

Nº5 · 1º semestre de 2010 · ano 3 · ISSN: 1647-5496



NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica [Nº5] Junho de 2010

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

“A revista Neutro à Terra volta novamente à vossa presença, com novos e interessantes artigos na área da Engenharia Electrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem particular destaque os assuntos relacionados com as instalações eléctricas, a domótica, a utilização eficiente da energia eléctrica, particularmente no caso da força motriz, as telecomunicações e as energias renováveis.

Doutor Beleza Carvalho



**Instalações
Eléctricas**
Pág.7



**Máquinas
Eléctricas**
Pág. 21



Telecomunicações
Pág. 35



Segurança
Pág. 41



**Energias
Renováveis**
Pág. 45



Domótica
Pág.51



**Eficiência
Energética**
Pág. 63

EDITORIAL

Doutor José António Beleza Carvalho
Instituto Superior de Engenharia do Porto

ARTIGOS TÉCNICOS

- 07| Fases de Realização e Tipos de Projectos de Instalações Eléctricas
Engº Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva
Engº António Augusto Araújo Gomes
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 15| Técnicas de Manutenção em Linhas de Transmissão de Energia
Arlindo Francisco
Hugo Sousa
Doutora Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 21| Accionamentos Eficientes de Força Motriz. Nova Classificação
Doutor José António Beleza Carvalho
Engº Roque Filipe Mesquita Brandão
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 29| Detecção de Avarias em Motores Assíncronos de Indução
Engº António Manuel Luzano de Quadros Flores
Doutor José António Beleza Carvalho
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 35| Fibra Óptica: Novas Auto-estradas das Telecomunicações
Engº Sérgio Filipe Carvalho Ramos
Engº Roque Filipe Mesquita Brandão
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 41| Sistemas de Controlo de Acesso
Engº António Augusto Araújo Gomes
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 45| Dimensionamento de Centrais Fotovoltaicas para a Micro Produção
Engº Roque Filipe Mesquita Brandão
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 51| A Criação de Valor no Binómio: “Casa Inteligente / Consumidor”
Engº António Manuel Luzano de Quadros Flores
Instituto Superior de Engenharia do Porto
- 63| Optimização Energética em Novos Ascensores
Engº José Jacinto Ferreira
Engº Miguel Leichsenring Franco
Schmitt - Elevadores, Lda

FICHA TÉCNICA

DIRECTOR:	Doutor José António Beleza Carvalho
SUB-DIRECTORES:	Engº António Augusto Araújo Gomes Engº Roque Filipe Mesquita Brandão Engº Sérgio Filipe Carvalho 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
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Caros leitores

A revista “Neutro à Terra” volta novamente à vossa presença, com novos e interessantes artigos na área da Engenharia Electrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem particular destaque os assuntos relacionados com as instalações eléctricas, a domótica, a utilização eficiente da energia eléctrica, particularmente no caso da força motriz, as telecomunicações e as energias renováveis.

A elaboração de um projecto de instalações eléctricas é uma actividade complexa e exigente, não só pela diversidade de áreas que estão envolvidas, mas também pelo número de intervenientes no mesmo. As Instruções para a Elaboração de Projectos de Obras, anexas à portaria no 701-H/2008, de 29 de Julho, ao sistematizarem a sua abordagem introduziram no processo um mecanismo de regulação que constitui uma mais-valia sensível para a actividade de projectista. Nesta publicação, apresenta-se um artigo que faz uma incursão nos aspectos das Instruções para a Elaboração, e revêem-se alguns princípios formais da estruturação do projecto de licenciamento.

Outro assunto de grande interesse apresentado nesta publicação tem a ver com a manutenção das linhas de transporte e distribuição de energia eléctrica. Indicadores como o tempo e número de intervenções para restabelecer as condições normais de funcionamento são reveladores da qualidade de serviço prestado por essas empresas que, no caso de incumprimento das regras estabelecidas no Regulamento da Qualidade de Serviço, podem implicar em elevados prejuízos. No artigo que é apresentado descreve-se a aplicação de duas técnicas modernas na manutenção das linhas eléctricas que, além de incrementarem a segurança e a fiabilidade do sistema eléctrico, garantem uma melhoria dos dados quantitativos fornecidos às equipas de manutenção.

Nos últimos anos, muitos fabricantes de motores investiram fortemente na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos com o objectivo de colocarem no mercado motores mais eficientes. 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 eléctricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásica até 375 kW, de velocidade simples. Entrará em vigor em três fases a partir de meados de 2011. Nesta publicação, apresenta-se um artigo que aborda a nova classificação que será adoptada para os equipamentos de força motriz.

Outro importante assunto 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”. O artigo que é apresentado refere um estudo desenvolvido com o objectivo entender a criação de valor no binómio casa inteligente/consumidor, esperando contribuir para um novo equilíbrio procura/oferta de forma que uma casa inteligente fique acessível a mais lares portugueses.

Nesta publicação da revista “Neutro à Terra”, pode-se ainda encontrar outros artigos relacionados com assuntos reconhecidamente importantes e actuais, como o dimensionamento de centrais fotovoltaicas para microprodução, um artigo sobre sistemas de controlo de acessos e um artigo sobre a importância da fibra óptica nas actuais infra-estruturas de telecomunicações, quer em edifícios, quer nas urbanizações. Também o artigo sobre optimização energética em ascensores, iniciado na publicação anterior, tem aqui a sua continuação.

Nesta publicação dá-se também destaque à terceira edição das Jornadas Electrotécnicas de Máquinas e Instalações Eléctricas, que decorreram nos dias 29 e 30 de Abril de 2010 no Centro de Congressos do ISEP. Este evento contou com a participação de diversas empresas ligadas às áreas das máquinas eléctricas, sistemas electromecânicos, energias renováveis, veículos eléctricos, segurança, domótica, luminotecnica e infra-estruturas de telecomunicações. Foi organizado pelo Departamento de Engenharia Electrotécnica do ISEP, com os habituais colaboradores desta revista a terem um papel preponderante.

Estando certo que esta edição da revista “Neutro à Terra” vai novamente satisfazer as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, Junho de 2010

José António Beleza Carvalho



JORNADAS ELECTROTÉCNICAS DE MÁQUINAS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

O ISEP tem uma longa e positiva tradição na formação superior da Engenharia, constituindo uma marca de prestígio consolidada em Portugal e reconhecimento no âmbito internacional. Com forte tradição na formação de engenheiros electrotécnicos, o Departamento de Engenharia Electrotécnica (DEE) contribui para o desenvolvimento da excelência técnica e científica, através da formação sólida de profissionais que actuam nesta área e na aposta numa forte ligação às indústrias e ao meio empresarial.



No sentido de promover mais um fórum de contacto e motivado pelo sucesso obtido nos eventos anteriores, este ano o DEE repetiu as Jornadas Electrotécnicas de Máquinas e Instalações Eléctricas, na sua terceira edição. O evento ocorreu nos dias 29 e 30 de Abril de 2010 no Centro de Congressos do ISEP e contou com a participação de diversas empresas ligadas às áreas das máquinas eléctricas, sistemas electromecânicos, energias renováveis, veículos eléctricos, segurança, domótica, luminotecnia e infra-estruturas de telecomunicações.

No primeiro dia do evento foram apresentadas as comunicações das empresas: Energaia, Adene, Vestas, TÜV Rheinland, Goosun, Efacec, Sew-Eurodrive, EMEF, ABB, Schmitt–Elevadores, Anacom, Amisfera e a Televés. No segundo dia ocorreram as apresentações das empresas: Only, Schröder, Lutron, Batalhão de Sapadores Bombeiros, Síncrono, Longo Plano, Spectrolux, OHM-E, Astratec, Efacec, Legrand, Schneider Electric, APMI e Casais Energia.

Estiveram presentes personagens com um curriculum relevante na área da engenharia electrotécnica.

O evento contou com a apresentação do Eng.º Vilela Pinto, que entre outras actividades diferenciadas na sociedade, é autor de bibliografia relevante e reconhecida na área das instalações eléctricas. Esteve também presente o Professor Doutor Borges Gouveia, eminente docente da Universidade de Aveiro, reconhecido pelo seu trabalho na área da inovação e das energias renováveis. Maciel Barbosa (Ordem Engenheiros), António Augusto Sequeira Correia (ANET), Paulo Calau (Agência para a Energia), Nuno Francisco Costa (EFACEC) e Jorge Miranda (Autoridade Nacional de Comunicações) foram outros dos nossos oradores convidados.



Para além das usuais comunicações, a 3ª edição das Jornadas Electrotécnicas proporcionou aos convidados a visita a uma vasta exposição e demonstração de equipamento, com oportunidade para apresentação das soluções inovadoras, inseridas nos *coffee-breaks*.



Através da apresentação de comunicações orais e a exposição de equipamentos, o evento proporcionou a troca de conhecimento e experiência de profissionais da engenharia electrotécnica como empresários, técnicos, professores, investigadores e alunos. Com o objectivo de promover a divulgação de temas relacionados com as Máquinas e Instalações Eléctricas, devidamente enquadrados na problemática actual das energias renováveis e a utilização racional de energia, foram discutidos assuntos relacionados com política energética, sistemas electromecânicos, segurança e domótica, luminotecnia, veículos eléctricos e infra-estruturas de telecomunicações.

Deste modo, os dois dias do evento serviram para ajudar a compreender os últimos avanços tecnológicos, mas serviu igualmente para relembrar mais-valias das parcerias académicas-empresariais para o desenvolvimento de soluções inovadoras.



Em virtude do interesse desta temática, alvo de um rápido desenvolvimento e de necessidade de constante inovação, o DEE disponibiliza a informação apresentada no evento em: www.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010

Patrocinadores:



TÜVRheinland®
Precisely Right.



Contamos convosco na quarta edição das Jornadas Electrotécnicas.

ThyssenKrupp





O que os profissionais procuram:

mais conhecimento, mais inovação.



ACCIONAMENTOS EFICIENTES DE FORÇA-MOTRIZ. NOVA CLASSIFICAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Os motores eléctricos, 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 eléctrico, responsável pela conversão de energia eléctrica 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 accionamento) e a potência eléctrica absorvida à entrada.

A produção de energia mecânica, através da utilização de motores eléctricos, absorve cerca de 60% da energia eléctrica 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 accionamentos têm que ser abordados como um todo, já que a existência de um componente de baixo rendimento influencia drasticamente o rendimento global.

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”, 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 objectivo de colocarem no mercado motores mais eficientes. O acordo voluntário obtido em 1999 entre a CEMEP (Associação Europeia de Fabricantes de Motores Eléctricos) 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.

No seguimento da directiva "*Eco-design Directive* (2005/32/CE) “ publicada em 2005 para Produtos que consomem energia (EUP), a Comissão Europeia aprovou em Julho de 2009 um regulamento de aplicação dos requisitos de concepção ecológica para os motores eléctricos, com efeitos a partir de meados de 2011, dando aos fabricantes de cerca de 2 anos para garantir que seus produtos cumprem a referida directiva. O lote 11 da Directiva EUP (*Energy Using Products*) descreve as orientações de design, a compatibilidade ambiental, o impacte ambiental e o consumo de energia de máquinas / motores eléctricos rotativos de alto rendimento. A directiva abrange os motores de 2, 4 e 6 pólos, na gama de potências de 0,75 a 375 kW. Neste âmbito, os motores passam a ser classificados por:

- IE1 (igual a EFF2) – com utilização proibida;
- IE2 (igual a EFF1) – com utilização obrigatória;
- IE3 (igual a Premium) – com utilização voluntária;
- IE4 (ainda não aplicável a accionamentos assíncronos).

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 electromecânica de energia e podem ser divididas em quatro tipos:

- Perdas eléctricas;
- Perdas magnéticas;
- Perdas mecânicas;
- Perdas parasitas.

As perdas eléctricas 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 eléctricos, 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-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 efectuadas a nível construtivo da máquina podem ser visualizadas na Figura 1 e são resumidas na seguinte tabela:

Tab. 1 – Resumo das alterações nos motores de elevada eficiência

Alteração Efectuada	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

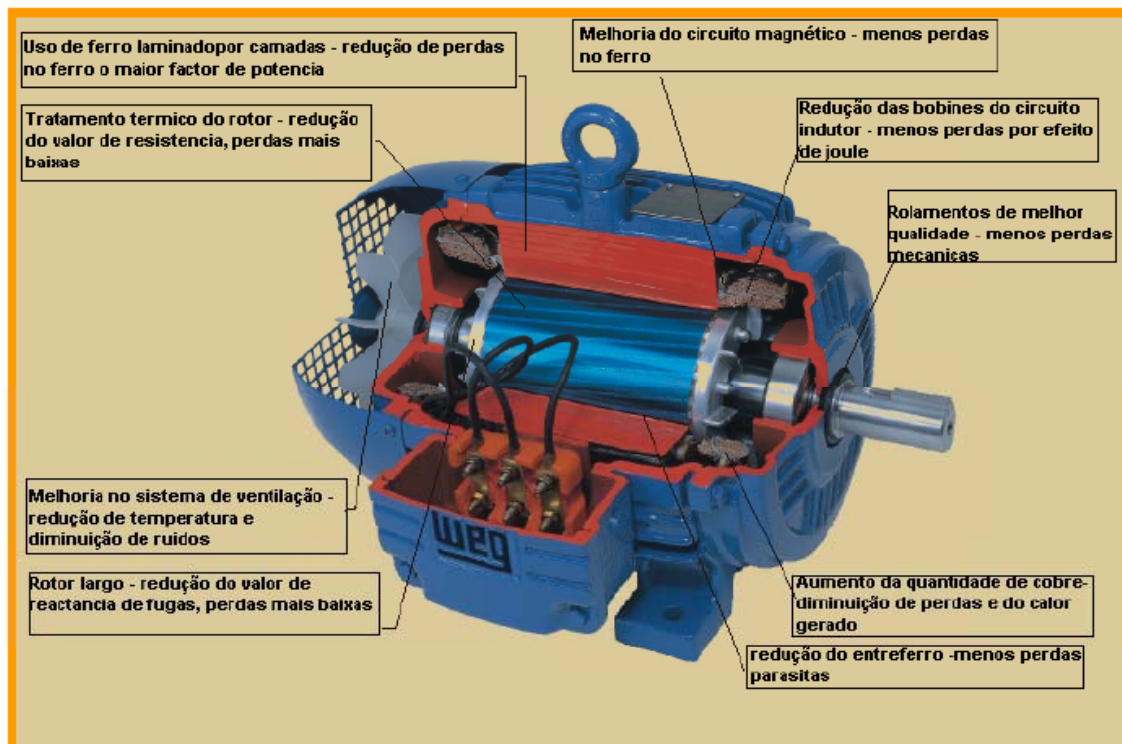


Figura 1 – Alterações nos motores para obter elevada eficiência [WEG]

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.

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 Eléctricas e de equipamentos e sistemas de Electrónica 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 respectivos 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 objectivo 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.

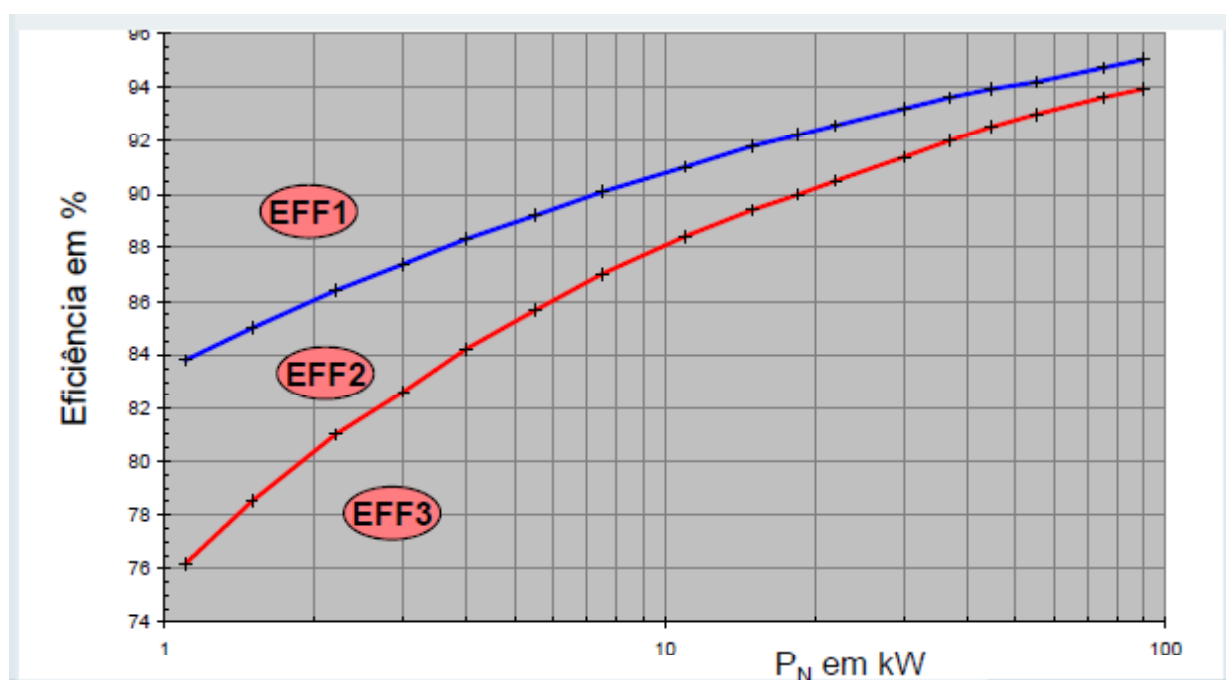


Figura 2 – Classes de eficiência de motores [SEW-Eurodrive]



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 objectivo de reunir num só suporte as informações mais importantes sobre os motores eléctricos disponíveis no mercado. 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.

equipamentos de força-motriz. Este novo regime abrange os motores de indução trifásicos, de velocidade simples, até 375 kW. Entrará 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 respectiva chapa de características e na documentação do produto, que deve indicar claramente o método de teste usado na determinação da eficiência.

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	\geq 76,2	\geq 82,2	\geq 83,8
1,5	<78,5	\geq 78,5	\geq 84,1	\geq 85,0
2,2	<81,0	\geq 81,0	\geq 85,6	\geq 86,4
3	<82,6	\geq 82,6	\geq 86,7	\geq 87,4
4	<84,2	\geq 84,2	\geq 87,6	\geq 88,3
5,5	<85,7	\geq 85,7	\geq 88,6	\geq 89,3
7,5	<87,0	\geq 87,0	\geq 89,5	\geq 90,1
11	<88,4	\geq 88,4	\geq 90,5	\geq 91,0
15	<89,4	\geq 89,4	\geq 91,3	\geq 91,8
18,5	<90,0	\geq 90,0	\geq 91,8	\geq 92,2
22	<90,5	\geq 90,5	\geq 92,2	\geq 92,6
30	<91,4	\geq 91,4	\geq 92,9	\geq 93,2
37	<92,0	\geq 92,0	\geq 93,3	\geq 93,6
45	<92,5	\geq 92,5	\geq 93,7	\geq 93,9
55	<93,0	\geq 93,0	\geq 94,0	\geq 94,2
75	<93,6	\geq 93,6	\geq 94,6	\geq 94,7
90	<93,9	\geq 93,9	\geq 95,0	\geq 95,0

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 eléctricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O objectivo visa reduzir o consumo de energia e outros impactos ambientais negativos de produtos que consomem energia eléctrica. Ao mesmo tempo, pretende-se melhorar a uma escala global o nível de harmonização regulamentar em assuntos relacionados com a eficiência em

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 (100%) - 95,5 (75%) - 95,1 (50%)						
Prod. code 3GBP312230-ADG						
6319/C3		Nmax 2300 r/min		6316/C3 1000 kg		
ABB IEC 60034-1						

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

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 eléctricos.

A norma CEI/EN 600034-30, disponível desde Outubro de 2008, especifica as classes de eficiência que devem ser adoptadas.

A norma CEI/EN 600034-2-1:2007 define duas formas de determinar a eficiência dos motores eléctricos, o método directo e os métodos indirectos. A norma especifica os seguintes parâmetros para determinar a eficiência pelo método indirecto:

- 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)
- IE3: Eficiência Premium (idêntica ao "NEMA Premium" nos E.U.A. para motores de 60Hz)
- IE4: futuramente o 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 600034-2-1:2007.

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

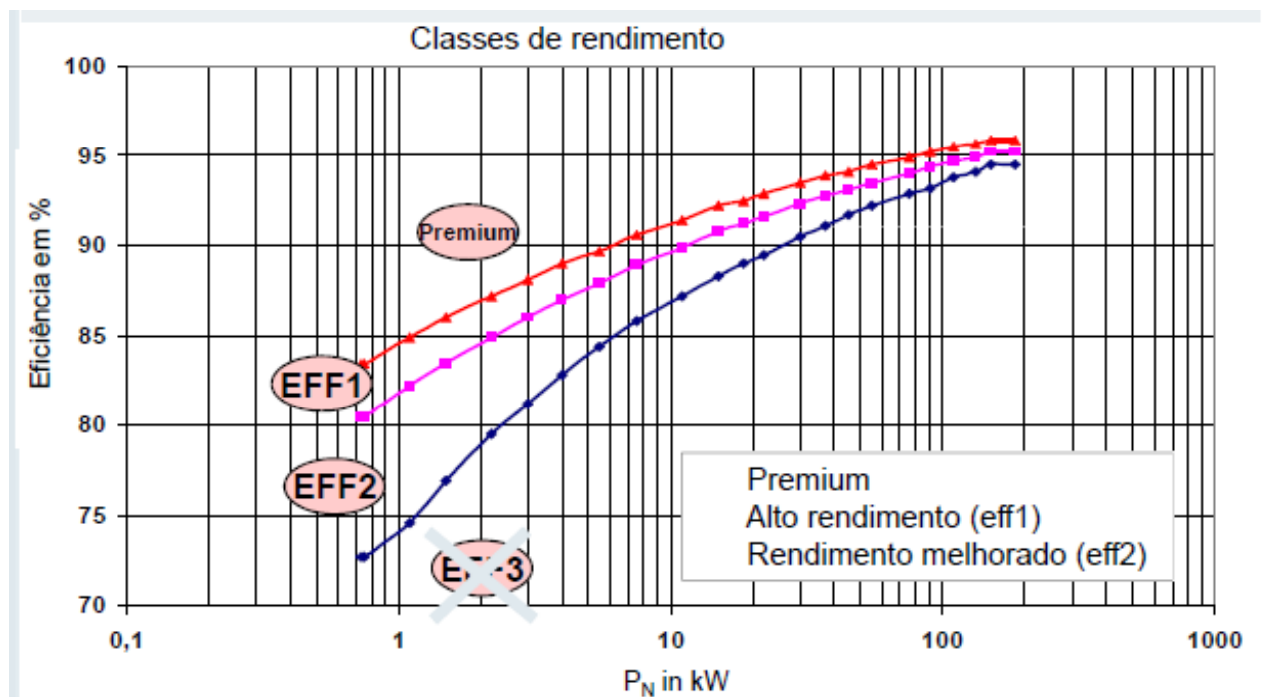


Figura 5 – Novas classes de eficiência de motores [SEW-Eurodrive]

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 Hz 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 factor 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.

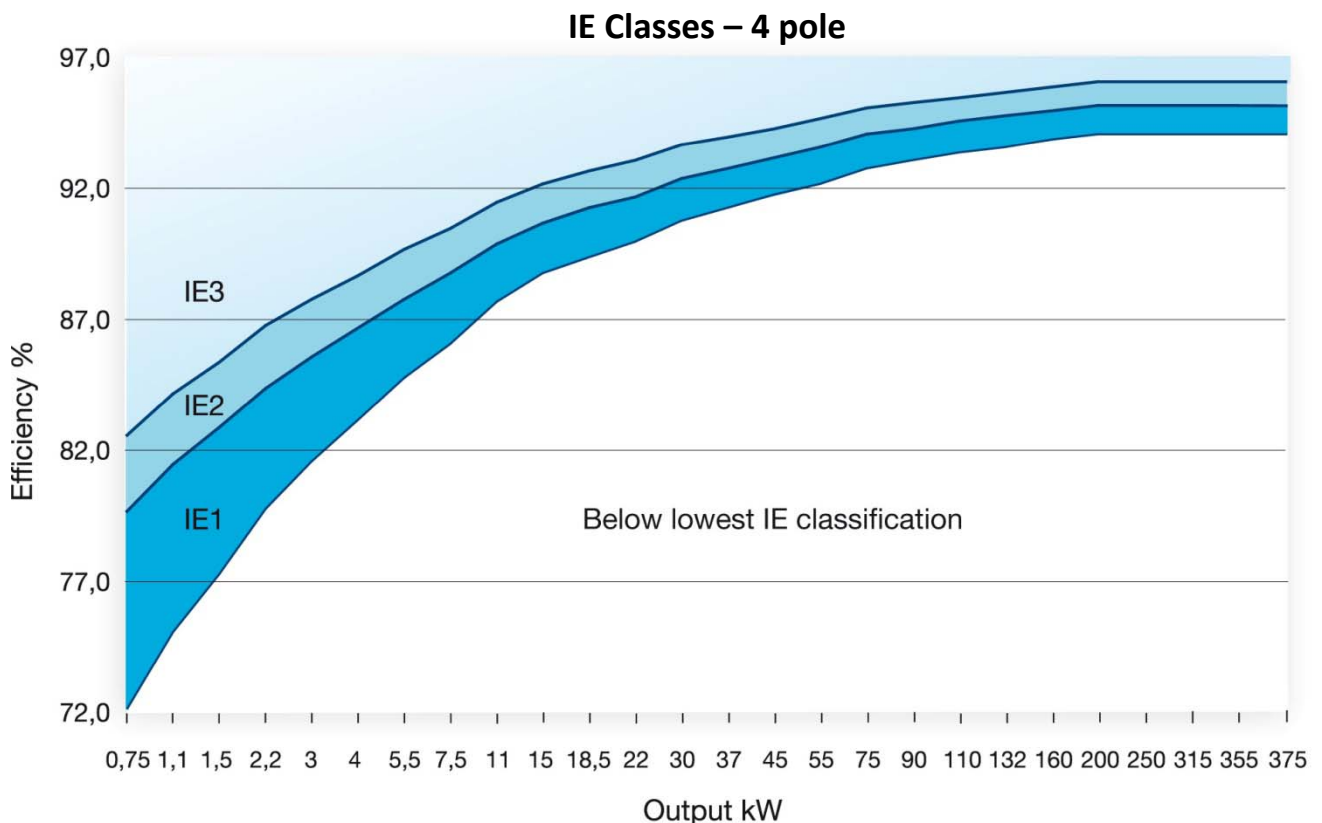


Figura 6 – Novas classes IE de eficiência de motores eléctricos

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.

Tabela 3– Definição das diversas classes de eficiência Normas CEI 60034-30:2008, e CEI/EN 60034-2-1 [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	88.6	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

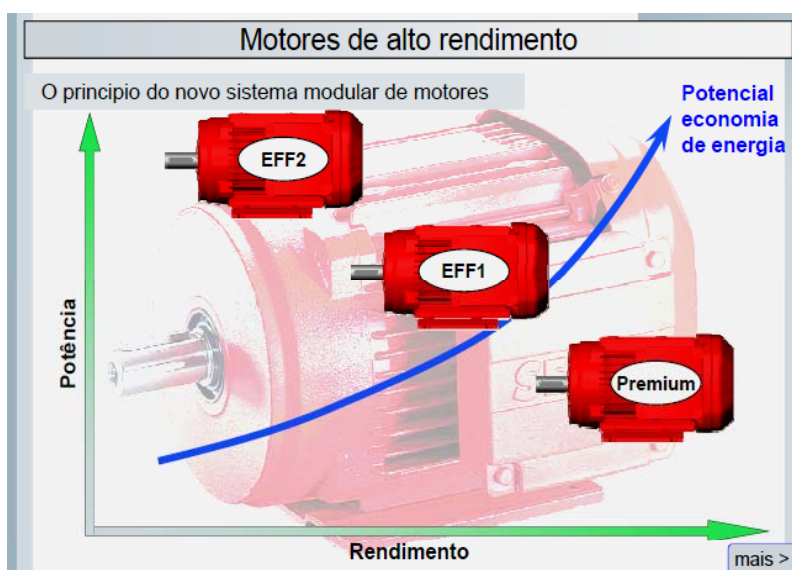


Figura 7 – Variação do rendimento com a potência. [SEW-Eurodrive]

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de energia mecânica, através da utilização de motores eléctricos, absorve cerca de 60% da energia eléctrica 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 accionamentos electromecânicos 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 correctamente 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 electrónicos 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 eléctricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásicos até 375 kW, de velocidade simples. Entrará em vigor em três fases a partir de meados 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 eléctricos. A norma CEI/EN 600034-30, disponível desde Outubro de 2008, especifica as classes de eficiência que devem ser adoptadas. 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 accionamentos assíncronos).

Os motores de eficiência (IE1) não podem ser colocados no mercado europeu a partir de 16 de Junho de 2011. Até aquela data todos os novos motores em avaliação na Europa terão 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 será realizada em três fases:

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

Bibliografia

- [1] BELEZA CARVALHO, J. A., MESQUITA BRANDÃO, Eficiência Energética em Equipamentos de Força Motriz. Jornadas Luso-Brasileiras de Ensino e Tecnologia em Engenharia. ISEP, Porto, Fevereiro de 2009.
- [2] 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.
- [3] CARLOS GASPAS, Eficiência Energética na Indústria-ADENE, Cursos de Utilização Racional de Energia, 2004.
- [4] BELEZA CARVALHO, J. A., MESQUITA BRANDÃO, R. F. Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz. Revista Neutro à Terra Nº 3, Abril de 2009.
- [5] ABB, *Low Voltage Industrial Performance Motors*. Catálogo ABB 2009.
- [6] WEG, Catálogo de Motores Eléctricos, disponível em <http://www.weg.com.br/>



COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



António Augusto Araújo Gomes

(aag@isep.ipp.pt)

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Electrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Doutorando na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia (UTAD).
Docente 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 projecto de instalações eléctricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.
Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 1999.



António Manuel Luzano de Quadros Flores

(aqf@isep.ipp.pt)

Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Produção Transporte e Distribuição de Energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; "M.B.A." em Gestão na Escola de Gestão do Porto da Universidade do Porto.
Aluno de doutoramento na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 19993
Desenvolveu actividade profissional na SOLIDAL no controlo de qualidade e manutenção, na EFACEC na área comercial de exportação de máquinas eléctricas, na British United Shoe Machinery na área de manutenção, na ALCATEL-Austrália na área de manutenção, na ELECTROEXPRESS, em Sidney, na área de manutenção e instalações eléctricas.
Bolseiro da F.C.T., Fundação para a Ciência e Tecnologia desde 2008.



Arlindo Ferreira Francisco

(1060991@isep.ipp.pt)

Finalista do curso de Engenharia Electrotécnica, área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, no Instituto Superior Engenharia do Porto.
Colaborador na empresa Grohe-Portugal (Fábrica de Componentes Sanitários em Albergaria-a-Velha) desde 1998, desempenhando funções na área da Manutenção e Projectos Especiais.
Larga experiência na área de Automação e Controlo.
Recentemente a desenvolver projecto sobre Gestão de Energia.



Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva

(hjs@isep.ipp.pt)

Licenciado em Engenharia Electrotécnica, em 1979, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, opção de Produção, Transporte e Distribuição de Energia.
Diploma de Estudos Avançados em Informática e Electrónica Industrial pela Universidade do Minho. Mestre em Ciências na área da Electrónica Industrial.
Professor Adjunto Equiparado do ISEP, leccionando na área da Teoria da Electricidade e Instalações Eléctricas.



Hugo Miguel Ferreira de Sousa

(1060992@isep.ipp.pt)

Finalista do curso de Engenharia Electrotécnica, Sistemas Eléctricos de Energia, no instituto superior de Engenharia do Porto.
A desempenhar funções como Técnico de Manutenção Industrial, na empresa Socitrel – Sociedade Industrial de Trefilaria S.A., desde 1997.



José António Beleza Carvalho

(jbc@isep.ipp.pt)

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia electrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia electrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respectivamente.
Actualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Director do Departamento.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



José Jacinto Gonçalves Ferreira (jacintoferreira@googlemail.com)
Engenheiro Electrotécnico na Área de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.
Chefe de Serviço Após-Venda na Schmitt - Elevadores, Lda



Miguel Leichsenring Franco (m.franco@schmitt-elevadores.com)
Miguel Leichsenring Franco, licenciado em Engenharia Electrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.
Master in Business Administration (MBA) com especialização em Marketing pela Universidade Católica Portuguesa – Lisboa.
Licenciado em Administração e Gestão de Empresas pela Universidade Católica Portuguesa – Porto.
Administrador da Schmitt-Elevadores, Lda.



Roque Filipe Mesquita Brandão (rfb@isep.ipp.pt)
Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Aluno de doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Investigador do INESC Porto, Laboratório Associado. Bolseiro da FCT.
Desde 2001 é docente no Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.
Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da electrotecnia.



Sérgio Filipe Carvalho Ramos (scr@isep.ipp.pt)
Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa.
Aluno de doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa.
Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica do curso de Sistemas Eléctricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.
Prestação, para diversas empresas, de serviços de projecto de instalações eléctricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica.
Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.



Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira (tan@isep.ipp.pt)
Licenciatura e mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, área científica de Sistemas de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e Computadores, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica, curso de Sistemas Eléctricos de Energia do ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto. Investigadora no GECAD – Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão, desde 2003.
O percurso profissional inclui o dimensionamento e projecto de transformadores de distribuição – EFACEC, empresa fabril de máquinas eléctricas.
Subdirectora no Departamento de Engenharia Electrotécnica no ISEP.

