-circuitos também verificava as condições necessárias à proteção das pessoas contra contactos indiretos.

Este facto foi analisado através da verificação do máximo comprimento protegido.

Efetivamente, nestes dois esquemas de ligação à terra, para se poder dimensionar corretamente os dispositivos de proteção, é fundamental conhecer bem as características do circuito, nomeadamente comprimento da instalação, tipo de condutores, trajeto dos cabos, secção dos condutores.

Outro fator importante, é verificar se o dispositivo atua num tempo compatível com especificado pelas normas de segurança. Este facto depende das condições do local da instalação elétrica. De acordo com estas condições, os regulamentos impõe como tensão de contacto limite, 25V ou 50V.

Assim, torna-se importante calcular o valor da tensão de contacto em caso de defeito e, através da curva de segurança dos 25V ou 50V, conforme o caso, obter o tempo

máximo de atuação do dispositivo de forma a que a tensão de contacto nunca ultrapasse o valor da tensão limite convencional. Este facto obriga, também, a conhecer muito bem as curvas de funcionamento dos dispositivos de proteção, para verificar se esta regra do tempo de atuação também é garantida.

No caso dos disjuntores, a zona de funcionamento magnético dos disparadores é quase instantânea, não sendo a regra do tempo de atuação problemática para este tipo de equipamento de proteção.

O facto torna-se mais importante quando os dispositivos de proteção são fusíveis.

4. Bibliografia

- "Esquemas de Ligação à Terra e a Proteção de Pessoas". Aulas do Professor José António Beza Carvalho , Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- "Instalações Elétricas Industriais" - João Mamede Filho - Editora LTC 5ª Edição
- "Esquemas de Ligação à Terra em BT (Esquemas de ligação à terra)" Caderno Técnico nº 172 - Bernard Lacroix e Roland Calvas. Edição: Schneider Electric.
- Electrical-Installation-Guide_2016. Edição: Schneider Electric

Divulgação:

Título:	Instalações Elétricas de Baixa Tensão
Autor:	António Augusto Araújo Gomes
Editora:	Publindústria
Data de Edição:	2015
ISBN:	9789897230752
Nº Páginas:	151
Encadernação:	Capa mole



ITED 3 – EVOLUÇÃO NAS REGRAS TÉCNICAS DE PROJETO E INSTALAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE TELECOMUNICAÇÕES EM EDIFÍCIOS

1. Introdução

Dez anos após a publicação da primeira edição do Manual ITED, entrou em vigor em 2015 a terceira edição deste manual, contendo as novas regras técnicas aplicadas ao projeto e instalação de Infraestruturas de telecomunicações em edifícios, denominadas por ITED 3.

1.1 Enquadramento

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), regulador sectorial das telecomunicações em Portugal, prossegue assim a política de continuidade no processo de atualização das normas técnicas, o que tem acontecido a cada 5 anos, desde a publicação da primeira versão em 2004, Figura 1.



Figura 1. Evolução regras técnicas ITED

Este processo de atualização tem acompanhado as tendências de um sector marcado por uma forte evolução tecnológica, permitindo igualmente responder a uma profunda alteração no contexto económico que se vive no nosso país, particularmente no sector da construção civil.

Os trabalhos conducentes à atualização do Manual ITED foram iniciados ainda em 2013 pela Direção de Fiscalização da ANACOM, a quem coube a responsabilidade e coordenação da equipa de trabalho constituída para o efeito. Além dos técnicos internos, a ANACOM constituiu um grupo de consultores externos constituído por representantes das ordens profissionais (Ordem dos Engenheiros Técnicos e Ordem dos Engenheiros) e das instituições de ensino superior que têm sido referência nesta área de engenharia, designadamente o ISEL, ISEP e FEUP.

1.2 Objetivos

Entre os objetivos definidos para a alteração das regras técnicas dos trabalhos, poder-se-ão destacar os seguintes:

- Simplificação e redução de custos;
- Reabilitação urbana;
- Clarificação de procedimentos e regras;
- Conformidade com normas europeias;
- Atualização tecnológica.

A simplificação do projeto e redução de custos foi sempre um princípio subjacente a todos os trabalhos realizados pelo grupo de trabalho, tendo em conta o contexto de forte retração económica do sector da construção civil. No entanto as opções tomadas em termos de simplificação tiveram sempre em conta a salvaguarda da qualidade e flexibilidade das ITED e os direitos dos cidadãos e empresas prestadoras de serviços de comunicações eletrónicas, tal como previsto na legislação aplicável.

Por outro lado, as regras técnicas passaram a responder às necessidades específicas dos projetos associados à reabilitação urbana nem sempre compatíveis com as regras genéricas de projeto. Estas especificidades devem-se não apenas ao custo associado ao projeto e instalação das ITED, mas também a questões arquitetónicas e de outras naturezas.

Muitos dos aspetos técnicos incluídos nas regras técnicas, que se prendem principalmente com requisitos de qualidade ao nível da transmissão de sinais de telecomunicações resultam da aplicação nacional das normas europeias tendo em conta o contexto tecnológico nacional dos serviços de telecomunicações. Assim, é necessário atualizar as normas nacionais de acordo com as normas e recomendações europeias e internacionais.

Mais do que um conjunto de regras e prescrições técnicas, o Manual ITED 3 é igualmente um manual de boas práticas e

de procedimentos, sendo uma ferramenta essencial à atividade de projeto e de instalação das ITED, que serve uma população de técnicos com e sem formação superior. Assim, a clarificação de procedimentos e de regras, maior representação gráfica e apresentação de exemplos contribuem para uma maior eficácia na aplicação das regras técnicas ITED 3.

Pretende-se neste texto este apresentar as principais alterações introduzidas pelo manual ITED 3, descrevendo de forma genérica os princípios que conduziram a este novo conjunto de regras técnicas e identificar as principais alterações introduzidas, relativamente às versões anteriores. Este texto não dispensa a leitura atenta do novo manual.

2. Regras Técnicas ITED3

O Manual ITED 3 considera um conjunto de regras genéricas de projeto, aplicáveis a qualquer infraestrutura, e regras específicas, que dependerão do contexto em que a obra irá ser realizada, e conforme se apresenta na Figura 2:

- Projeto de edifícios novos;
- Projeto de edifícios construídos;
- Projeto de alteração a uma tecnologia.

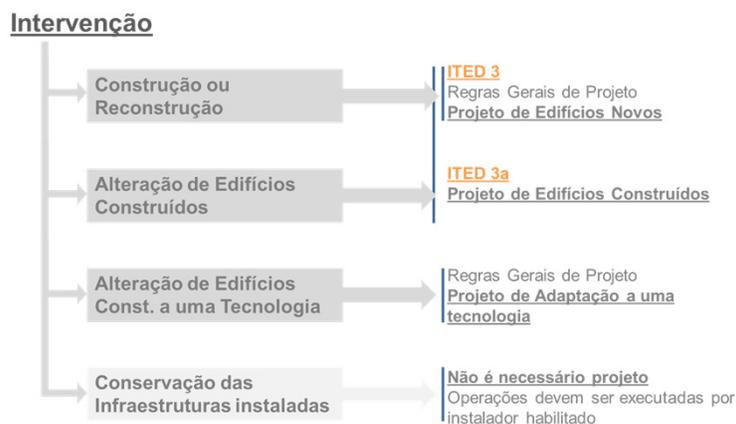


Figura 2. Escolha do tipo de regras a aplicar

Caberá sempre ao projetista a responsabilidade de justificar devidamente a opção pelas regras utilizadas, tendo em atenção os princípios enunciados no manual. Por omissão, deverão ser aplicadas as regras de Projeto de edifícios novos (ITED3), e sempre que se verifiquem as situações de construção, ou reconstrução, de edifícios e fogos residenciais ou não residenciais.

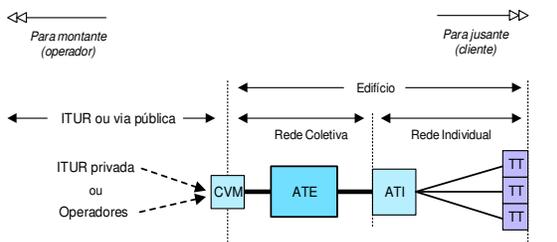
No caso da reabilitação urbana, quando aplicado a edifícios e fogos residenciais, poderão utilizar-se as regras de Projeto de edifícios construídos, o que permite uma simplificação considerável das ITED, no que respeita às redes individuais. Esta variante do conjunto de regras é designada por ITED3a. Finalmente, as regras de Projeto de alteração a uma tecnologia aplicam-se apenas em casos muito particulares, designadamente as situações de fornecimento de serviços por parte dos operadores de serviços comunicações eletrónicas, construção de redes MATV ou SMATV em edifícios com infraestruturas de telecomunicações existentes ou substituição de um tipo de cablagem, associada a uma tecnologia, por inadequação da rede existente.

2.1 Arquitetura das ITED

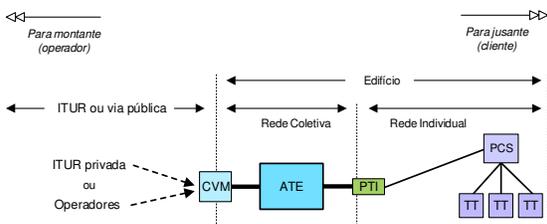
Apesar de mínimas, as alterações da arquitetura das ITED, Figura 3, terão impacto no projeto. Um aspeto a realçar é a clarificação de que a Caixa de Visita Multioperador (CVM) é parte integrante da rede de tubagens das ITED, embora instalada no exterior e assegurando a interface com as ITUR. Assim, é obrigatória a inclusão da CVM no projeto ITED. Relativamente à arquitetura das moradias unifamiliares, a

alteração consiste no desaparecimento de obrigatoriedade da Caixa de Exterior de Moradia Unifamiliar, sendo a sua existência opção a considerar pelo projetista.

No caso de projeto de edifício construído, a arquitetura é substancialmente diferente, no que se refere à rede individual, com a substituição do ATI pelo PTI e PCS, que serão descritos mais à frente.



a) Arquitetura de rede de um edifício ITED



b) Arquitetura de rede de um edifício construído

Figura 3. Arquitetura de rede ITED 3 e ITED 3a [1]

2.2 Rede de Tubagens do Edifício

As regras genéricas de projeto da rede de tubagens do ITED 3 apresenta algumas alterações, relativamente à versão anterior. Desde logo, deixam de existir as limitações obrigatórias à distância máxima entre caixas de passagem ou ao número de curvas. É responsabilidade do projetista assegurar que a rede projetada assegura o correto enfiamento dos cabos.

Continua a ser necessário assegurar uma distância de separação entre condutas de cabos de telecomunicações e de energia, exceto nos últimos 15 m da ligação às tomadas terminais. A nova regra resulta da evolução na norma EN 50174 [2], e passa a depender do número de circuitos elétricos transportados na conduta próxima.

No ITED 3 o ATE Superior poderá ser substituído por uma caixa de passagem, que assegura a ligação entre a coluna montante e a PAT (Figura 4). No entanto para edifícios com número elevado de frações, continua a recomendar-se a instalação de um ATE superior, principalmente caso se optem por redes coaxiais coletivas independentes.

Em termos de dimensionamento da rede de tubagem, as alterações verificam-se principalmente nas condutas de acesso.

O número e diâmetro mínimo a considerar na tubagem de interligação entre a rede coletiva e a CVM é reduzida em todos os casos, que dependem do tipo de edifício.

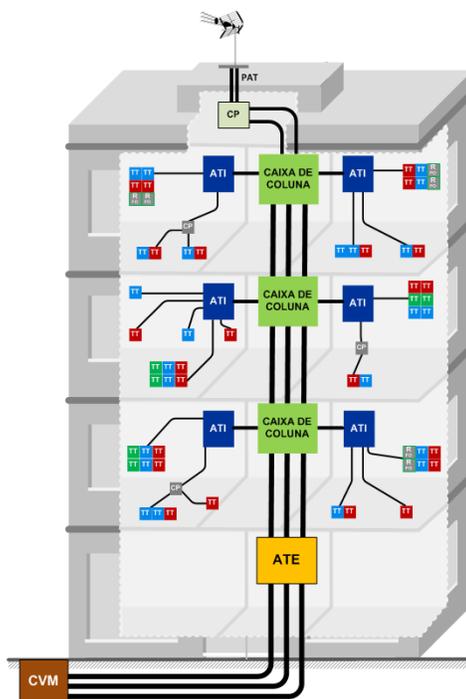


Figura 4. Rede de tubagens ITED de um edifício

2.3 Caixa de Visita Multioperador (CVM)

Desde a consideração da CVM, no ITED 2, que esta caixa tem sido um foco de problemas para projetistas e instaladores, por diversas razões. No entanto, apesar dos problemas associados a esta caixa, os quais estão identificados e foram devidamente pesados, é considerado que esta representa uma vantagem clara para o garante da independência entre a rede de tubagem do edifício e a rede pública, permitindo o acesso indiscriminado às redes dos operadores.

Tal como referido anteriormente, no ITED 3 a CVM continua a ser obrigatória, e passa a ser claro que não pode ser partilhada entre edifícios, prática por vezes seguida por alguns projetistas. De forma a minimizar os problemas da instalação da CVM na via pública, as dimensões mínimas desta caixa foram substancialmente reduzidas, para uma dimensão de 30x30x30 cm, o que evita a maioria dos problemas colocados pelas autoridades responsáveis pelo licenciamento.

Caso, mesmo com as novas dimensões, exista a impossibilidade da instalação da CVM na via pública, o ITED 3 considera a possibilidade do projetista justificar devidamente essa situação, desde que validada, através de um parecer emitido pela respetiva entidade licenciadora. Nesse caso caberá ao projetista assegurar um meio alternativo para a terminação das condutas de acesso ao edifício, obrigatoriamente por via subterrânea.

2.4 Acesso em zonas de traçado aéreo e em fachada

Nas situações em que os edifícios sejam localizados em zonas de traçados em fachada, o ITED 3 introduz a obrigatoriedade de que sejam consideradas ligações, em conduta, entre a CVM e os locais de transição da rede de operador nos limites do edifício, Figura 5.

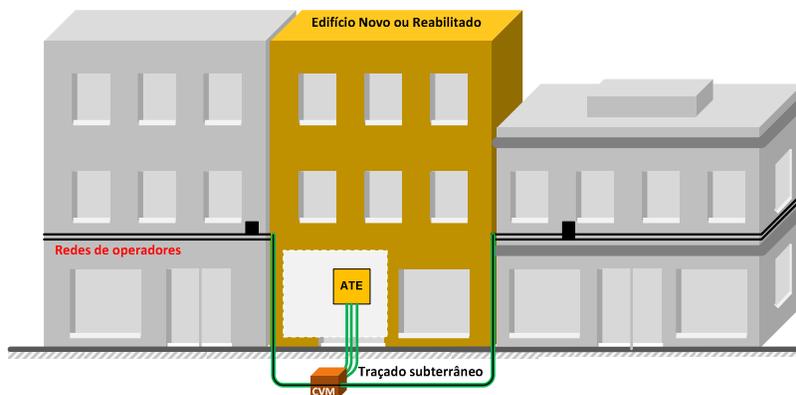


Figura 5. Acesso em zonas de traçado em fachada

O projetista deverá assim considerar uma solução de tubagem vertical horizontal, de forma a assegurar a transição dos cabos existentes. A transição vertical deverá, preferencialmente, ser embebida na construção do edifício. No entanto, também se admitem soluções não embebidas.

Desta forma a CVM poderá ser considerada como caixa de passagem para a infraestrutura do operador. Compete ao operador assegurar a transição da respetiva rede de cabos. As condutas projetadas devem ser partilhadas entre os diversos operadores existentes. O mesmo princípio deverá ser aplicado e zonas de traçado aéreo, Figura 6.

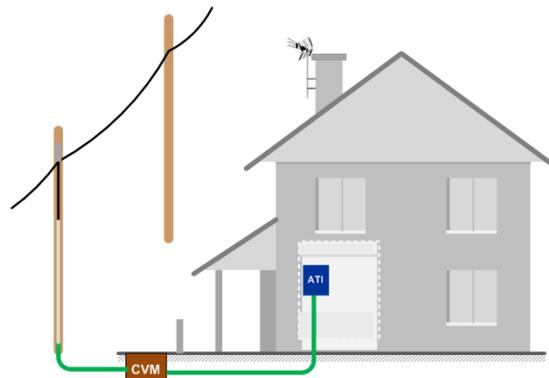


Figura 6. Acesso em zonas de traçado aéreo

2.5 Rede de Cabos Coaxiais

É na rede coletiva de cabos coaxiais que reside uma das principais novidades do ITED 3, que vem de encontro ao objetivo de simplificação e redução de custos.

A solução preconizada pela nova regra técnica, considera como obrigação mínima a construção de apenas uma rede coaxial coletiva, que poderá ser partilhada entre as redes CATV e MATV/SMATV, Figura 7.

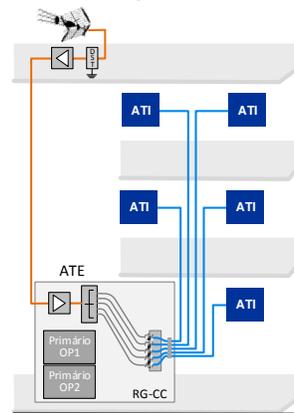


Figura 7. Exemplo de arquitetura de rede coaxial

Desta forma será possível considerar apenas uma infraestrutura coaxial, em estrela, desde o RG-CC até ao ATI. A solução possibilita ainda o acesso simultâneo a MATV e CATV, caso se considerem combinadores no RG-CC.

Por outro lado, deixa de ser obrigatória a antena de FM na rede MATV. Isso significa que apenas é obrigatório a instalação de uma antena TDT, caso o edifício se encontra em zonas com cobertura do tipo A – Televisão digital terrestre.

O projeto da rede coaxial, coletiva e individual, sofre também alterações. Passa a ser necessário cumprir os requisitos em termos de atenuação máxima, *tilt* e comprimento. Não é necessário assim, dimensionar o amplificador da cabeça de rede, de forma a cumprir os níveis mínimos e máximos. No entanto, esta gama dinâmica de valores deverá ser tida em conta no dimensionamento, pois terá de se especificar os limites mínimos e máximos à saída da cabeça de rede, para que estes valores sejam tidos em conta nos ensaios da instalação.

2.6 Rede de Fibra Ótica

A obrigatoriedade de instalação de fibra ótica, introduzida pelo manual ITED 2, continua a ser aplicável no ITED3, porém surgem algumas alterações significativas. Desde logo, foram definidos valores máximos, em termos de atenuação e comprimento, para as ligações permanentes, incluindo a rede coletiva e individual.

A grande alteração nesta rede encontra-se na rede individual de fibra ótica. Deixa de ser obrigatória a instalação da rede de fibra ótica, a jusante do ATI. No entanto, esta rede continua a ser considerada para efeitos de dimensionamento da rede de tubagem. Na prática, isto significa que deverá ser considerada a tubagem, exclusiva, e caixas necessárias à instalação de duas tomadas de fibra ótica na ZAP, para edifícios residenciais. No entanto os cabos e dispositivos de fibra poderão ser instalados apenas num momento posterior, aquando da ligação da rede ao operador, sendo a respetiva caixa da tomada terminal fechada com uma tampa

cega. Esta alteração permite uma redução efetiva dos custos iniciais da infraestrutura de fibra. Para efeitos de dimensionamento da rede de tubagem entre o ATI e as tomadas terminais, recomenda-se a utilização de tubos de diâmetro de 25 mm, de forma a permitir a passagem de cabos pré-conectorizados.

No entanto, será sempre necessário considerar esta infraestrutura para efeitos de dimensionamento total da rede. O ATI deverá também ser preparado com o RC-FO para as tomadas consideradas no projeto.

2.7 Rede de Cabos de Edifícios Novos Residenciais

Relativamente aos edifícios novos residenciais, em termos de rede de cabos, são admitidas algumas simplificações, quando comparado com o ITED2. Se em termos da rede coletiva, essa simplificação apenas abrange a rede coaxial, com a consideração de sistema único, na rede individual, a redução estende-se às três tecnologias. Passa a ser obrigatória apenas a instalação de uma tomada mista, coaxial e pares de cobre, nas salas, quartos e cozinha.

A consideração de tomadas mistas tem em conta a evolução tecnológica verificada ao nível dos equipamentos terminais, como televisores e equipamentos descodificadores de operadores. Caso o projetista opte pela utilização de tomadas individuais para as diferentes tecnologias, estas deverão ser instaladas por forma a que não distem mais do que 20 cm.

Como já referido anteriormente, a ZAP continua a ser obrigatória para frações residenciais, admitindo-se que as respetivas tomadas de fibra ótica não sejam instaladas.

3. Projeto de edifícios Construídos (ITED3a)

Entre as alterações que terceira edição do Manual ITED introduziu no projeto, a consideração de regras adaptadas à realidade da reabilitação urbana para o caso dos projetos de edifícios construídos, permite introduzir uma flexibilidade nas regras técnicas que vai de encontro ao mercado atual.

O ITED adaptado, denominado por ITED3a, considera a hipótese de se utilizarem regras simplificadas que terão um impacto significativo nos custos associados à reabilitação. No entanto, será sempre necessário ter em atenção de que estas regras apenas se aplicarão em frações residenciais e em edifícios mistos que integrem frações residenciais. Além disso, sempre que possível, devem utilizar-se as regras genéricas.

De entre diversas alterações à regra genérica, o ITED3a considera para a rede coletiva de tubagens a hipótese de se reutilizar a tubagem existente, dentro de determinados limites. Essa reutilização vai além da coluna montante e inclui igualmente a reutilização das de coluna e caixas dos repartidores gerais, caso estas cumpram as dimensões mínimas consideradas para o ATE, Figura 8. Assim, existe uma redução generalizada das exigências da rede de tubagem nestes casos, no que respeita ao número e diâmetro dos tubos e a possibilidade de partilha de tubos entre tecnologias.

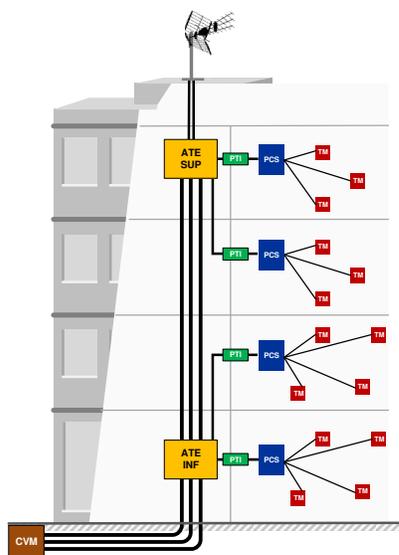


Figura 7. Exemplo de arquitetura de tubagem de ITED3a (retirado de [1])

De entre diversas alterações à regra genérica, o ITED3a considera para a rede coletiva de tubagens a hipótese de se reutilizar a tubagem existente, dentro de determinados limites. Essa reutilização vai além da coluna montante e inclui igualmente a reutilização das de coluna e caixas dos repartidores gerais, caso estas cumpram as dimensões mínimas consideradas para o ATE, Figura 8.

Assim, existe uma redução generalizada das exigências da rede de tubagem nestes casos, no que respeita ao número e diâmetro dos tubos e a possibilidade de partilha de tubos entre tecnologias.

Para a aplicação das regras técnicas ITED3a deverá ser tido em atenção o tipo de edifício, no que respeita à infraestrutura de telecomunicações, e o tipo de tubagem existente. Estes edifícios poderão ser do tipo Pré-RITA, RITA, ITED1 ou ITED2. Para cada tipo existem regras específicas quanto à rede de tubagem a projetar.

3.1 Novos elementos: PTI e PCS

É na rede individual das frações residenciais que surgem as grandes alterações em termos de arquitetura ITED3a. Desde logo, a hipótese de substituir o ATI pelo Ponto de Concentração de Serviços (PCS).

Este elemento da rede individual permite assegurar a centralização da rede de cabos em estrela e flexibilizar a distribuição dos serviços pelas diferentes áreas da fração. No fundo será uma caixa, instalada à superfície ou embutida, que disponibiliza interfaces externas para as redes de cobre, coaxial e fibra ótica, mas de dimensão reduzida, face ao AIT.

Esta caixa deverá ser instalada num local definido pelo projetista, podendo substituir a ZAP considerada nas regras genéricas.

Para assegurar a transição entre a rede individual e coletiva, deverá ser considerado um elemento denominado por Ponto de Transição Individual (PTI), que permite flexibilizar a ligação das redes individuais e coletivas. Esta caixa, de dimensão mínima semelhante à caixa I3, deverá ser instalada o mais próximo possível da fronteira entre a rede coletiva e individual. No caso de moradias unifamiliares, o PTI é também considerado para assegurar a interligação à CVM. No caso da rede individual e coletiva serem instaladas simultaneamente, admite-se que o projetista possa prescindir do PTI, interligando os cabos da rede coletiva diretamente ao PCS, Figura 9.

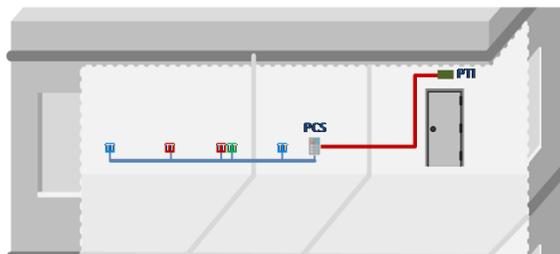


Figura 8. Exemplo de utilização de PCS e PTI

O PCS permite substituir o ATI, no que se refere à flexibilização na ligação da rede de cabos individual e disponibilização dos diversos serviços.

4. Conclusões

Definitivamente o Projeto ITED autonomizou-se relativamente a outras áreas da construção civil, particularmente, as instalações elétricas. O manual ITED, considerado pelo Decreto-Lei 59/2000, mas publicado apenas em 2004, substituiu o antigo RITA, que existia desde 1987 no contexto de mercado em regime de operador único, e que era normalmente uma subespecialidade do projeto de instalações elétricas. Respondendo à forte evolução tecnológica do sector, e maiores exigências de qualidade de serviço por parte dos utilizadores e operadores, a ANACOM, assumindo o seu papel de regulador e supervisor do sector de telecomunicações, promoveu a atualização sucessiva das regras técnicas ITED.

No que respeita à utilização de tecnologias de comunicação e de informação, Portugal compara com os países mais desenvolvidos a nível europeu e mundial, sendo já uma referência no que respeita às regras técnicas para o projeto e instalação de infraestruturas de telecomunicações.

Estas regras, apesar de nem sempre consensuais, têm sido um veículo para a promoção da concorrência e competitividade no mercado liberalizado do acesso a redes e

serviços de telecomunicações no nosso país, o que contribuiu diretamente para a redução da fatura associada às telecomunicações.

Por outro lado, as regras ITED têm sido aproveitadas de forma inteligente pela indústria nacional de equipamentos e materiais ITED, como referencial de qualidade para a exportação para outros países, designadamente países de língua oficial portuguesa, compensando a profunda crise sentida no mercado nacional.

Mas se esta realidade é indiscutível entre todos os profissionais, será necessário igualmente ter em conta os constrangimentos e custos resultantes destas sucessivas alterações das regras técnicas na atividade profissional dos técnicos ITED na própria indústria, cujo ciclo de vida de um novo produto nem sempre se compatibiliza com os períodos de atualização das regras ITED.

O novo Manual ITED flexibiliza consideravelmente as regras, o que vai de encontro à realidade atual do setor e ao contexto económico da construção civil. No entanto esta flexibilização das prescrições mínimas deve ser também encarada como um incremento na responsabilidade do Projetista ITED, cabendo ao técnico o ónus das opções efetuadas em sede de projeto. O projetista deverá ter em conta a defesa dos interesses dos cidadãos, mas também assegurar a qualidade, eficiência e eficácia da infraestrutura projetada.

Referências

- 1] ANACOM, Manual ITED – 3ª Edição – Prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em edifícios, setembro de 2014.
- [2] CENELEC, EN 50174-1, *Information technology – Cabling installation – Part 2: Installation planning and practices inside*, Agosto 2000.

**S+****SCHMITT+SOHN
ELEVADORES**

ELEVADORES

O elevador modificou a arquitectura. E a arquitectura por sua vez inspirou-nos a criar um design inovador. Claro na forma e na função. Qualidade máxima para uma arquitectura exigente.



www.schmitt-elevadores.com



KNX - STANDARD INTERNACIONAL PARA O CONTROLO DA HABITAÇÃO E EDIFÍCIOS

Na fase de concepção de qualquer edifício, os termos conforto e poupança energética assumem uma relevância crescente. Para além dos aspetos puramente arquitetónicos (orientação do edifício, isolamento térmico e acústico, as fachadas em vidro etc), a introdução de elementos tecnológicos como é o caso da domótica ou imótica, contribuem simultaneamente para controlar as despesas energéticas e proporcionam mais conforto aos utilizadores.

A análise global da distribuição dos consumos energéticos em termos de energia final, revela que 50% dos consumos incidem nos sectores que agregam a iluminação, eletrodomésticos, aquecimento e arrefecimento.

No que diz respeito a climatização que representa 25% desse consumo, a taxa tende a aumentar em resultado da cada vez maior exigência em termos de conforto térmico, razão pela qual a intervenção com sistemas de controlo inteligente revela poupanças energéticas significativas.

O KNX, standard internacional para o controlo de habitações e edifícios, cumpre com os requisitos dos standards europeus, CENELEC 5009 e CEN EN 13321-1. Sendo vários os fabricantes que desenvolvem soluções em KNX, os diversos intervenientes num projeto (arquiteto, instalador, projetista

e utilizador) sentem confiança acrescida neste tipo de solução.

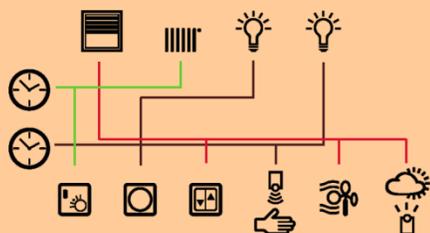
O KNX combina especialidades que eram habitualmente controladas separadamente:

- Iluminação
- Estores
- Aquecimento/Ar Condicionado/Ventilação
- Centro meteorológico
- Controlo temporizado
- Monitorização e sistema de alarme
- Gestão do edifício



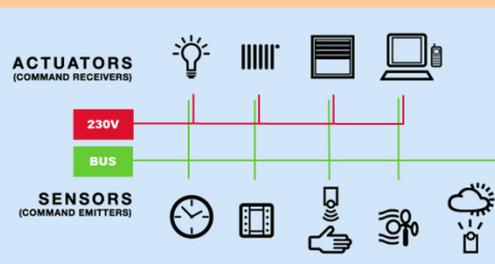
Numa solução convencional, a flexibilidade é reduzida, uma vez que existem muitas linhas separadas. Observando o esquema elétrico abaixo, é possível compreender a flexibilidade associada a tecnologia KNX.

A solução convencional: muitas linhas separadas, pouca flexibilidade.



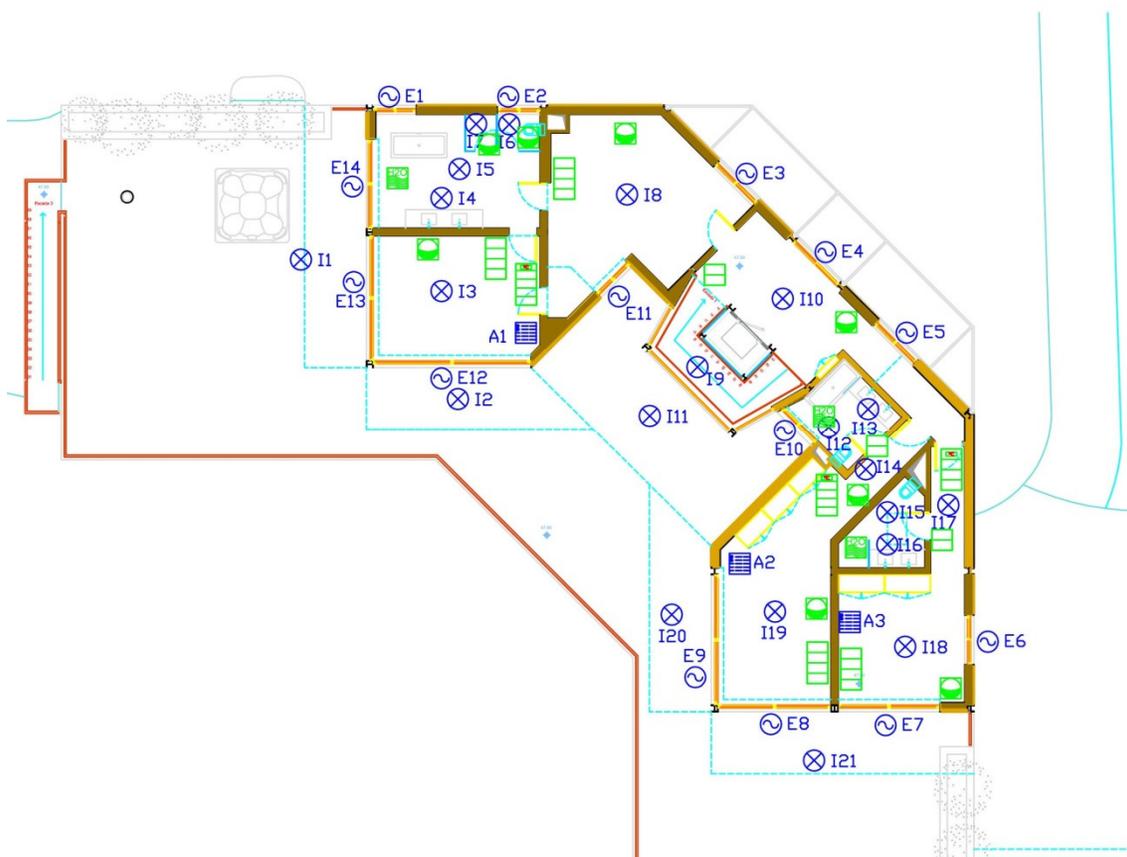
➔ As soluções convencionais são facilmente dominadas pelas suas limitações.

A solução inteligente: INSTABUS KNX EIB.



➔ O KNX EIB abre um leque de possibilidades quase ilimitado.

Case study - Projeto moradia



⊗	Circuito de Iluminação On/Off	⊗	Circuito de Iluminação Dimmerizado	⊗	Circuito Estores	⊗	Aquecimento	⊗	Pulsor de 1 Tecla	⊗	Pulsor de 2 Teclas	⊗	Pulsor de 4 Teclas	⊗	Pulsor de 3 Teclas	⊗	Pulsor de 3 Teclas + Termóstato	⊗	Pulsor de 4 Teclas + Termóstato	⊗	Pulsor de 5 Teclas + Termóstato	⊗	Painel Táctil	⊗	Detector de Movimento 180° 2.20m	⊗	EVA Electro-válvula de ÁGUA	⊗	EVG Electro-válvula de GÁS	⊗	Detector de ÁGUA	⊗	Detector de FUMO	⊗	Detector de GÁS
---	-------------------------------	---	------------------------------------	---	------------------	---	-------------	---	-------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	--------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	---------------------------------	---	---------------	---	----------------------------------	---	-----------------------------	---	----------------------------	---	------------------	---	------------------	---	-----------------

No projeto da moradia aqui retratado, o sistema KNX permite o controlo da iluminação (on/off), o controlo dos estores, o controlo da temperatura, a segurança (intrusão, inundação, incêndio e monóxido de carbono), local e central através de um painel táctil (com servidor IP KNX).

Através dos pulsosres KNX é possível controlar cada um dos estores, pontos de iluminação, a temperatura de forma manual e independente, ou comandar esses equipamentos utilizando o conceito de cenários (conjunto de ações pré-definidas acionadas a determinadas teclas).

Deste modo, e a título de exemplo, será possível definir uma tecla para desligar toda a iluminação da habitação (ou parte dela), e outra tecla para abrir/fechar todos os estores.

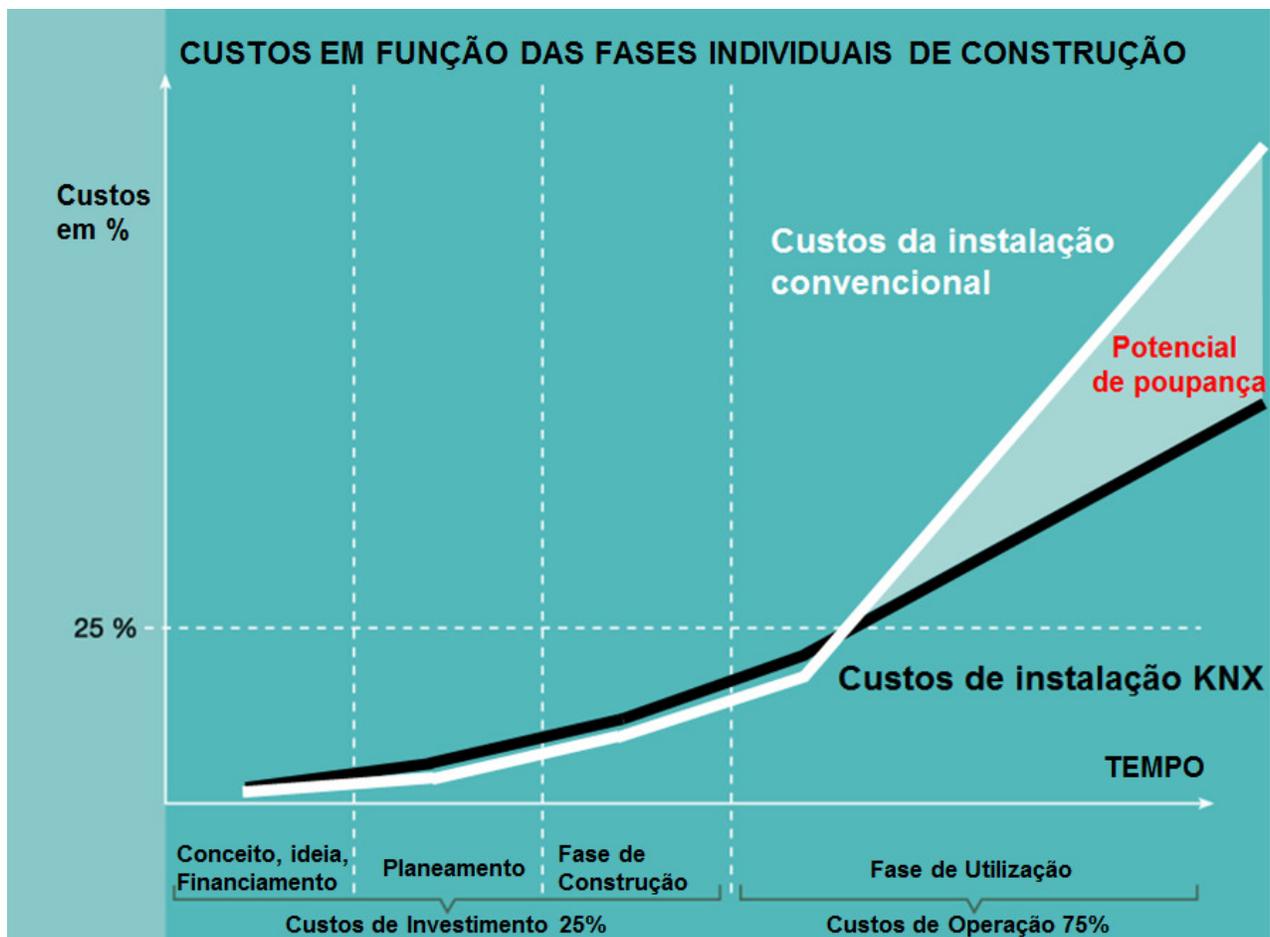
É possível combinar numa única unidade quatro funções instabus KNX: termóstato com visor informativo, botão de pressão e temporizador. Os cenários de iluminação e outras aplicações podem ser facilmente definidos à medida das suas necessidades, com um software tão simples que qualquer pessoa o poderá fazer.

O sistema de segurança foi concebido para proporcionar a máxima segurança com o mínimo de intervenção humana e uma integração total com o sistema KNX, contemplando:

- Segurança contra intrusão e segurança 24 horas (fumo, água, e gás);
- Comunicação telefónica de ocorrência de eventos através de mensagens de voz;
- Comando remoto por telefone através de comandos tonais (DTMF) tanto de segurança como da domótica;
- Integração funcional total com o sistema KNX, permitindo obter informação de estados num painel táctil.
- Utilização de detetores de movimento KNX nas zonas de circulação para a função alarme (quando ativo);

Neste projeto considerou-se a central de segurança KNX, comunicador telefónico, sirene exterior e interior, intrusão (detetores de movimento), inundação (sondas), e incêndio (detetores de fumo).

O controlo de todos os componentes proporciona um excelente nível de conforto e uma poupança energética que, decerto favorecerá a amortização da instalação num curto período de tempo, para além de contribuir para que a moradia seja energeticamente ecológica.



CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÕES DE CURTA DURAÇÃO

O Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, disponibiliza um conjunto de cursos de especialização de curta-duração destinados fundamentalmente aos alunos de cursos de engenharia, bacharéis, licenciados e mestres recém-formados na área da Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica, assim como quadros no ativo que pretendam atualizar conhecimentos ou adquirirem competências em áreas transversais da Engenharia Eletrotécnica.

Os cursos terão uma duração variável entre as 8 e as 16 horas, funcionarão à sexta-feira em horário pós-laboral, ou preferencialmente ao sábado de manhã. O requisito mínimo para frequentar estes cursos será o 12º ano completo, sendo recomendada a frequência de uma licenciatura ou mestrado em Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica.

- Dispositivos Lógicos Programáveis (FPGAs)
- Máquinas Elétricas Assíncronas de Indução
- Eficiência Energética na Iluminação Pública
- Máquinas Elétricas Síncronas de Corrente Alternada
- Instrumentação e Medidas Elétricas
- Projeto ITED de uma Moradia Unifamiliar
- Máquinas Elétricas - Transformadores
- Projeto de Redes de Terra em Instalações de Baixa Tensão
- Máquinas Elétricas de Corrente Contínua
- Verificação, Manutenção e Exploração Instalações Elétricas de Baixa Tensão

Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia do Porto
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 471, 4200 - 072 Porto
Telefone: +351 228340500 Fax: +351 228321159

www.dee.isep.ipp.pt



AVALIAÇÃO DOS PRIMEIROS 6 ANOS DE UMA MICROPRODUÇÃO FOTOVOLTAICA

1. Introdução

As energias fósseis foram um fator vital para a industrialização até à atualidade. Mas a sua utilização não é neutra do ponto de vista ambiental, pois são libertados gases de efeito de estufa (GEE), que estão a alterar o equilíbrio da nossa atmosfera que existia no período pré-industrial.

Apoiado em estudos científicos cada vez mais credibilizados pela comunidade científica, o poder político está a ficar cada vez mais consciente das suas consequências climáticas, e por isso empenhado em mudar a matriz energética com vista à sua progressiva redução, substituindo-as por energias renováveis. Por outro lado, o custo unitário de produção de energia elétrica a partir da energia solar e eólica, devido à progressiva evolução tecnológica que se está a verificar na sua conversão, está continuamente a baixar, concorrendo já em mercado em igualdade de circunstâncias com as energias fósseis, permitindo dessa forma a anulação de subsídios que foram inicialmente necessários para que fosse viável economicamente a sua exploração.

Portugal não é exceção, e para cumprir compromissos internacionais de redução de produção de GEE, tem incrementado a exploração de energias renováveis endógenas, como a energia eólica, solar e biomassa, baixando a utilização e dependência das energias fósseis, que na sua totalidade são importadas.

Neste sentido foi publicado o Decreto-Lei n.º 363/2007, abrindo a possibilidade da instalação de microprodução por particulares, que é o caso descrito neste artigo, pois a microprodução fotovoltaica está localizada na residência do autor.

2. Projeto

2.1. Estudo da viabilidade económica

O estudo de viabilidade económica foi realizado com base em três orçamentos solicitados a três empresas diferentes, para o fornecimento de uma unidade de microprodução fotovoltaica (FV), em igualdade de exigência de trabalhos a realizar.

Um dos aspetos fundamentais solicitados foi o fornecimento de histórico de produção de outras unidades idênticas já instaladas pelas empresas, no sentido de aferir de uma forma real da sua viabilidade económica, pois após a publicação do Decreto-Lei n.º 363/2007, já tinham sido pedidos orçamentos, e a não existência de dados reais impediram o investimento por a sua viabilidade económica não estar assegurada. Os resultados deste estudo são apresentados na Tabela 2.1.

Como se pode ver na Tabela 2.1, a proposta 3 foi a escolhida por ter os melhores indicadores económicos. O investimento foi realizado recorrendo a capitais próprios.

Tabela 2.1 – Características das unidades FV, orçamentos e indicadores económicos

Proposta	Painéis				Produção (kWh)			Investimento					Euros / Wp
	Marca	Refer.	Quant.	Potência (Wp)		Real	Simulação SunnyDesign	Valor	Menos IRS	Payback	VAL	TIR	
				Unitária	Total								
Proposta 1	Martifer		18	220	3960	5330	5580	18 384 €	17 584 €	7 A e 9 meses	4 921 €	7,48%	4,440 €
	Martifer		20	220	4400	5920	5962	20 809 €	20 009 €	8 A e 5 meses	4 969 €	7,09%	4,548 €
Proposta 2	Suntech	STP180S	24	180	4320	5850		21 840 €	21 040 €	8 A e 11 meses	4 527 €	6,69%	4,870 €
Proposta 3 Eurico Ferreira	TITAN	S6-60	18	240	4320	5810	6024	19 600 €	18 800 €	7 A e 6 meses	5 746 €	7,78%	4,352 €

2.2. Localização e entrada em serviço

A unidade de microprodução FV está localizada em Santo Tirso, no telhado da residência do autor (Figura 2.1), e entrou ao serviço às 15:15 horas do dia 25 de Junho de 2010.



Figura 2.1 – Microprodução FV instalada no telhado da residência do autor

Os painéis estão fixados a uma estrutura metálica presa ao telhado da casa.

O inversor (Equinox da Salicru) foi colocado no interior da garagem localizada no piso inferior, ficando desta forma protegido do mau tempo e das variações da temperatura que ocorrem durante o ano.

O contador encontra-se no muro exterior da casa junto ao contador da casa.

3. AVALIAÇÃO DOS PRIMEIROS 6 ANOS

3.1. Análise da produção de energia elétrica no 1º ano

O registo diário da produção de energia elétrica através da leitura do contador no 1º ano permitiu a sua caracterização. No período de ausência de registo diário (férias) foi registado o valor médio no mesmo período.

Na Figura 3.1 são apresentados os valores de produção mínima e máxima por mês, referentes ao 1º ano.

O mês com menor variação de produção foi o mês de Agosto de 2010, com a produção máxima diária de 28 kWh e a mínima de 20 kWh. No outro extremo, estão as produções do mês de Janeiro de 2011 com uma produção máxima de 17 kWh e uma mínima de 1 kWh.

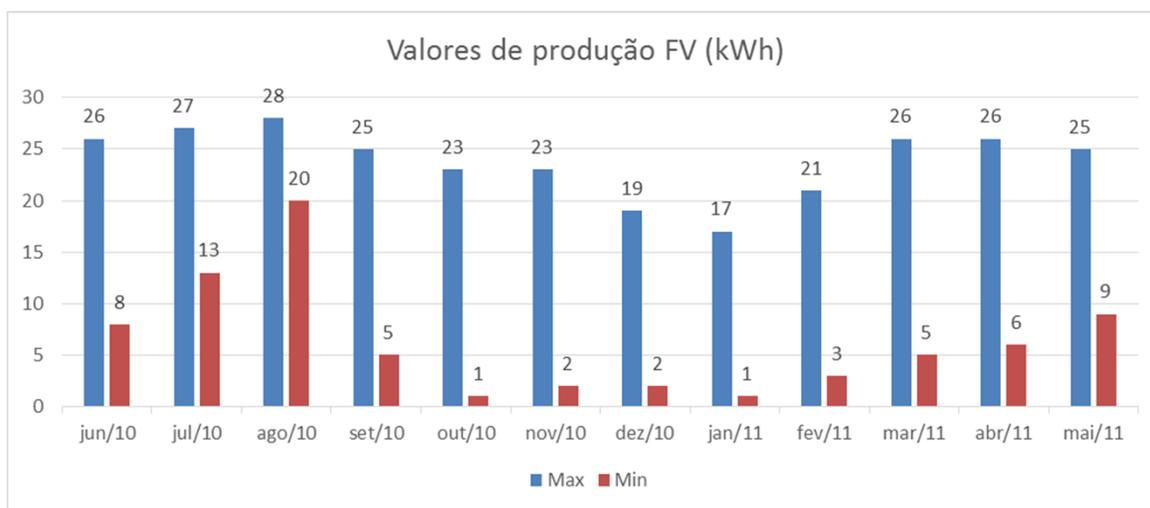


Figura 3.1 – Valores máximos e mínimos diários no 1º ano de produção

Na Figura 3.2 são apresentadas as produções diárias por mês, onde se pode verificar que as grandes variações de produção correspondem aos meses de inverno, refletindo claramente os períodos de maior variação da radiação solar.

É também de salientar que em todos os dias do ano houve produção, mesmo em dias de muita fraca radiação.

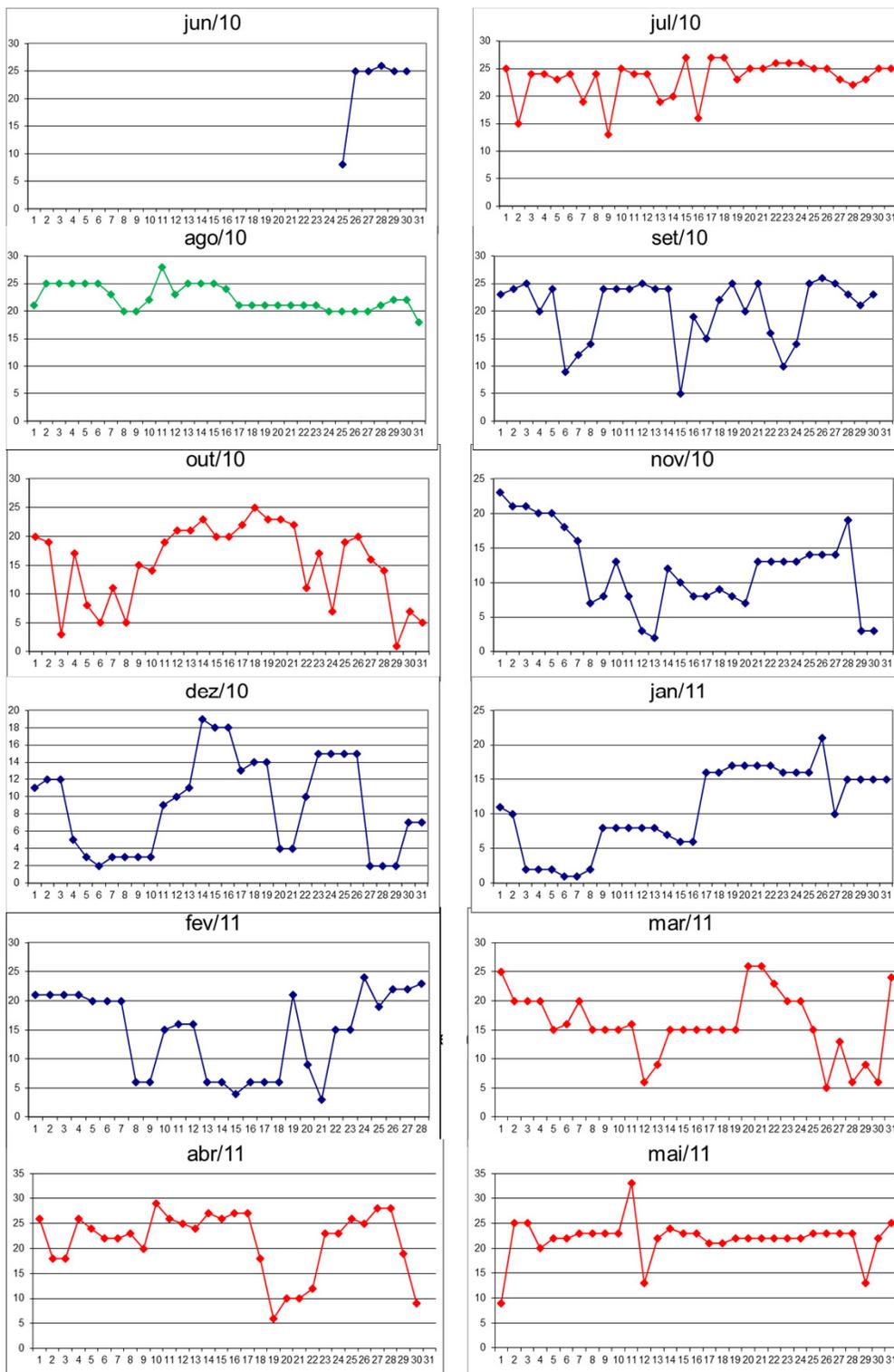


Figura 3.2 – Produção diária da microprodução FV por mês no primeiro ano (kWh)

3.2. Análise da produção de energia elétrica até Dezembro de 2016

A partir das faturas enviadas mensalmente pela EDP Universal, cujo fecho é ao dia 13 de cada mês, foi possível registar as produções mensais até ao presente mês de Dezembro de 2016, e que são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Produções mensais até Dezembro de 2016

Mês	Produção (kWh)						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan		265	395	244	190	385	189
fev		467	503	278	197	338	251
mar		413	604	372	395	384	450
abr		586	585	418	502	596	503
mai		627	457	683	611	460	493
jun		701	598	627	638	701	636
jul	417	616	609	669	610	642	666
ago	743	706	718	667	600	629	691
set	656	590	651	703	631	539	664
out	516	614	501	516	430	528	549
nov	470	388	387	306	347	399	359
dez	268	298	302	440	298	351	319

Na Tabela 3.2, apresentam-se as variações mensais calculadas a partir dos valores mensais das faturas (ver Tabela 3.1). Estas variações refletem as variações da radiação solar ao longo do ano sendo mais expressivas no inverno.

No mês de Janeiro é onde se verifica as maiores variações, havendo em 2015 um crescimento de 102,6 % face ao ano anterior, e em 2016 um decréscimo de 50,9 % face à produção verificada em 2015. Por outro lado, nos meses de verão é que se verifica a menor variação, havendo nos meses de Julho e Agosto aumentos/decréscimos abaixo dos 10%.

Na Tabela 3.3 são apresentadas as produções anuais registadas a partir das leituras efetuadas nos dias 25 de Junho de cada ano, obtendo-se assim as produções anuais.

Tabela 3.2 – Variação das produções mensais face ao mês do ano anterior (até Dezembro de 2016)

Mês	Variações da produção face ao mês do ano anterior (%)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
jan		49,1%	-38,2%	-22,1%	102,6%	-50,9%
fev		7,7%	-44,7%	-29,1%	71,6%	-25,7%
mar		46,2%	-38,4%	6,2%	-2,8%	17,2%
abr		-0,2%	-28,5%	20,1%	18,7%	-15,6%
mai		-27,1%	49,5%	-10,5%	-24,7%	7,2%
jun		-14,7%	4,8%	1,8%	9,9%	-9,3%
jul	47,7%	-1,1%	9,9%	-8,8%	5,2%	3,7%
ago	-5,0%	1,7%	-7,1%	-10,0%	4,8%	9,9%
set	-10,1%	10,3%	8,0%	-10,2%	-14,6%	23,2%
out	19,0%	-18,4%	3,0%	-16,7%	22,8%	4,0%
nov	-17,4%	-0,3%	-20,9%	13,4%	15,0%	-10,0%
dez	11,2%	1,3%	45,7%	-32,3%	17,8%	-9,1%

Tabela 3.3 – Produções anuais (até Junho de 2016)

Ano	Produção (kWh)	
1ª	6 393	
2ª	6 335	-0,91%
3ª	5 817	-8,18%
4ª	5 788	-0,50%
5ª	5 811	0,39%
6ª	5 952	2,43%

Como se pode ver na mesma Tabela 3.3, no primeiro ano a produção foi de 6 393 kWh, valor acima do verificado no primeiro ano numa outra unidade FV (5 810 kWh) instalada pela mesma empresa (ver Tabela 2.1).

Sendo também um valor acima da produção encontrada na simulação efetuada com o *software SunnyDesign* da SMA (6 040 kWh).

Este resultado surpreendente é justificado pela boa dissipação de calor dos painéis, devido à localização da casa proporcionar uma brisa natural e da distância ao telhado proporcionar uma boa ventilação.

A variação da produção anual oscila refletindo a variação da radiação solar anual e a redução progressiva da produção dos painéis.

O fabricante dos painéis garante uma produção de 90% ao fim de 12 anos, mas teríamos que ter uma radiação solar anual constante para que fosse possível a sua avaliação rigorosa.

Calculando a reta de tendência da curva de produções anuais através da sua regressão linear, verifica-se que esta é coincidente com a redução anual à taxa de 2% (ver Figura 3.3). Por essa razão, podemos concluir que a redução da produção está a ser mais elevada do que previsto pelo fabricante.

3.3. Avarias verificadas nos primeiros 6 anos

Até ao momento, a microprodução FV não registou nenhuma avaria, havendo só a registar uma único desarme da proteção devido a uma descarga atmosférica.

O inversor, o equipamento mais sensível e mais sujeito a avarias, ao ter ficado instalado no interior da garagem, contribuiu decididamente para uma boa fiabilidade registado até ao momento.

3.4. Análise da evolução económica nos primeiros 6 anos

A aplicação do Decreto-Lei n.º 363/2007 permitiu a tarifa bonificada de 0,5573 €/kWh no ano zero (2010) e nos 5 anos seguintes.

Esgotado o primeiro período, em janeiro de 2016 a tarifa foi reduzida para 0,2861 €/kWh.

Na Tabela 3.4 é apresentada a evolução económica até ao mês de Dezembro de 2016.

Variação da produção

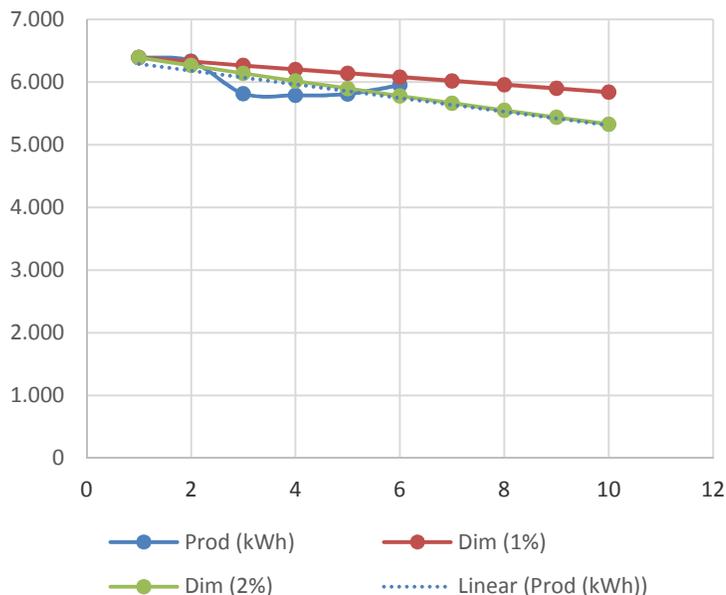


Figura 3.3 – Variação da produção anual da microprodução FV nos primeiros 6 anos

Tabela 3.4 – Evolução económica (até Dezembro de 2016)

Ano	Produção (kWh)	Receita Líquida		
		Anual	Acumulada	%
2010	3 070	1 710,91 €	1 710,91 €	9,10%
2011	6 271	3 494,83 €	5 205,74 €	27,69%
2012	6 310	3 516,56 €	8 722,30 €	46,40%
2013	5 923	3 300,89 €	12 023,19 €	63,95%
2014	5 449	3 036,73 €	15 059,92 €	80,11%
2015	5 952	3 317,05 €	18 376,97 €	97,75%
2016	5 770	1 680,36 €	20 057,33 €	106,69%

O retorno total do capital (Payback) ocorreu no mês de Abril de 2016, 6 anos e 8 meses após a entrada em serviço e 10 meses antes do previsto no estudo económico (ver Tabela 2.1). Para este bom desempenho económico muito contribuiu a produção acima do esperado.

Como se pode ver na Tabela 3.4, no mês de Dezembro de 2016 o capital já atingiu uma remuneração bruta de 6,7 %, que corresponde a uma remuneração anual de cerca de 1%.

4. Conclusões

A análise realizada às produções diárias (1º ano de serviço), mensais e anuais permitem concluir que estas estão muito dependentes dos níveis da radiação solar, que são mais constantes nos meses de verão e muito variáveis no inverso, seguindo naturalmente a variação das condições atmosféricas.

A produção está acima do previsto na simulação efetuada, assim como a registada noutra instalação equivalente

instalado pelo mesmo fabricante, indiciando uma boa ventilação dos painéis, que permite baixar a temperatura dos painéis e aumentar a produção.

A microprodução FV não registou nenhuma avaria até ao momento, tendo por isso uma fiabilidade de 100%, havendo só a registar uma único desarme da proteção devido a uma descarga atmosférica.

O investimento efetuado com capitais próprios foi crucial para o bom desempenho económico.

Notas soltas: (Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto)

Energia primária: a energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis não transformada ou convertida.

Energias renováveis: a energia de fontes não fósseis renováveis, designadamente eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, hídrica, de biomassa e de biogás.

Sistema passivo: o sistema construtivo concebido especificamente para reduzir as necessidades energéticas dos edifícios, sem comprometer o conforto térmico dos ocupantes, através do aumento dos ganhos solares, designadamente ganhos solares diretos, paredes de trombe ou estufas, na estação de aquecimento ou através do aumento das perdas térmicas, designadamente ventilação, arrefecimento evaporativo, radiativo ou pelo solo, na estação de arrefecimento.

Sistema técnico: o conjunto dos equipamentos associados ao processo de climatização, incluindo o aquecimento, arrefecimento e ventilação natural, mecânica ou híbrida, a preparação de águas quentes sanitárias e a produção de energia renovável, bem como, nos edifícios de comércio e serviços, os sistemas de iluminação e de gestão de energia, os elevadores e as escadas rolantes.

Plano de racionalização energética (PRE): o conjunto de medidas exequíveis e economicamente viáveis de racionalização do consumo ou dos custos com a energia, tendo em conta uma avaliação energética prévia.

Sistema de climatização: o conjunto de equipamentos coerentemente combinados com vista a satisfazer objetivos da climatização, designadamente, ventilação, aquecimento, arrefecimento, humidificação, desumidificação e filtragem do ar.

Sistema de climatização centralizado: o sistema de climatização em que os equipamentos de produção térmica se concentrem numa instalação e num local distintos dos espaços a climatizar, sendo o frio, calor ou humidade transportados por um fluido térmico.

Potência térmica: a potência térmica máxima que um equipamento pode fornecer para efeitos de aquecimento ou arrefecimento do ambiente, em condições de ensaio normalizadas.

Sistema solar térmico: o sistema composto por um coletor capaz de captar a radiação solar e transferir a energia a um fluido interligado a um sistema de acumulação, permitindo a elevação da temperatura da água neste armazenada.

FUNDAMENTOS DA DETEÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

PARTE 2.

7. Detetores automáticos

Conforme referido no parágrafo 3 do artigo publicado no número 17 da revista Neutro à Terra, existem no mercado, diversos tipos de detetores automáticos de incêndio.

Os detetores de incêndio são normalmente concebidos para detetar uma ou mais características de um incêndio: fumo, calor, radiação (chama) e outros produtos de combustão.

Cada tipo de detetor responde com rapidez diferente aos diferentes tipos de incêndio.

De entre os diversos tipos de detetores, os detetores de fumos e de temperatura, são os mais utilizados, permitindo dar resposta à generalidade das necessidades de deteção.

Para situações particulares de deteção são usados outro tipo de detetores como os detetores de chamas e os detetores lineares.

i. Detetores de fumos (Óticos)

Os detetores óticos de fumo são rápidos na deteção de um fogo e têm uma resposta suficientemente vasta para permitir uma utilização generalizada.

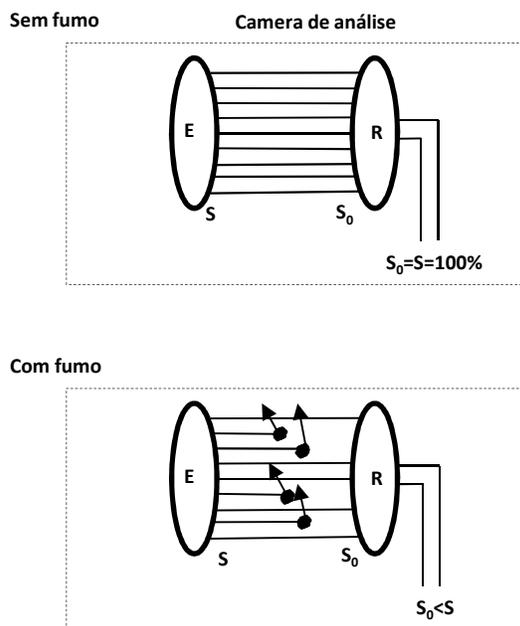
Respondem a fumo visível, sendo bom para fogos onde não há chamas, como é o caso de fogos com tecidos, mobília, móveis, etc.. Não detetam os produtos de combustão limpa de líquidos inflamáveis (tal como o álcool).

São ideais para espaços amplos, onde a presença de fumo é mais facilmente detetada do que a elevação de temperatura, pois o calor dissipa-se mais facilmente.

Os detetores de fumos não são apropriados para locais onde se verifique a permanente existência de fumos, vapor ou pó, como é o caso de garagens, cozinhas e indústrias transformadoras de madeiras, devido à possibilidade de ocorrência de falsos alarmes.

Os detetores óticos de fumos podem ter como princípio de funcionamento a absorção de luz ou a dispersão de luz.

A figura 1 ilustra o princípio de funcionamento de um detetor ótico de fumos de absorção de luz.



E: Emissor (Fonte de luz)

R: recetor (Fotocélula)

S: Sinal

Figura 1. Princípio de funcionamento de um detetor ótico de fumos de absorção de luz

A figura 2 ilustra o princípio de funcionamento de um detetor ótico de fumos de dispersão de luz.

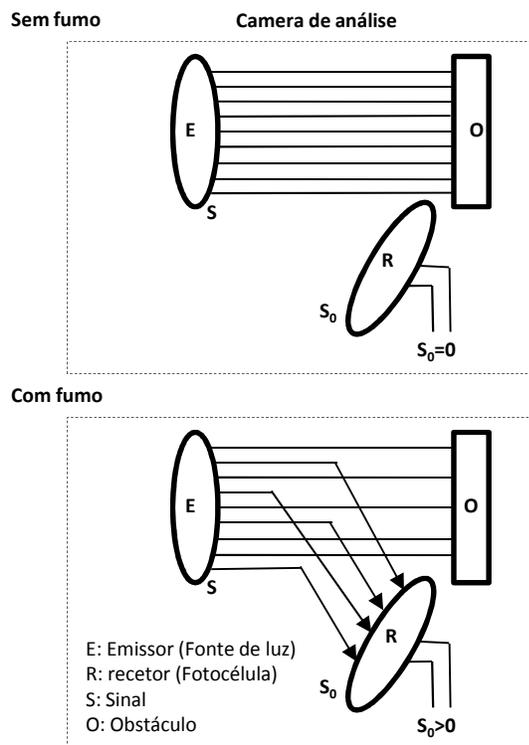


Figura 2. Princípio de funcionamento de um detetor ótico de fumos de dispersão de luz

A figura 3 mostra uma imagem de um detetor ótico de fumos.



Figura 3. Detetor ótico de fumos [SIEMENS]

ii. Detetores de feixe

Os detetores de feixe, também designados como detetores lineares de fumos, são uma solução muito interessante para proteção contra incêndios em locais interiores, abertos e com elevadas dimensões.

São robustos, de fácil instalação, de manutenção reduzida, têm uma fiabilidade elevada (reduzida probabilidade de ocorrência de falsos alarmes) e, promovem uma deteção da situação de alarme muito rápida, o que num sistema automático de segurança, são aspetos fundamentais.

Como situações onde podem ser empregues os detetores lineares de fumos, podem-se referir:

- Grandes espaços com tetos altos de difícil acesso para manutenção;
- Empresas de reciclagem;
- Edifícios históricos, igrejas, museus;
- Naves industriais, armazéns;
- Centros comerciais;
- Corredores,...

Um detetor de feixe consiste fundamentalmente num emissor de fluxo luminoso, visível ou invisível, cuja intensidade é medida por uma célula: o recetor. O recetor focaliza o fluxo recebido e oferece características de vigilância.

Os fumos emanados de um foco vão atenuar o fluxo do emissor, provocando assim uma modificação das características do fluxo recebido pelo recetor.

A informação de alarme resulta de um valor pré-determinado da atenuação do fluxo luminoso.

A figura 4 mostra o princípio de funcionamento de um detetor de feixe.

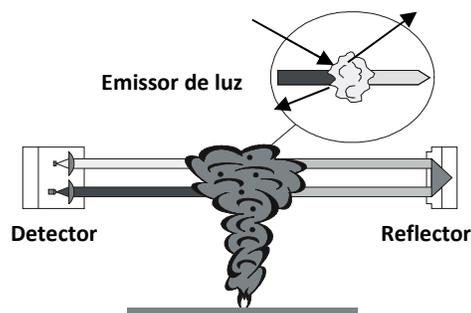


Figura 4. Princípio geral de funcionamento de um detetor de feixe

A figura 5 mostra uma imagem de um detetor de feixe, constituído por um emissor/recetor e um espelho refletor.



Figura 5. Detetor de feixe [SIEMENS]

iii. Câmaras de aspiração

Utilizam um sistema de aspiração elétrico e uma rede de tubagem para recolher ar ambiente da área protegida e para transportar a amostra a um sensor que pode estar colocado fora dessa área.

A tubagem de recolha tem normalmente vários orifícios, e a densidade do fumo no sensor será o valor médio da densidade do fumo de todos os orifícios da tubagem.

O ar ambiente dos locais de risco, vigiados por este processo, é controlado numa câmara intercalada na rede, onde está incorporado um detetor de fumos.

A figura 6 mostra uma imagem de um sistema de deteção de incêndios por aspiração.



Figura 6. Sistema de deteção de incêndios por aspiração [SIEMENS]

iv. Detetores de temperatura (Térmicos)

São geralmente considerados como os menos sensíveis dos vários tipos de detetores disponíveis.

Em geral um detetor de temperatura tem uma resposta mais lenta do que os detetores de fumos.

Para incêndios que produzam um rápido aumento de temperatura e muito pouco fumo pode acionar um detetor de temperatura antes de acionar um detetor de fumo.

A deteção é baseada em termistências, cuja resistência elétrica varia fortemente quando a temperatura sobe.

A alteração da corrente elétrica que daí resulta dará o sinal.

A figura 7 mostra o princípio geral de funcionamento de um detetor de temperatura.

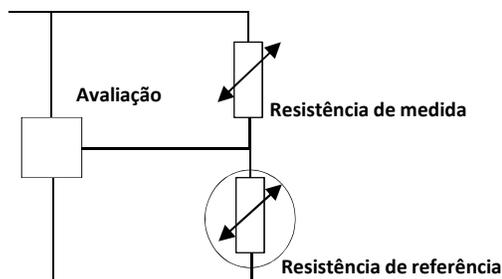


Figura 7. Princípio geral de funcionamento de um detetor de temperatura

Os detetores de temperatura fixa são mais adequados em locais onde se prevê que a temperatura ambiente possa variar rapidamente em curtos espaços de tempo, enquanto que os detetores termovelocimétricos são mais adequados em locais onde as temperaturas ambientes são baixas ou variam lentamente.

A figura 8 mostra uma imagem de um detetor de temperatura.



Figura 6. Detetor de temperatura [SIEMENS]

v. Detetores lineares de calor

Os detetores lineares de calor, são uma solução muito interessante, para proteção contra incêndios em locais exteriores e em locais nos quais se possa verificar a presença de agentes químicos, corrosão, níveis de humidade e poeira elevados e altas temperaturas.

Como situações onde podem ser empregues os detetores lineares de temperatura, pode-se referir:

- Túneis;
- Minas;
- Parques de estacionamento;
- Estações ferroviárias, terminais de passageiros, corredores de ligação;
- Depósitos de líquidos e gases combustíveis
- Estações de abastecimento de combustível;
- Locais ATEX;
- Galerias e caminhos de cabos;
- Fábricas químicas, farmacêutica, tintas,...

Os detetores lineares de calor são robustos, de fácil instalação, de manutenção reduzida, têm uma fiabilidade elevada (reduzida probabilidade de ocorrência de falsos alarmes) e promovem uma deteção da situação de alarme muito rápida, além de permitir indicar, na unidade de controlo, qual o ponto de alarme ao longo do seu comprimento o que, num sistema automático de segurança, são aspetos fundamentais.

Existem diversas tecnologias dos detetores lineares de calor:

- Deteção linear de temperatura por variação de pressão

Uma das tecnologias baseia-se na alteração da resistência de um condutor elétrico causada por uma variação de temperatura.

Num cabo sensor, constituído por quatro condutores, cada um dos seus condutores está rodeado por um material com um coeficiente de temperatura negativo e envolvido numa cobertura externa resistente ao calor.

Dois condutores estão ligados à extremidade do cabo do sensor para criar dois loops.

A extremidade do cabo do sensor encontra-se, assim, hermeticamente selada.

Ambos os loops são continuamente monitorizados.

Em caso de interrupção ou curto-circuito, a unidade de controlo gera uma mensagem de avaria ou alarme.

Se a temperatura subir, a resistência elétrica entre os dois loops altera-se.

A unidade de controlo deteta esta alteração e sinaliza o alarme se a temperatura de resposta definida for excedida.

A figura 8 mostra uma unidade de controlo do sistema anteriormente descrito.



Figura 8. Detetor Linear de Calor (Bosch)

- **Detecção linear de temperatura por variação de resistência**

Consiste na monitorização da expansão volumétrica de um gás sujeito a aquecimento e no aumento correspondente da pressão num sistema pneumaticamente estanque.

O detetor de calor é composto, genericamente, por um tubo sensor e uma caixa de deteção (com unidade de controlo).

O sensor de pressão mede continuamente a pressão no tubo sensor e envia os sinais para monitorização pela unidade de controlo.

Se a pressão no tubo sensor subir rapidamente, devido a um aumento de temperatura, a unidade de controlo sinaliza o alarme.

vi. **Detetores de chamas**

Os detetores de chamas detetam a radiação emitida pelo incêndio, podendo ter como princípio de funcionamento a deteção da radiação ultravioleta, a radiação infravermelha, ou a combinação das duas.

São inadequados para detetar incêndios de combustão lenta, pelo que não devem ser considerados como de utilização generalizada. Podem contudo responder a um incêndio com chama, como por exemplo envolvendo líquidos inflamáveis, mais rapidamente do que detetores de temperatura ou de fumo.

O espectro da radiação da maioria dos materiais inflamáveis tem uma banda suficientemente larga para permitir que a chama seja detetada por qualquer tipo de detetor de chamas, mas com alguns materiais (tal como materiais inorgânicos) pode ser necessário escolher o detetor de chamas capaz de responder a partes específicas do espectro dos comprimentos de onda.

Os detetores de chamas são particularmente adequados para ser utilizados em situações tais como a vigilância geral

de grandes áreas abertas em armazéns ou depósitos de madeiras, ou para a vigilância local de áreas críticas em que os incêndios com chama se possam propagar rapidamente, p. ex. em bombas, válvulas ou condutas contendo combustíveis líquidos, ou áreas com materiais combustíveis dispostos em finos planos de orientação vertical, tais como painéis ou pinturas a óleo.

Os detetores de chamas só deverão ser utilizados caso haja uma linha de vista para a área a ser protegida.

A figura 9 mostra um exemplo de um detetor de chama.



Figura 9. Detetor de chama (SIEMENS)

i. **Detetores multisensores**

Os detetores multisensores combinam um ou mais tipos de detetores (fumo/temperatura/chama/monóxido de carbono) e processam os sinais de cada tipo utilizando cálculos matemáticos.

Assim pode-se obter uma melhor distinção entre alarmes reais e intempestivos.

Bibliografia:

- [1] Regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios, Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro.
- [2] Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE), Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro.
- [3] Segurança Contra Incêndio em Edifícios, Notas técnicas, Autoridade Nacional da Proteção Civil (ANPC).
- [4] Norma EN 54 – Sistemas de deteção e de alarme de incêndio (Série).
- [5] Deteção e extinção de incêndio em *DataCenter*, Rui Miguel Barbosa Neto, 2014, ISEP. (Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia).

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



António Augusto Araújo Gomes

aag@isep.ipp.pt

Mestre (pré-bolonha) 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 Carvalho de Andrade

ata@isep.ipp.pt

Licenciatura. Mestrado e Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Colaborador da EDP – Energias de Portugal (22 anos)

Professor ajunto do departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do porto

Benilde Magalhães



José António Beleza Carvalho

jbc@isep.ipp.pt

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respetivamente.

Atualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Diretor do Departamento.



Manuel Bolotinha

manuelbolotinha@gmail.com

Licenciou-se em 1974 em Engenharia Eletrotécnica no Instituto Superior Técnico, onde foi Professor Assistente. Tem desenvolvido a sua atividade profissional nas áreas do projeto, fiscalização de obras e gestão de contratos de empreitadas de instalações elétricas, não só em Portugal, mas também em África, na Ásia e na América do Sul. Membro Sénior da Ordem dos Engenheiros e Membro da Cigré, é também Formador Profissional, credenciado pelo IEFP, conduzindo cursos de formação, de cujos manuais é autor, em Portugal, África e Médio Oriente.



Nuno António Fraga Juliano Cota

Professor Adjunto do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) na área de telecomunicações. Detentor do Título de Especialista em Engenharia de Telecomunicações pelo Instituto Politécnico de Lisboa.

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pelo Instituto Superior Técnico.

Presidente do Colégio de Eletrónica e Telecomunicações da Ordem dos Engenheiros Técnicos.

Consultor Externo da ANACOM para a elaboração das regras técnicas ITED3 e ITUR2.

