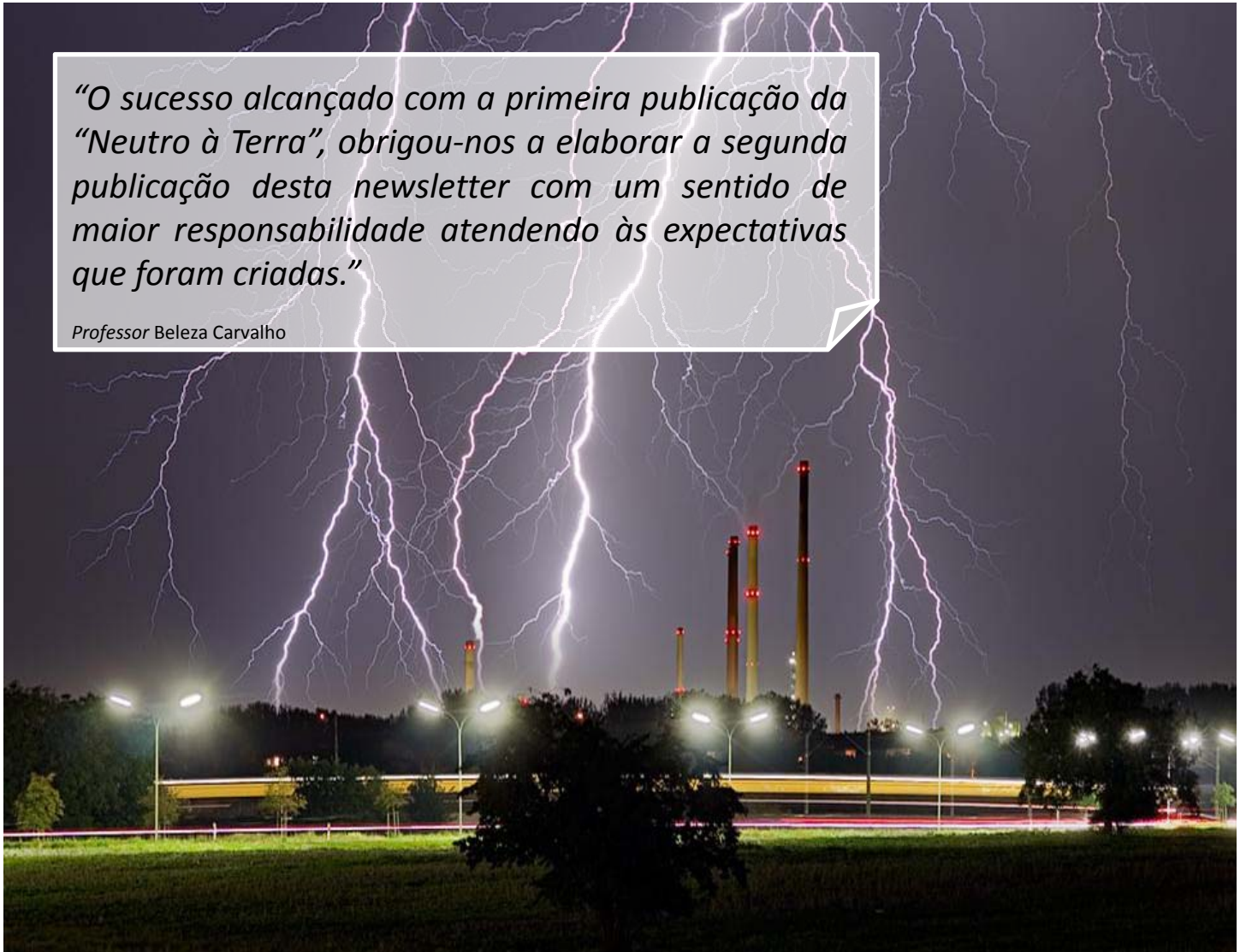


# NEUTRO À TERRA

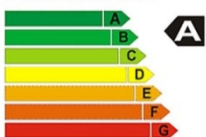
Revista Técnico-Científica | Nº2 | Outubro 2008  
<http://www.neutroaterra.blogspot.com>

*“O sucesso alcançado com a primeira publicação da “Neutro à Terra”, obrigou-nos a elaborar a segunda publicação desta newsletter com um sentido de maior responsabilidade atendendo às expectativas que foram criadas.”*

Professor Beleza Carvalho



MAIS EFICIENTE



MENOS EFICIENTE



Eficiência Energética  
Pág. 4



Telecomunicações  
Pág. 18



Domótica  
Pág. 27



Máquinas Eléctricas  
Pág. 31



Instalações Eléctricas  
Pág. 38

## EDITORIAL

Professor José António Belezinha Carvalho  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

## ARTIGOS TÉCNICOS

- 04| Utilização Racional de Energia Eléctrica em Instalações Industriais.  
O caso da força motriz.  
Professor José António Belezinha Carvalho  
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 08| Legislação de Segurança Contra Incêndio em Edifícios.  
Presente e Futuro.  
Engº António Augusto Araújo Gomes  
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 18| ITED – Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios.  
Novos horizontes alcançados.  
Engº Sérgio Filipe Carvalho Ramos  
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 27| A Solução POWERLINE Para o Sector Residencial.  
Engº Roque Filipe Mesquita Brandão  
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 31| Sistemas Geradores em Aproveitamentos Eólicos.  
Engº Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo  
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 38| Harmónicos em Instalações Eléctricas.  
Causas, efeitos e normalização.  
Engº Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

## EVENTOS

- 49| Workshop: “Telecomunicações, Domótica e Segurança”  
25 de Junho de 2008 - ISEP

## FICHA TÉCNICA

DIRECTOR:	Professor Belezinha Carvalho
PAGINAÇÃO E GRAFISMO:	António Gomes
COLABORADORES:	Belezinha Carvalho, António Gomes, Henrique Silva, Pedro Melo, Roque Brandão, Sérgio Ramos
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Eléctricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTACTOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
DISTRIBUIÇÃO:	Gratuita por email

O sucesso alcançado com a primeira publicação da “Neutro à Terra”, confirmado pelas várias mensagens de felicitações e de incentivo que nos foram enviadas, provenientes de vários sectores relacionados com a Engenharia Electrotécnica, nomeadamente engenheiros projectistas de instalações eléctricas, empresas e alunos de cursos de engenharia electrotécnica, obrigou-nos a elaborar a segunda publicação desta “newsletter” com um sentido de maior responsabilidade atendendo às expectativas que foram criadas.

Os objectivos que se pretendem com esta publicação continuam os mesmos, ou seja, divulgar assuntos de carácter técnico-científico, com uma abordagem crítica, mas construtiva, de forma que esta publicação também possa ser vista como uma referência em assuntos relacionados com Engenharia Electrotécnica. No entanto, além dos assuntos relacionados com as Instalações Eléctricas, abordados na primeira publicação, entendemos abrir espaço na “Neutro à Terra” à publicação de artigos relacionados com a eficiência energética, as máquinas eléctricas e as energias renováveis, atendendo à crescente importância que estes assuntos tomam actualmente.

Nesta segunda publicação, pode-se encontrar assuntos reconhecidamente importantes e actuais. O problema da utilização racional de energia eléctrica nas instalações industriais, é actualmente um dos sectores em que se tem prioritariamente que tentar fazer economias. No artigo que é publicado, apresenta-se um conjunto de soluções para uma utilização mais racional da energia eléctrica no que respeita ao problema da força motriz, que é sem dúvida o equipamento mais relevante nas instalações industriais.

Outro assunto de grande interesse apresentado nesta publicação, tem a ver com necessidade de garantir a segurança das pessoas e dos bens, particularmente contra o risco de incêndio. Este assunto é actualmente de grande importância e, obrigatoriamente considerado, no âmbito da concepção e projecto das instalações eléctricas. No artigo apresentado é feita uma abordagem à legislação de segurança contra incêndios em edifícios, apresentando-se o estado da arte sobre este assunto.

As infra-estruturas de telecomunicações em edifícios são actualmente um assunto de importância incontornável. O regulamento em vigor, publicado em 2005, tem suscitado várias dúvidas, não sendo totalmente claro as competências dos vários agentes envolvidos no assunto, sendo por vezes considerado algo ambíguo em determinados pontos. O artigo que é apresentado, além do enquadramento legislativo, clarifica as várias competências dos agentes envolvidos e define os critérios a adoptar na procura das melhores soluções de âmbito tecnológico.

Outro assunto de grande interesse apresentado nesta publicação, tem a ver com a automatização das instalações habitacionais ou domésticas. Neste sector, cada vez mais, são colocadas exigências em termos de conforto na utilização dos equipamentos eléctricos e uma utilização cada vez mais eficiente da energia eléctrica, impondo a necessidade de edifícios “inteligentes”. A domótica tem aqui um papel fundamental. No artigo apresentado aborda-se a tecnologia “Powerline Carrier”, como uma alternativa aos sistemas domóticos tradicionais.

As formas alternativas de produção de energia eléctrica, especialmente as que são baseadas em fontes de energias renováveis, como a eólica, dominam a actualidade e são temas de investigação e projectos no âmbito da Engenharia Electrotécnica. Neste âmbito, os assuntos relacionados com as máquinas eléctricas e a conversão electromecânica de energia, são fundamentais. Nesta publicação é apresentado um artigo que foca as características mais relevantes dos principais sistemas de conversão de energia eólica, fundamentalmente no que se refere aos geradores e conversores estáticos de potência. No artigo são também referidos os princípios de base associados à conversão da energia eólica em energia eléctrica.

Finalmente, mas igualmente de grande importância, é publicado um artigo sobre o problema dos harmónicos nas instalações industriais. Este assunto, normalmente tema de estudos de investigação na área da engenharia electrotécnica, nem sempre é abordado com a profundidade desejável. O artigo faz o estado da arte sobre o assunto, enquadrando o problema no âmbito das normas em vigor.

Esperando que esta segunda publicação da “Neutro à Terra” satisfaça novamente as expectativas dos nossos leitores, sejam eles especialistas, ou simplesmente pessoas interessadas nestes assuntos, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, Outubro de 2008  
José António Beleza Carvalho

Prof<sup>o</sup> José António Beleza Carvalho  
 Instituto Superior de Engenharia do Porto

## Utilização Racional de Energia Eléctrica em Instalações Industriais. O caso da Força Motriz.



A produção de energia mecânica, através da utilização de motores eléctricos, absorve cerca de metade da energia eléctrica consumida no 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 acciona. Quando o regime de funcionamento é muito variável para permitir este ajustamento, pode-se equipar o motor com um conversor electrónico de variação de velocidade. Outra possibilidade é a utilização dos motores “de perdas reduzidas” ou de “alto rendimento”, que permitem economias consideráveis.

Os motores mais utilizados na indústria apresentam características de rendimento praticamente constantes acima da meia carga. Mas o seu  $\cos\phi$  continua a crescer para além deste valor, como se pode ver na figura 1. Abaixo da meia carga os motores consomem demasiada energia. Perto da plena carga em regime permanente, o aquecimento limita a sua longevidade.

Assim, os motores devem ser dimensionados de modo a funcionarem acima de 75% da sua carga nominal, obtendo-se as seguintes vantagens:

- melhor rendimento;
- factor de potência mais elevado;
- menor investimento no motor e aparelhagem de comando e protecção.

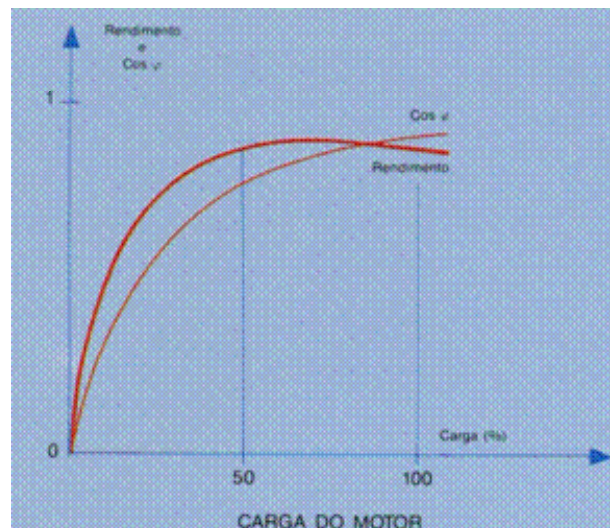


Figura 1: Variação do rendimento e do  $\cos\phi$  com a carga  
 (Fonte: documentos técnicos da E.D.P.)

Um método rápido para determinar o regime de carga de um motor assíncrono, consiste na comparação da velocidade de funcionamento (medida com um taquímetro) com a velocidade à plena carga (indicado na chapa de características), através da seguinte expressão:

$$\text{Regime de Carga (\%)} = \frac{n_s - n_m}{n_s - n_n} \times 100$$

em que:

$n_s$ : é a rotação síncrona do motor, e que depende do número de pólos da máquina

$n_m$ : é a rotação medida no veio da máquina

$n_n$ : é a rotação nominal da máquina

Na tabela seguinte apresenta-se os valores típicos das velocidades de sincronismo, para uma frequência da rede de 50 Hz.

Número de Pólos	2	4	6	8	10	12
Velocidade de sincronismo (rpm)	3000	1500	1000	750	600	500

**Tabela 1 – Número de pólos e rotação síncrona para 50Hz**

Por exemplo, um motor assíncrono de 4 pólos com 110kW, apresenta uma velocidade de funcionamento de 1495 rpm, uma velocidade de sincronismo de 1500 rpm e de plena carga de 1480 rpm. Nesta situação, o seu regime de carga será:

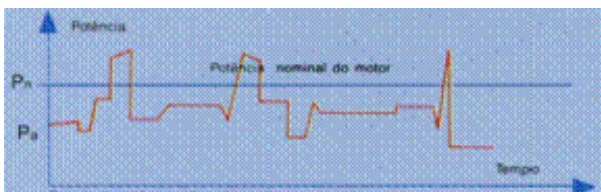
$$\text{Regime de Carga (\%)} = \frac{1500 - 1495}{1500 - 1480} \times 100 = 25\%$$

A carga que está acoplada terá uma potência de:

$$P = 110 \times 0,25 = 27,5 \text{ kW}$$

Nestas condições, é preferível utilizar um motor de 30 kW.

Para as situações de carga variável ao longo do dia, deve-se determinar um valor médio e dimensionar o motor em função do mesmo, de acordo com a figura seguinte.



**Figura 2: Diagrama do consumo de potência de um motor**

(Fonte: documentos técnicos da E.D.P.)

Para um grande número de actividades industriais, a utilização de motores de velocidade variável é indispensável ao processo de fabrico. É o caso, por exemplo, do accionamento dos laminadores, misturadores, centrifugadores, fornos rotativos, máquinas ferramentas ou na tracção eléctrica. O seu uso tornou-se clássico e as soluções evoluem a par e passo com os progressos técnicos. Existe, por outro lado, um domínio de aplicações novas onde a adopção da velocidade variável permite obter economias

sensíveis de energia. Trata-se muito globalmente do accionamento das máquinas rotativas receptoras (bombas, ventiladores, sopradores e compressores). Estas máquinas requerem, com efeito, a maior parte das vezes, uma regulação do ponto de funcionamento em função dos parâmetros de exploração do processo. Nestes casos, os métodos clássicos de regulação de velocidade traduzem-se em aumentos significativos da potência consumida em relação à necessidade real. São, pois, soluções vorazes em energia. A adopção de variadores electrónicos para regular a velocidade das máquinas rotativas é, actualmente, a solução mais eficiente, apresentando os seguintes benefícios:

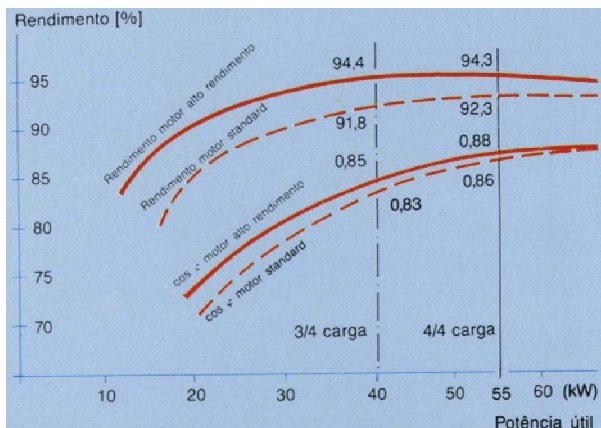
- economia de energia
- aumento da produtividade
- melhoria da qualidade do produto
- menor desgaste mecânico

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 electrónicos 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. Por outro lado, os variadores electrónicos de velocidade possuem diversos tipos de protecções para o motor, que deixam assim de ser adquiridas isoladamente e oferecem uma maior flexibilidade de colocação, podendo facilmente ser integrados em sistemas automáticos de gestão da produção.

Actualmente, encontra-se já disponível no mercado os chamados motores de “perdas reduzidas”, ou de “alto rendimento”, mais caros que os motores clássicos, mas cuja utilização se revela rentável quando o seu tempo anual de utilização for suficientemente longo. Os construtores aumentaram a massa de materiais activos (cobre e ferro) de forma a diminuir as induções, as densidades de corrente e, assim, reduzir as perdas no cobre e no ferro. Utilizam chapas

magnéticas de perdas mais reduzidas, entalhes especiais em certos casos e reformularam 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 do rendimento, compreendida entre 2 e 4,5%, e a do  $\cos\phi$ , permite amortizar rapidamente este aumento de preço. Para qualquer investimento em motores eléctricos efectuado, pelo menos, para 10 anos, os modelos de perdas reduzidas são fortemente competitivos.

Na figura 3, apresenta-se uma análise comparativa entre os motores convencionais e os motores de alto rendimento.



**Figura 3: Análise comparativa do rendimento e  $\cos\phi$  para motores convencionais e de alto rendimento, de 55kW**  
(Fonte: documentos técnicos da E.D.P.)

O acréscimo de custos dos motores de alto rendimento é recuperado através da economia de energia eléctrica que proporcionam.

O tempo de recuperação  $N$  do investimento suplementar devido à instalação de motores de alto rendimento, pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$N = \frac{\Delta I}{\Delta P \cdot K \cdot t}$$

em que:

$\Delta I$  : diferença de custos

$\Delta P$  : variação das perdas entre os dois motores

$K$  : preço do kWh

$t$  : tempo de utilização (horas)

## Conclusão

A situação energética portuguesa é caracterizada por uma forte dependência externa (importamos cerca de 90% da energia que consumimos), pela dependência fundamentalmente em relação a uma única forma de energia (o petróleo), apesar dos esforços que se têm feito nos últimos anos para alterar esta situação, por um nível de consumo fraco em comparação ao de outros países membros da CEE e por uma forte intensidade energética do Produto Interno Bruto (PIB).

A valorização das economias de energia, em particular da energia eléctrica, possíveis de realizar pela via da gestão e da sua utilização racional, conduz a benefícios que se podem repercutir, de forma global, a nível nacional e, de forma directa e imediata, a nível do consumidor com as seguintes vantagens:

- Aumento da eficácia do sistema energético;
- Redução da factura energética;
- Acréscimo de produtividade da empresa em quaisquer sectores de actividade;
- Aumento da competitividade no mercado interno e externo ou aumento da disponibilidade de energia para outros fins;
- Conhecimento mais profundo das instalações e do custo energético de cada fase, processo ou sistema.

No caso da força motriz é fundamental dimensionar correctamente estes equipamentos, fazendo os motores funcionar com cargas da ordem dos 70 a 80%. Por outro lado, e sempre que necessário, deve-se utilizar dispositivos electrónicos de variação de velocidade, que permitem um desempenho mais eficiente dos motores em diferentes regimes de carga. Também a utilização de motores de "alto

rendimento”, que já provaram a sua competitividade, apesar do seu custo superior, deve ser equacionada para diversos tipos de aplicações.

Finalmente, lembrar que a regra fundamental, indispensável

a qualquer política de utilização racional de energia eléctrica em instalações industriais, consiste no conhecimento dos consumos por meio de medida e na detecção de forma eficaz das principais perdas de energia que possam existir na instalação industrial.

## Fontes de Informação Relevantes

- [01] "Efficient Use of Electrical Energy in Industrial Installations" – José António Belezinha Carvalho, Roque Filipe Mesquita Brandão. 4TH European Congress Economics and Management of Energy in Industry. Porto, Novembro de 2007.
- [02] " Política Energética e Plano Energético Nacional" – Eng. Mira Amaral - Cadernos de Divulgação do Ministérios da Indústria e Energia.
- [03] " Economia de Energia" – Brochuras publicadas pela Direcção Geral de Geologia e Energia. Edição: Ministério da Economia
- [04] "Racionalização da força Motriz" Documento Técnico da EDP Edição: EDP.
- [05] "A Gestão da Energia e o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia" – Brochura publicada pela Direcção Geral de Geologia e Energia. Edição: Ministério da Economia
- [06] "Economias de Energia nas Utilizações Industriais" - Documento Técnico da EDP. Edição: EDP.
- [07] "Manual do Gestor de Energia" – Centro para a Conservação de Energia, Direcção Geral de Geologia e Energia. Edição: Ministério da Economia

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO PÓS-GRADUADA EM**

# Infra-estruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica

**OBJECTIVOS GERAIS E ENQUADRAMENTO**  
Promover competências aos pós-graduados no âmbito do projecto, execução e fiscalização de instalações de infra-estruturas telefónicas em edifícios e urbanizações, sistemas de segurança, domótica e gestão técnica centralizada.

**DESTINATÁRIOS**  
O curso destina-se a bacharéis e licenciados recém formados na área da Engenharia Electrotécnica e/ou Engenharia Electrónica, assim como quadros no activo que pretendam adquirir competências no âmbito das telecomunicações, segurança e domótica.

**LOCAL**  
ISEP, Instituto Superior de Engenharia do Porto  
R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto  
Tel: 228 340 500 - Fax: 228 321 159  
info: jbc@isep.ipp.pt




**Workshop: “Telecomunicações, Domótica e Segurança”**

No dia 25 de Junho de 2008 realizou-se no auditório H202 do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) um *Workshop* subordinado ao tema “Telecomunicações, Segurança e Domótica”.

O evento, organizado pelo grupo de docentes e director da Pós-graduação em Telecomunicações, Segurança e Domótica, contou com a participação de várias empresas deste sector que abordaram de uma forma pragmática assuntos relacionados com esta temática.

Paralelamente às comunicações efectuadas decorreu, na sala de eventos, uma exposição de equipamento das várias empresas participantes, bem como a exposição de projectos realizados pelos alunos do Curso de Especialização Pós-graduada em Infra-estruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica do ISEP.

Após a abertura dos trabalhos, protagonizada pelo Presidente do Departamento de Engenharia Electrotécnica e director do Curso de Especialização Pós-graduada em Infra-estruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica, o Professor Doutor José António Beleza Carvalho, iniciou-se a sessão de Domótica que contou com intervenção do Eng. Luís Fonseca da empresa Hager e do Eng. Hugo Madureira da empresa Legrand, tendo como moderadores o Eng. Roque Brandão e o Eng. Domingos Santos.

Em seguida, teve lugar a sessão subordinada ao tema da Segurança que teve como moderadores o Eng. António Gomes e o Eng. Roque Brandão e que contou com a participação do Capitão Luís Bispo e do Eng.º Luis Rodrigues do Batalhão de Bombeiros Sapadores do Porto e do Eng. Nuno Pinho e Paulino Ângelo da empresa Longo Plano, Lda. tendo sido abordados os temas “Prevenção e Segurança contra Incêndios” e “Sistemas de Segurança, Detecção Automática de Incêndio e Intrusão”, respectivamente.

Finalmente, decorreu a sessão de Telecomunicações que contou com as apresentações do Eng. Sérgio Novo da empresa JSL – Material Eléctrico, Lda. e do Eng. Jorge Miranda da Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM), em que foram dissecadas a temática do projecto de Infra-Estruturas de Telecomunicações em Edifícios e soluções técnicas para a sua correcta utilização. Esta sessão contou com a moderação do Eng. Rui Castro e do Eng. Sérgio Ramos.

Este *Workshop* visou, essencialmente, a apresentação de tecnologias, técnicas e equipamentos da área das Telecomunicações, Segurança e Domótica proporcionando, concomitantemente, uma oportunidade de partilha e participação activa com as soluções de vanguarda usadas neste sector, constantemente em mudança e evolução.



Workshop: “Telecomunicações, Domótica e Segurança”



Comunicações



Exposição



Painel de debate final



