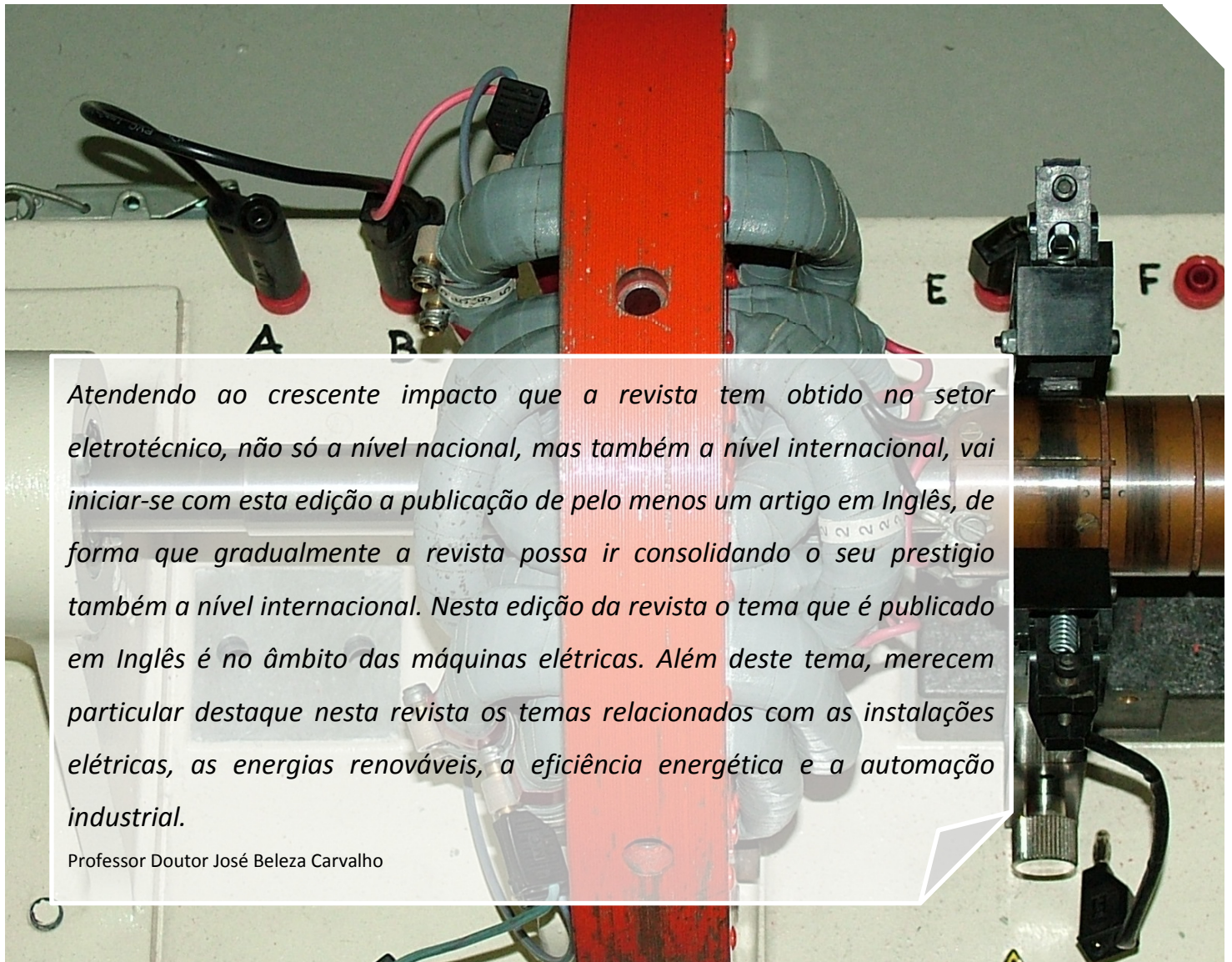


NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº11 | Junho de 2013

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



Atendendo ao crescente impacto que a revista tem obtido no setor eletrotécnico, não só a nível nacional, mas também a nível internacional, vai iniciar-se com esta edição a publicação de pelo menos um artigo em Inglês, de forma que gradualmente a revista possa ir consolidando o seu prestígio também a nível internacional. Nesta edição da revista o tema que é publicado em Inglês é no âmbito das máquinas elétricas. Além deste tema, merecem particular destaque nesta revista os temas relacionados com as instalações elétricas, as energias renováveis, a eficiência energética e a automação industrial.

Professor Doutor José Bezeza Carvalho



Máquinas Elétricas
Pág.5



Energias Renováveis
Pág. 15



Instalações Elétricas
Pág. 29



Telecomunicações
Pág. 44



Segurança
Pág. 49



Eficiência Energética
Pág.53



Automação Domótica
Pág. 65

Índice

- 03| **Editorial**
- 05| **Máquinas Elétricas**
A general overview on hybrid and electric vehicles
Pedro Miguel Azevedo Sousa Melo
- 15| **Energias Renováveis**
A evolução do défice tarifário em Portugal
Manuel Azevedo; Manuel Bravo de Faria Cruz
- 23| **Potencial de produção de energia eólica em parques offshore**
Sérgio Emanuel Carvalho Moreira; Tiago António de Sousa Almeida
- 29| **Instalações Elétricas**
Instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão executadas ao abrigo do RSIUEE e RSICEE. Medidas complementares de segurança
António Augusto Araújo Gomes; Mário Pombeiro
- 41| **A termografia como a forma mais simples e rápida na resolução de problemas elétricos!**
José Caçote; Paulo Diniz
- 44| **Telecomunicações**
A fibra ótica nas comunicações eletrónicas
Sérgio Filipe Carvalho Ramos
- 49| **Segurança**
Cabo e Radio frequência em sistemas deteção de incêndio
Américo Manuel Marques Alves Viana
- 53| **Eficiência Energética**
Utilização racional de energia em equipamentos de força motriz
José António Beleza Carvalho
- 65| **Automação e Domótica**
Automação industrial. Uma perspetiva de terreno!
Jorge Manuel Teixeira Tavares
- 72| **Autores**

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	Doutor José António Beleza Carvalho
SUBDIRETORES:	Eng.º António Augusto Araújo Gomes Doutor Roque Filipe Mesquita Brandão Eng.º Sérgio Filipe Carvalho Ramos
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

Voltamos com mais uma edição da revista “Neutro à Terra”, que já vai na sua décima primeira publicação.

Atendendo ao crescente impacto que a revista tem obtido no setor eletrotécnico, não só a nível nacional, mas também a nível internacional, vai iniciar-se com esta edição a publicação de pelo menos um artigo em Inglês, de forma que gradualmente a revista possa ir consolidando o seu prestígio também a nível internacional. Nesta edição da revista o tema que é publicado em Inglês é no âmbito das máquinas elétricas. Além deste tema, merecem particular destaque nesta revista os temas relacionados com as instalações elétricas, as energias renováveis, a eficiência energética e a automação industrial.

Os veículos elétricos têm-se apresentado como uma resposta da nossa sociedade aos impactos ambientais e económicos dos combustíveis fósseis. Nas últimas décadas tem-se assistido a um forte desenvolvimento dos veículos elétricos, sobretudo das soluções híbridas. Os desafios que se colocam no campo da engenharia são múltiplos e exigentes, motivados pela necessidade de integrar diversas áreas, tais como, novos materiais e conceções de motores elétricos, eletrónica de potência, sistemas de controlo e sistemas de armazenamento de energia. Nesta revista apresenta-se um artigo, escrito em língua inglesa, que faz uma análise comparativa na utilização de motores síncronos de ímanes permanentes ou motores de indução, num espectro alargado de velocidades de funcionamento, dando especial destaque aos respetivos desempenhos energéticos.

A evolução do défice tarifário em Portugal, segundo as previsões da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), deverá atingir em finais de 2013 um valor acumulado de 3,7 mil milhões de Euros. Na comunicação social, o défice tarifário é considerado como mais uma “renda” a alguns grupos de interesse. Na realidade o défice tarifário é justificado por uma acumulação sucessiva de diversos tipos de sobrecustos do sistema elétrico, que não foram considerados em anos anteriores nas tarifas e preços da eletricidade junto dos respetivos consumidores. Nesta revista, apresenta-se um artigo que pretende ser uma primeira tentativa de analisar as razões políticas e económico-financeiras para a existência do défice tarifário em Portugal.

A utilização racional de energia (URE) 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 URE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão. 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. 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 que aborda a nova classificação, assim como algumas metodologias que se podem adotar para uma utilização mais eficiente dos equipamentos de força motriz.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo que aborda a utilização da fibra ótica nas comunicações eletrónicas, um artigo que analisa o potencial de produção de energia eólica em parques offshore, um artigo que aborda as instalações de utilização de energia elétrica em baixa tensão executadas ao abrigo do RSIUEE e RSICEE e, finalmente, um artigo sobre automação industrial, numa perspetiva de quem tem uma elevada experiência ao nível de projetos de automatização industriais.

No âmbito do tema “Divulgação”, que pretende divulgar os laboratórios do Departamento de Engenharia Eletrotécnica, onde muitas vezes são realizados trabalhos que posteriormente são publicados nesta revista, apresenta-se o Laboratório de Eletromagnetismo – Eng^o Mesquita Guimarães.

Desejando que esta edição da revista “Neutro à Terra” satisfaça as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, junho de 2013

José António Beleza Carvalho

UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA EM EQUIPAMENTOS DE FORÇA MOTRIZ

1. Introdução

A utilização racional de energia (URE) 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 URE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão. Em muitas situações a URE 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.

Os motores elétricos são de longe as cargas mais importantes na indústria e no sector terciário. A figura 1 mostra a importância relativa da força motriz nesses sectores. A iluminação aparece como a carga mais importante no sector terciário, sendo na indústria a segunda carga mais relevante. Os motores elétricos são utilizados numa vasta gama de aplicações, principalmente na movimentação de fluidos em bombas, compressores e ventiladores.

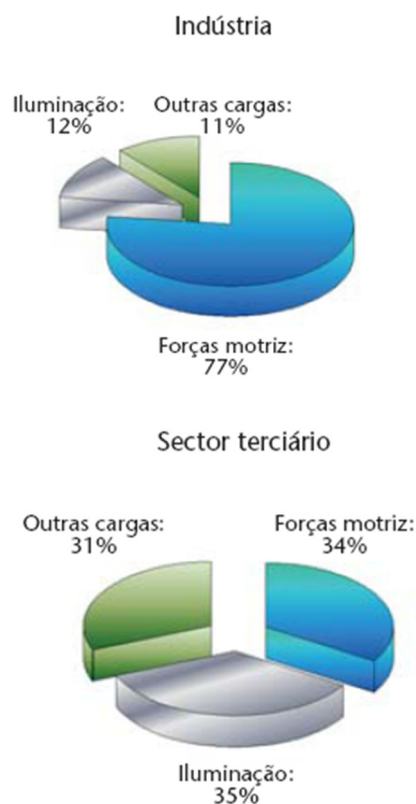


Figura 1 – Desagregação dos consumos de eletricidade pelas principais cargas na indústria e no sector terciário
[Fonte: ECCP 2011]]

A figura 2 apresenta a desagregação do consumo de eletricidade dos motores, pelas principais utilizações finais na indústria e no sector terciário

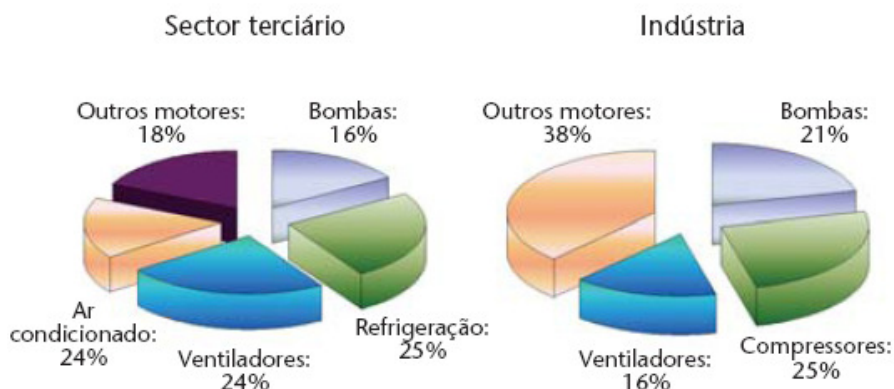


Figura 2 – Desagregação dos consumos de eletricidade tipos de equipamentos de força motriz
[Fonte: ECCP 2011]]

2. Motores de Alto Rendimento e Normas para Classificação da Eficiência Energética

A grande importância dos motores elétricos no consumo de eletricidade verificado nas empresas e o aumento dos custos de energia, levou ao desenvolvimento dos designados "motores de alto rendimento". Estes motores, como o próprio nome indica, apresentam um rendimento e um fator de potência mais elevados que os motores tradicionais (*standard*). Este acréscimo na eficiência dos motores, está associado a uma redução das suas perdas (menos 30% a 50%), a qual é conseguida à custa, quer da utilização de materiais construtivos de melhor qualidade, quer por alteração das suas características dimensionais (aumento da secção dos condutores, aumento do comprimento do circuito magnético, etc.), associados a um melhor projeto e qualidade fabrico. Os ganhos de eficiência com os motores de alto rendimento, vão desde 1% a 8%, de acordo com a potência do motor, o que se pode traduzir por importantes reduções do seu consumo elétrico. Contudo, são motores que exigem um investimento inicial superior ao dos motores *standard* (tipicamente de 25% a 30%).

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 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.

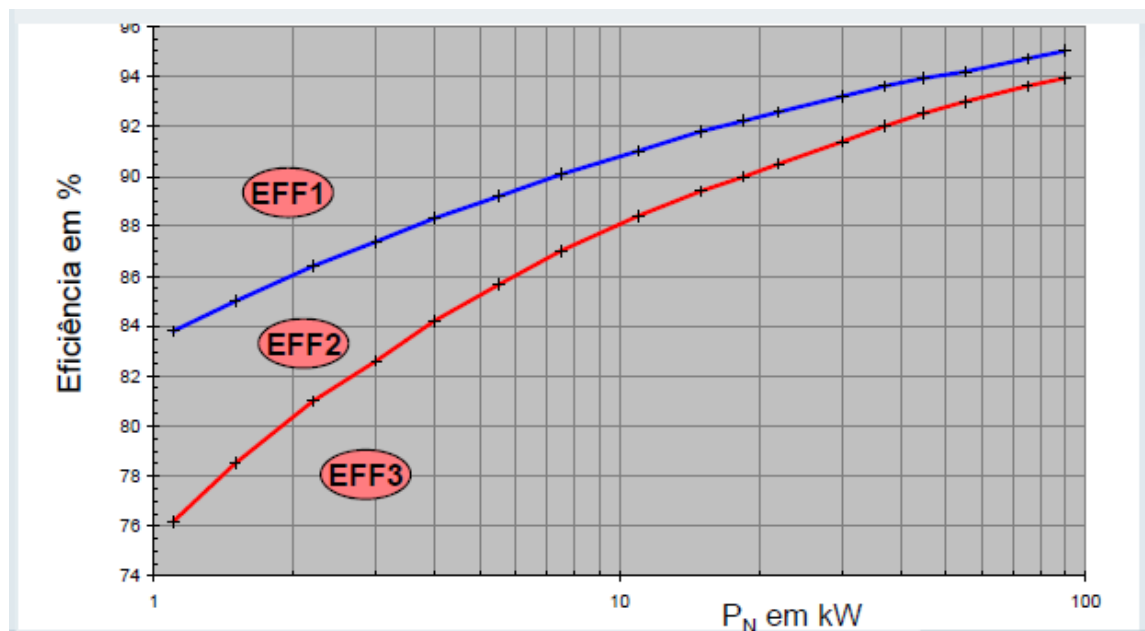


Figura 3 – Classes de eficiência de motores.
[SEW-Eurodrive]

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.

- 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.

- Norma CEI/EN 600034-30

Disponível desde Outubro de 2008, especifica as classes de eficiência que devem ser adotadas.

A norma CEI/EN 600034-2-1:2007 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)
- 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.

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 fator de duração cíclica nominal de 80 por cento ou superior.

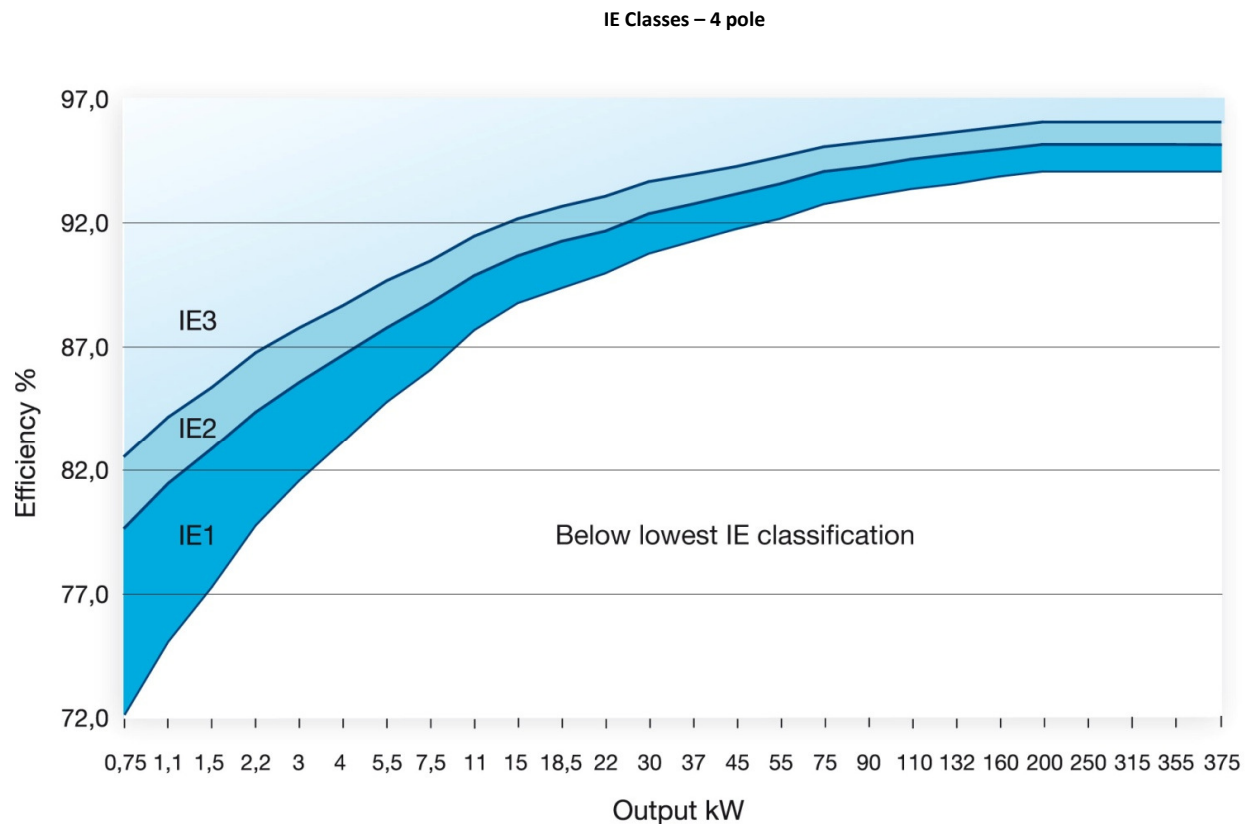


Figura 4 - Novas classes IE de eficiência de motores elétricos

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 Diretiva 94/9/CE.

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

Os motores de eficiência (IE1) deixaram 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.

Tabela 1 - Valores limite para a eficiência dos motores com base na norma CEI 60034-30:2008 e CEI/EN 60034-2-1

Out-put kw	IE1			IE2			IE3		
	Standard efficiency			High efficiency			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

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 está a ser 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 eletrónico 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 eletrónico de velocidade.

3. 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 eletrônicos 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 5).

A figura 6 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.

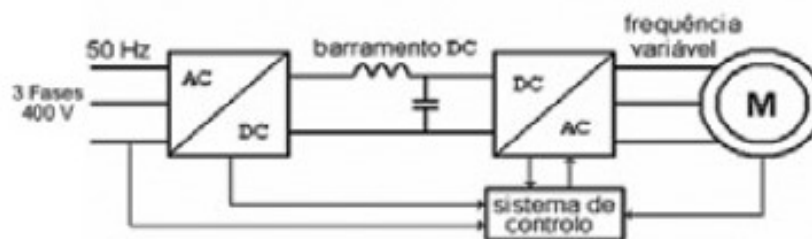


Figura 5 - Diagrama de um variador eletrônico de velocidade.
[BCSD –Portugal]

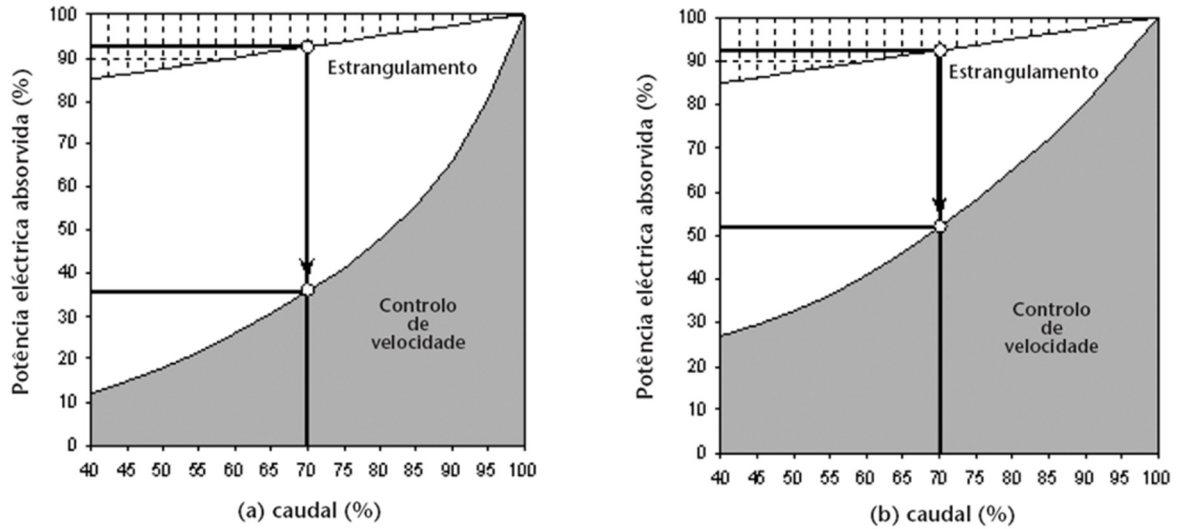


Figura 6 - Potência eléctrica absorvida por uma bomba com controlo de caudais por válvula de estrangulamento e por controlo de velocidade (a) sem elevação (b) com elevação. [BCSD –Portugal]

4. Aplicações Industriais que Beneficiam com a Utilização de Motores de Elevada Eficiência Associados a VEV

nível do motor e seu controlo destaca-se a utilização de motores de alto rendimento e a utilização de VEVs com automatismos para regulação do caudal e/ou da pressão.

4.1. Sistemas de bombagem

São várias as medidas de economia de energia que são possíveis de implementar em sistemas de bombagem, reduzindo consideravelmente os consumos, no entanto, a

A otimização do rendimento de um sistema de bombagem depende pois de um conjunto de ações na seleção dos diversos componentes do sistema, situação exemplificada na figura 7.

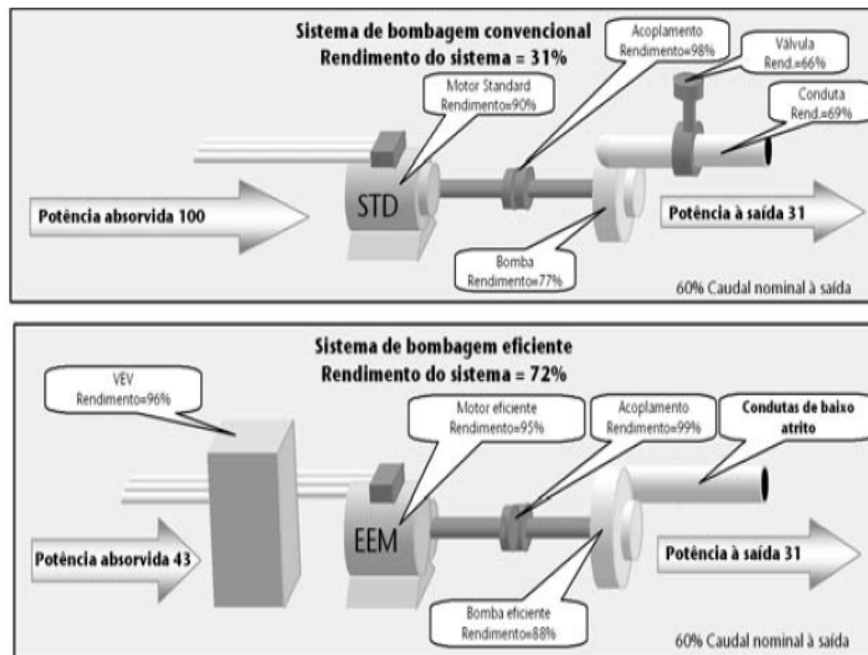


Figura 7 - Tecnologias eficientes para sistemas de bombagem: (a) Sistema eficiente (Rendimento do sistema = 72%); (b) Sistema convencional (Rendimento do sistema = 31%).

[BCSD –Portugal]

4.2. Sistemas de ventilação

A utilização de motores de alto rendimento com a potência apropriada é fundamental.

Também a otimização do período de funcionamento do sistema de ventilação (por exemplo, através da instalação de um temporizador programável) deve ser considerada.

No entanto, o mais importante é o controlo do caudal em função das necessidades (através de um VEV e de um automatismo com sensores apropriados).

Por exemplo num grande edifício a renovação do ar pode ser feita em função de indicadores da qualidade do ar interior.

A figura 8 ilustra as poupanças associadas ao controlo de velocidade para o controlo de caudal de um ventilador.

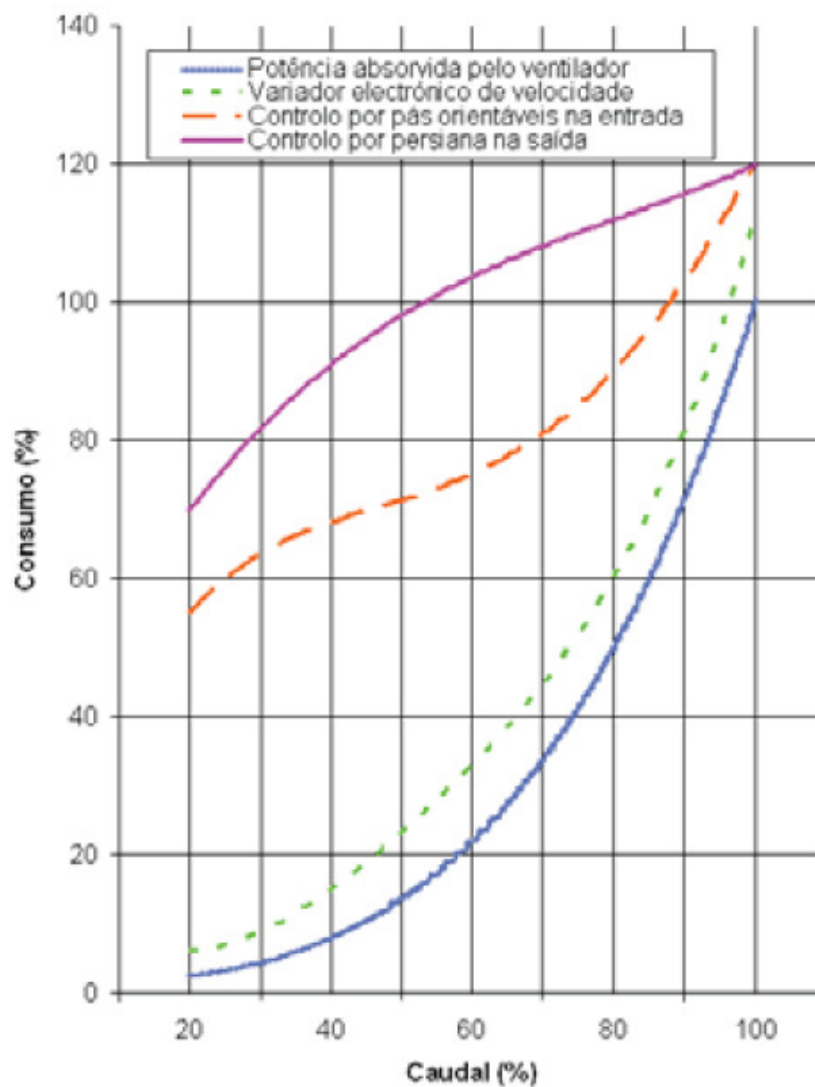


Figura 8 - Potência elétrica absorvida por diversos sistemas de controlo de um ventilador. [BCSD –Portugal]

3. Ar comprimido

O ar comprimido é um dos consumos mais importantes em muitas instalações industriais, sendo possível propor um conjunto de medidas de economia de energia.

No entanto é fundamental a instalação de um variador eletrónico de velocidade (VEV), que como mostra a figura 10 pode reduzir substancialmente a potência absorvida para pressões inferiores à pressão nominal.

Também no caso de instalações com mais de 10 anos, deve-se considerar a substituição do compressor por uma máquina nova ou melhor adaptada, equipada com um motor de elevada eficiência e que permita menor consumo específico de energia e ajustado às necessidades do sistema.

4. Elevadores e movimentação de cargas

O consumo de energia em elevadores e monta-cargas pode ser drasticamente diminuído com a conjugação de diversas tecnologias.

Existem novas topologias de VEVs que permitem que a energia resultante da travagem seja injetada na fonte, VEV regenerativos.

Esta característica permite poupanças significativas em aplicações com um número de travagens frequentes, como por exemplo os elevadores (fig. 11).

Este modo de funcionamento só é possível se a transmissão mecânica do motor o permitir.

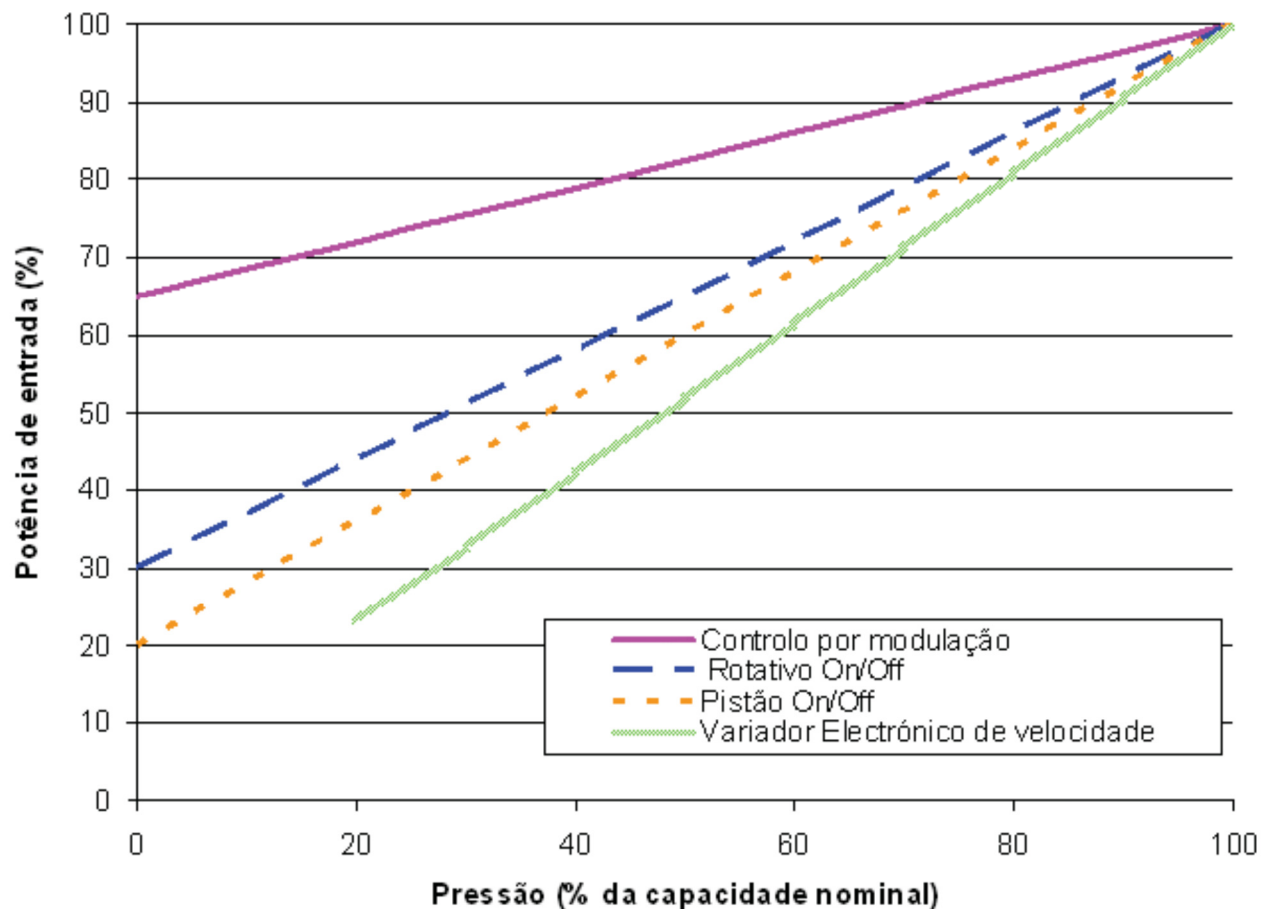


Figura 10 - Potência de entrada de acordo com a pressão do ar à saída, para diversas tecnologias, a implementar em compressores. [BCSD –Portugal]

Quando o elevador está a descer e o peso da carga é maior do que o contrapeso, então o binário do motor está em direção contrária à velocidade, isto é, o motor está a travar.

Do mesmo modo, quando o motor está a subir sem carga, podem obter-se poupanças de energia significativas, se o motor for controlado por um VEV regenerativo.

A utilização de VEVs com regeneração e engrenagens especiais permite uma redução no consumo de energia em cerca de 80%, relativamente à situação convencional.

Motores de ímanes permanentes com acoplamento direto e travagem regenerativa estão também a ser utilizados em novos elevadores eficientes.

Deve ser salientado que este tipo de tecnologia está também a ser aplicado em veículos elétricos de última geração.

5. Sistemas de climatização

A seleção apropriada dos equipamentos de ar condicionado é outro aspeto muito importante.

Deverá ter-se em conta o correto dimensionamento dos aparelhos de ar condicionado, e escolher aqueles com melhor eficiência energética, considerando o custo do ciclo de vida dos equipamentos.

Um parâmetro particularmente importante para os equipamentos de climatização é o COP (*"Coefficient of Performance"*) definido como:

$$\text{COP} = \text{Potência Térmica} / \text{Potência Elétrica}$$

Existem hoje equipamentos de ar condicionado que para médias e grandes instalações têm valores elevados do COP (superior a 5).

Os equipamentos mais eficientes têm VEVs para controlar os compressores e melhorar o rendimento em regime de carga parcial.

Alguns equipamentos são reversíveis podendo produzir frio ou calor de acordo com as necessidades.

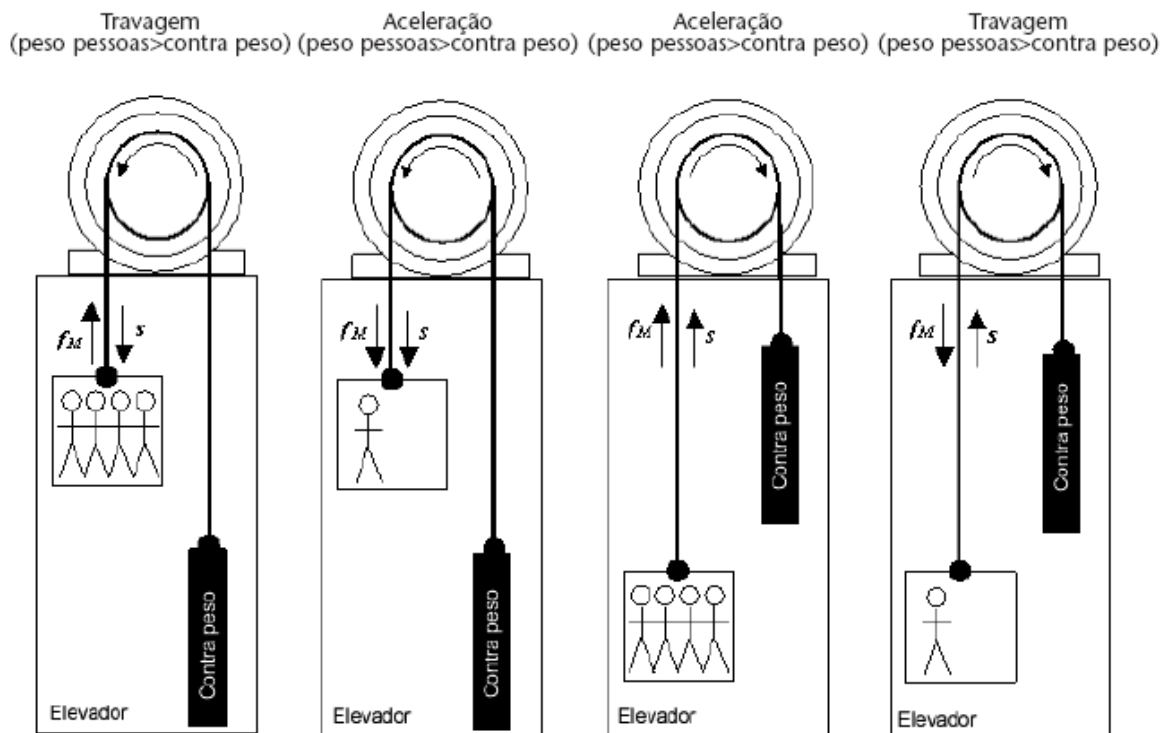


Figura 11 - Recuperação de energia num elevador eficiente.
[BCSD –Portugal]

6. Conclusões

A produção de energia mecânica, através da utilização de motores elétricos, absorve cerca de 77% da energia elétrica consumida no sector industrial e cerca de 34% da energia elétrica consumida no sector terciário do nosso País, da qual apenas metade é energia útil.

A força motriz é, pois, uma daquelas áreas em que é necessário atuar para fazer economias, utilizando a energia de uma forma mais racional e eficiente.

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 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 elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu.

O novo regime abrange motores de indução trifásicos até 375 kW, de velocidade simples.

Entrou em vigor de uma forma faseada 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 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) foram 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 está a ser 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 eletrónico 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 eletrónico de velocidade.

Nos setores industrial e terciário podem obter-se diminuições significativas ao nível do consumo de eletricidade, desde que se atendam a várias medidas, como adaptação da velocidade dos motores ao processo através de VEV e utilização de motores de elevada eficiência.

Associação de VEV e motores de elevada eficiência permitem reduções significativas no consumo energético, em sistemas de bombagem, ventilação, ar comprimido, elevação e climatização.

Dependendo do correto dimensionamento dos equipamentos, do regime de carga e do tempo de vida da instalação, o custo destes equipamentos será rapidamente amortizado.

7. Referências Bibliográficas

- 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.
- 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.
- Beleza Carvalho, J. A., Mesquita Brandão, R. F. Eficiência Energética em Equipamentos de Força-Motriz. Revista Neutro à Terra Nº 3, Abril de 2009.
- Beleza Carvalho, J. A., Mesquita Brandão, R. F. Acionamentos Eficientes de Força-Motriz. Nova Classificação. Revista Neutro à Terra Nº 10, Junho de 2010.
- ABB, Low Voltage Industrial Performance Motors. Catálogo ABB 2009.
- Manual De Boas Práticas De Eficiência Energética. BCSD – Portugal.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Américo Manuel Marques Alves Viana

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade Lusíada. Pós – Graduação em Proteção Contra Incêndio em Edifícios, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra. Especialista de SCIE para a elaboração de projetos e planos de 3ª e 4ª Categoria de Risco pela ANPC. De Janeiro de 1996 até à atualidade, Diretor Comercial / Técnico da empresa Vianas, SA,



António Augusto Araújo Gomes

aag@isep.ipp.pt

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Doutorando na Área Científica de Sistemas Elétricos 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 projeto de instalações elétricas, 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.



Jorge Manuel Teixeira Tavares

jtv@isep.ipp.pt

Jorge Tavares é Eng.º Eletrotécnico pela FEUP, tem o Mestrado em Informática Industrial pela Université de Technologie de Compiègne (França) e o título de Especialista em Eng.º Eletrotécnica pelo ISEP/IPP. É Professor Adjunto no DEE do ISEP desde 1991, onde tem lecionado na área científica da Teoria dos Sistemas e da Automação e Controlo. Tem uma grande experiência profissional no desenvolvimento e implementação de projetos de Automação e de Informática Industrial.

José Caçote

jose.cacote@qenergia.pt

Licenciado em Engenharia Física pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Membro da Ordem dos Engenheiros. Colaborador da QEnergia desde a sua fundação (Outubro de 2001), especializando-se na Medida Elétrica. Mestre na área da Segurança. Especialista Certificado em Termografia pelo SGS. Desempenha funções de coordenação na área das auditorias a instalações elétricas e na implementação de sistemas de gestão e qualidade da energia. Realizou vários seminários com a temática da qualidade da energia, termografia e segurança nas instalações elétricas. Atualmente é o Diretor-Geral da QEnergia.



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.



Mário Pombeiro

andrepomb@gmail.com

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica - Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto. Pós-Graduação em Qualidade pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Instituto Eletrotécnico Português. Inspetor na área das instalações elétricas para a Certiel. Inspetor de ascensores, escadas e tapetes rolantes reconhecido pela D.G.E.G.. Analista de projetos elétricos para a Certiel. Formador dos Cursos: Eletricistas Principais centro de condução Porto – EDP Valor/IEP; Medidas Elétricas – EDP Valor/IEP; Tecnologia de Transformadores – EDP Valor/IEP; Prevenção de Riscos Elétricos – Efacec/IEP; Manobras em PT's e PS's com equipamentos isolados a SF6 – REPOWER/IEP. Executa vistorias técnicas à execução de chegadas e Ordens de Serviço (contadores) para a EDP. Técnico de Gás. Técnico de manuseamento e recuperação de SF6. Professor Assistente convidado pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ano letivo 2009/2010).

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Manuel Bravo de Faria Cruz

mbc@isep.ipp.pt

Manuel Cruz licenciou-se em Matemática Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em 1998 e obteve o grau de Mestre em Estatística Aplicada e Modelação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2003. Concluiu em 2011 o Doutoramento em Matemática Aplicada pela Universidade do Porto. Trabalha no Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999, primeiro como Assistente e desde 2009 como Professor Adjunto.



Manuel Maria Pereira de Azevedo

mpa@isep.ipp.pt

Doutorado em Física, na área da Física do Estado Sólido pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Licenciado (Diplom-Physiker) em Física Aplicada pela Universidade de Duisburg-Essen na Alemanha, Professor Coordenador no Instituto Superior de Engenharia do Porto no Departamento de Física. Foi Professor Auxiliar Convidado na Universidade de Aveiro, Assistente Convidado na Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica do Porto, Bolseiro de Doutoramento da FCT (programa PRAXIS XXI), Diretor Geral da empresa Goosun, Lda, produtora de painéis fotovoltaicos em Santa Maria da feira e Diretor Técnico na empresa EARTHLIFE, SA, promotora de parques fotovoltaicos.



Paulo Diniz

paulo.diniz@infocontrol.pt

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Especialista em Sistemas de Gestão Técnica Centralizada, Gestão de Energia e Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Chefe de Vendas da Infocontrol – Delegação Norte.



Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo

pma@isep.ipp.pt

Mestre em Automação, Instrumentação e Controlo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Aluno do Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Desenvolveu atividade de projetista de instalações elétricas de BT na DHV-TECNOPOR.



Sérgio Emanuel Carvalho Moreira

1980256@isep.ipp.pt

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Licenciatura bietápica em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia pelo ISEP. Pós-Graduação em Infraestruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica pelo ISEP. Desempenhou funções de Engenheiro Eletrotécnico na Sousa Marques Engenharia Unipessoal, Lda. Projetista de Instalações Elétricas, Telecomunicações (ITED e ITUR) e Segurança Contra Risco de Incêndio.



Sérgio Filipe Carvalho Ramos

scr@isep.ipp.pt

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



Tiago António de Sousa Almeida

1980259@isep.ipp.pt

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia. Licenciado pré-Bolonha na mesma área científica, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Atualmente responsável do departamento de infraestruturas da OCP Portugal (multinacional Alemã de distribuição farmacêutica). Outras experiências profissionais: Responsável de Operações de uma unidade de triagem e tratamento de Resíduos Hospitalares do SUCH (Serviço de Utilização Comum dos Hospitais), projetista de instalações elétricas / ITED, Docente e Formador das áreas científicas da energia e Informática.

