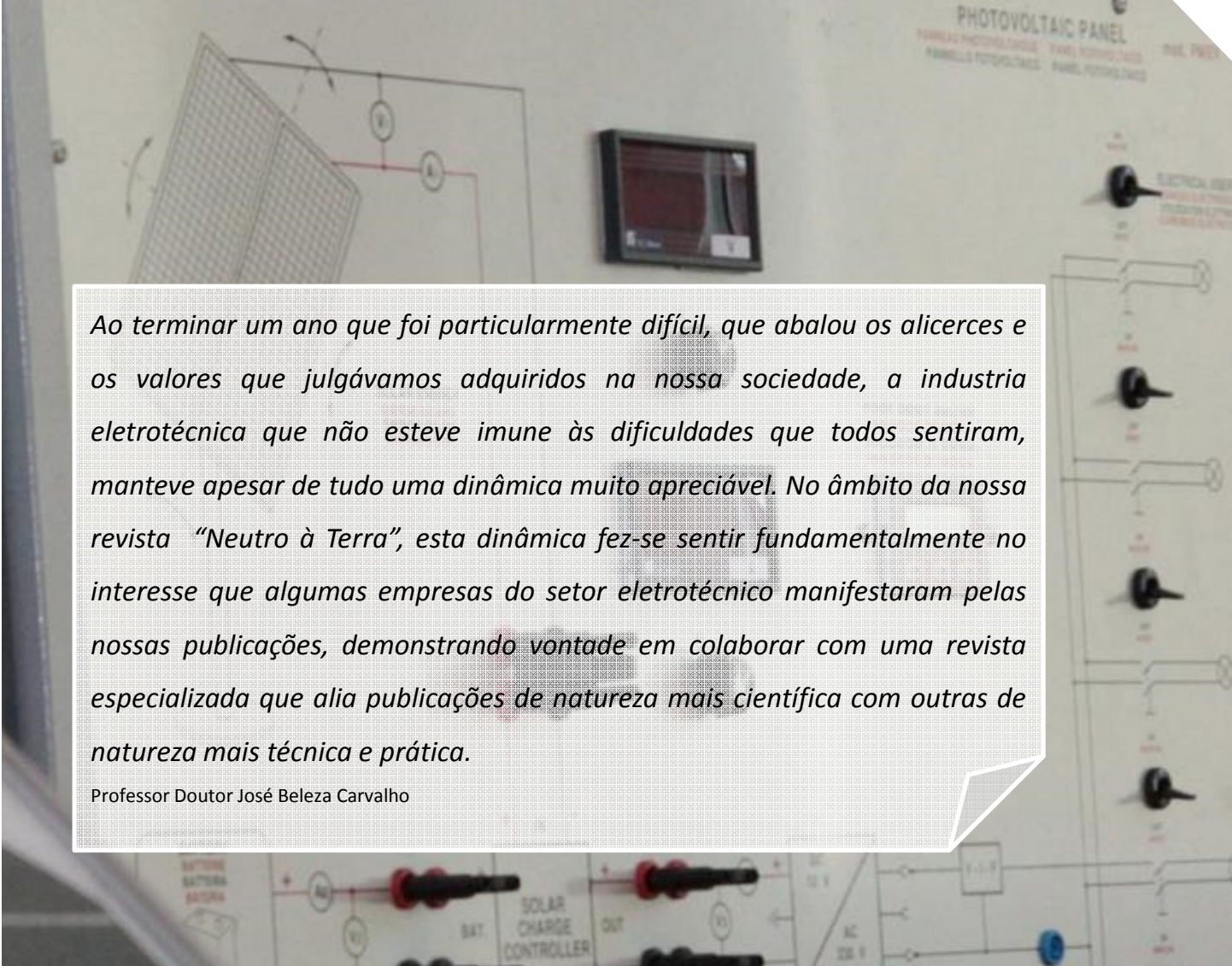


# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº14 | Dezembro de 2014

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



*Ao terminar um ano que foi particularmente difícil, que abalou os alicerces e os valores que julgávamos adquiridos na nossa sociedade, a industria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que algumas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando vontade em colaborar com uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais técnica e prática.*

Professor Doutor José Bezeza Carvalho



**Máquinas  
Elétricas**  
Pág.05



**Energias  
Renováveis**  
Pág. 21



**Instalações  
Elétricas**  
Pág. 29



**Telecomunicações**  
Pág. 35



**Segurança**  
Pág. 39



**Eficiência  
Energética**  
Pág.49



**Automação  
Domótica**  
Pág. 57

03| Editorial

05| Máquinas Elétricas

Regulação de velocidade em motores assíncronos de corrente alternada.

José António Beleza Carvalho, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Motores de ímans permanentes para aplicações de alta eficiência.

Carlos Eduardo G. Martins, Sebastião Lauro Nau, WEG Equipamentos Elétricos S.A.

21| Energias Renováveis

Micro produção fotovoltaica. Venda à rede vs autoconsumo.

Rute Rafaela S. Moreira, Roque Filipe M. Brandão, Instituto Superior Engenharia Porto.

29| Instalações Elétricas

Aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão. Principais documentos normativos.

António Augusto Araújo Gomes, Instituto Superior Engenharia Porto.

35| Telecomunicações

Tecnologia Par de Cobre – ITED 3. Para além da transmissão de voz e dados.

João Alexandre, Brand-Rex - Network Infrastructure Cabling Systems.

Sérgio Filipe Carvalho Ramos, Instituto Superior Engenharia Porto.

39| Segurança

Deteção e extinção de incêndios em *Data Centers*.

Rui Miguel Barbosa Neto, Siemens S.A.

António Augusto Araújo Gomes, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

49| Eficiência Energética

Eficiência energética na iluminação pública. Estudo de casos práticos.

João Magalhães, Luis Castanheira, Roque Brandão, Instituto Superior Engenharia Porto.

57| Automação e Domótica

Aplicação de automação e microeletrónica na melhoria da eficiência energética em prédios públicos.

Paulo D. Garcez da Luz, Roberto R. Neli, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil.

Schneider Electric. Estratégia SCADA para os próximos três anos.

Schneider Electric.

65| 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
CONTACTOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

Ao terminar um ano que foi particularmente difícil, que abalou os alicerces e os valores que julgávamos adquiridos na nossa sociedade, a indústria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que algumas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando vontade em colaborar com uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais técnica e prática.

Um facto importante que decorreu também este ano, foi a discussão e aprovação da Proposta de Lei 101/2014, de 27 de março, relativa ao Estatuto dos Técnicos Responsáveis por Instalações Elétricas de Serviço Particular. Este documento, bastante polémico, que nos deixa com algumas dúvidas, vai ser determinante no exercício da profissão de engenheiro eletrotécnico, particularmente para os que exercem a profissão na área das instalações elétricas. Contamos na próxima edição da nossa revista “Neutro à Terra” apresentar um artigo sobre este assunto.

Nesta edição da revista merece particular destaque a colaboração da Schneider Electric com um artigo sobre a “Estratégia Scada Para os Próximos Três Anos”, e da WEG Equipamentos Elétricos S.A., com um importante artigo sobre “Motores de Ímanes Permanentes para Aplicações de Alta Eficiência”. No âmbito da colaboração que mantemos com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, apresenta-se um artigo sobre “Aplicações de Automação e Microeletrónica na Melhoria da Eficiência Energética em Prédios Públicos”. A colaboração com esta Universidade Brasileira permite constatar o interesse crescente pela nossa revista “Neutro à Terra”, que vai muito para além do nosso país.

Nesta edição da revista merecem ainda particular destaque os temas relacionados com as máquinas elétricas, com um artigo sobre a regulação de velocidade em motores assíncronos de corrente alternada, as energias renováveis, com um artigo sobre micro produção fotovoltaica, a eficiência energética, com um caso de estudo na iluminação pública, as instalações elétricas, com um importante artigo sobre aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão, os sistemas de segurança, com um artigo sobre deteção e extinção de incêndios em *Data Centers*, e as telecomunicações, com um importante artigo no âmbito do novo Regulamento ITED 3 sobre a tecnologia par de cobre na transmissão de informação de voz e dados.

Estando certo que esta edição da revista “Neutro à Terra” apresenta novamente artigos de elevado interesse para todos os profissionais do setor eletrotécnico, satisfazendo as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos e desejo a todos um Bom Ano de 2015.

Porto, dezembro de 2014

José António Beleza Carvalho

### Visualização de páginas por país

---

Portugal	12154
Brasil	868
Estados Unidos	662
Alemanha	256
Angola	108
Rússia	96
Reino Unido	95
França	65
Andorra	56
Espanha	46





## REGULAÇÃO DE VELOCIDADE

### EM MOTORES ASSÍNCRONOS DE CORRENTE ALTERNADA.

#### 1. Introdução

O motor assíncrono de indução é uma máquina essencialmente de velocidade constante, alimentado por uma fonte de energia elétrica de tensão e frequência constantes.

A velocidade de funcionamento em regime nominal é muito próxima da velocidade síncrona. Se o binário da carga aumenta, a velocidade do motor decresce ligeiramente. É, como tal, uma máquina orientada para aplicações que requerem velocidade constante. Entretanto, muitas aplicações necessitam de vários escalões ou ajuste contínuo de velocidade.

Tradicionalmente, estas tarefas que necessitavam de variação de velocidade eram efetuadas por motores de corrente contínua (motores DC).

Estes motores são dispendiosos, requerem manutenção frequente das escovas e coletor e são proibitivos em atmosferas perigosas.

Os motores de indução de rotor em gaiola-de-esquilo, por outro lado, são robustos, baratos, não tem escovas nem coletor e podem ser utilizados em aplicações que requerem elevadas velocidades.

Atualmente, existem conversores eletrónicos, muito mais complexos que os utilizados em motores DC, que permitem utilizar os motores de indução em sistemas que necessitam de variação de velocidade. A variação de velocidade destes motores baseia-se na relação entre a rotação síncrona, ou do campo girante, da rotação do rotor e do deslizamento:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s}$$

em que:

$$n_s = \frac{f}{p}$$

e assenta fundamentalmente nos seguintes métodos ( $n=(1-s)n_s$ ):

- Variação do número pares de pólos ( $p$ );
- Variação do deslizamento ( $s$ );
- Variação da frequência da tensão de alimentação ( $f$ ).

Neste artigo, são analisados estes métodos de controlo e regulação de velocidade do motor assíncrono de indução.



Figura 1. Motor assíncrono de indução

#### 2. Variação do número pares de pólos

Como a velocidade de funcionamento da máquina é próxima da velocidade de sincronismo, pode-se variar a velocidade do motor de indução pela alteração do número de pólos da máquina:

$$n_s = \frac{f}{p}$$

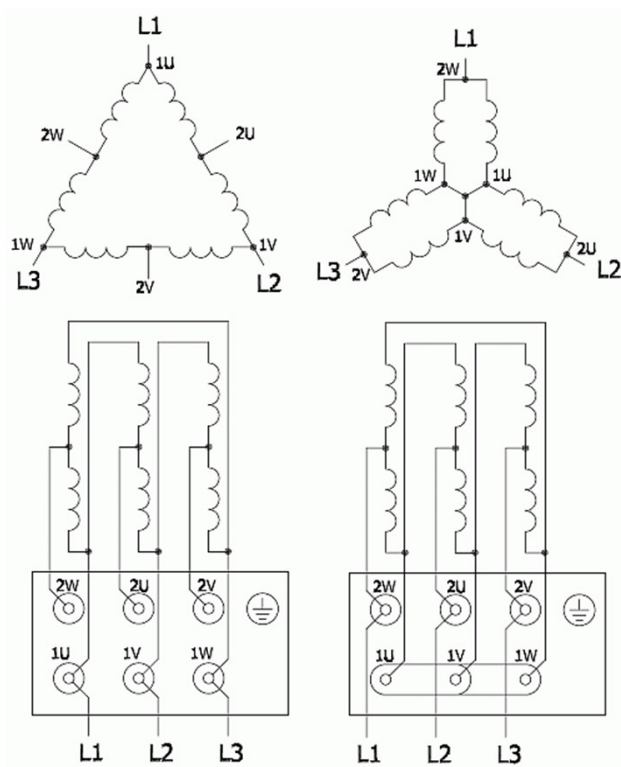
Isto pode ser conseguido alterando as ligações da bobinagem do estator. Normalmente os pólos são alterados na razão de 2 para 1.

Este método permite obter duas velocidades de sincronismo. Se dois conjuntos independentes de bobinagem forem utilizados, poderá conseguir-se quatro velocidades síncronas para o motor de indução.

No motor de rotor em gaiola-de-esquilo este método é bastante utilizado, pois o rotor pode operar com qualquer número de pólos do estator.

Obviamente que este método apenas permite variar a velocidade em escalões e, dada a complexidade da bobinagem do estator, este será sempre um motor com custo mais elevado.

A figura seguinte apresenta a configuração da bobinagem de um motor *Dahlander*, que permite 2 escalões de rotação por alteração do número de pares de pólos.



**Figura 2. Motor assíncrono de indução *Dahlander***

Este motor terá sempre alguns inconvenientes, como má utilização do circuito magnético e a manifestação de componentes harmónicas, devido a uma distribuição espacial do campo magnético não sinusoidal.

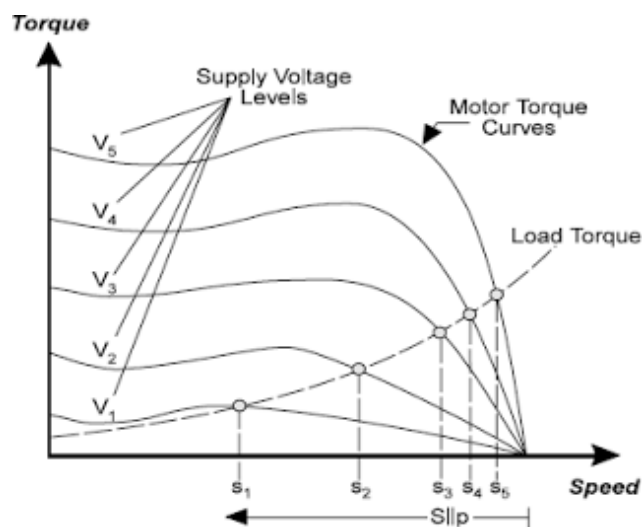
### 3. Variação do deslizamento

#### 3.1 Variação da tensão de alimentação

Sabemos que o binário desenvolvido pelo motor de indução é proporcional ao quadrado da tensão de alimentação.

Um conjunto de características T-n para várias tensões aos terminais é apresentado na figura 3.

Se o rotor acionar uma carga do tipo ventoinha, a velocidade pode variar entre  $s_1$  e  $s_5$  por variação da tensão de alimentação.



**Figura 3. Características binário-velocidade do motor assíncrono de indução**

A tensão aos terminais  $V_1$  pode ser variada pela utilização de um auto transformador trifásico, ou por um conversor eletrónico de estado sólido, como se apresenta na figura 4.

O auto transformador permite obter uma tensão perfeitamente sinusoidal para alimentar o motor indução, enquanto no conversor de estado sólido a tensão aos terminais não é sinusoidal.

A variação de velocidade com conversor de estado sólido é muito comum em motores de gaiola-de-esquilo que acionam cargas centrífugas (ventoinhas).

Em aplicações de maior potência, torna-se necessário utilizar um filtro, para eliminar as elevadas componentes harmónicas de corrente injetadas nas linhas de alimentação.

O conversor eletrónico de tensão a tirístores apresentado na figura 4 é simples de entender mas complicado de analisar.

Um sinal de comando para uma determinada velocidade dispara os tirístores, com um determinado ângulo de disparo ( $\alpha$ ), para providenciar uma determinada tensão aos terminais do motor. Se o sinal de comando de velocidade é alterado, o ângulo de disparo dos tirístores é também alterado, o qual resulta uma nova tensão aos terminais do motor e, como tal, uma nova velocidade de funcionamento.

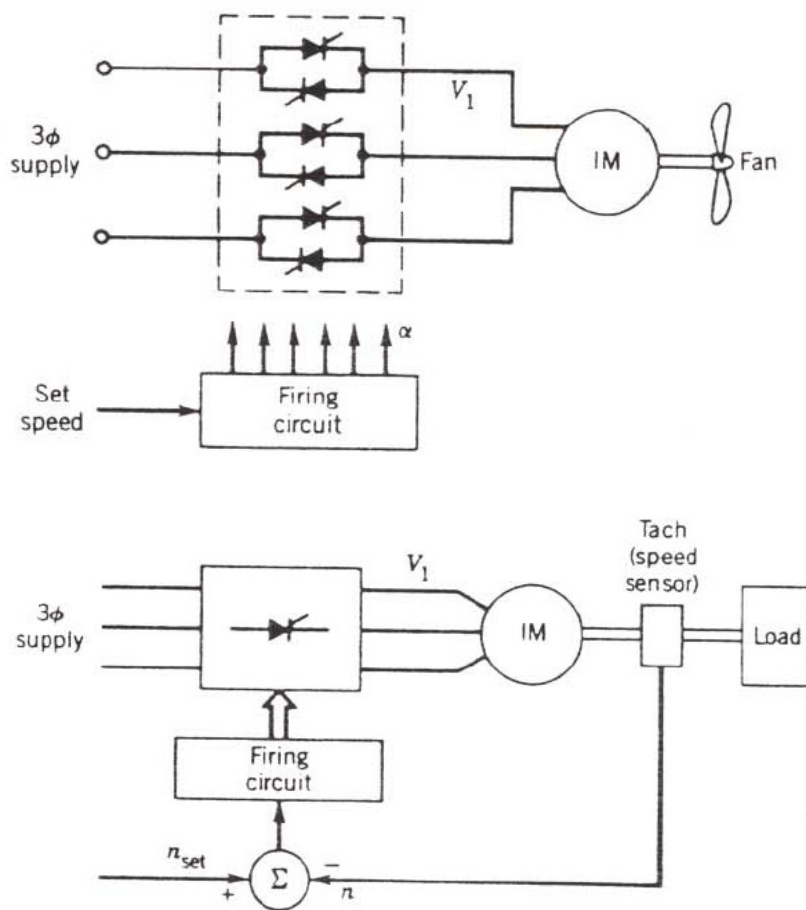


Figura 4. Variação de velocidade do motor por variação de tensão de alimentação

O funcionamento em malha aberta não é satisfatório se, para determinada aplicação, for necessário um controlo preciso da velocidade. Na maioria dos casos é necessário o controlo em malha fechada.

A figura 4 apresenta um diagrama simples de um sistema eletrónico de funcionamento em malha fechada.

Se a velocidade do motor decresce devido a qualquer perturbação, como flutuação da tensão de alimentação, a diferença entre a velocidade especificada para o motor e a verdadeira velocidade deste é aumentada. Este facto altera o ângulo de disparo do tiristor de maneira a incrementar a tensão aos terminais, a qual por sua vez permitirá que o motor desenvolva um binário superior.

O incremento do binário tende a restabelecer a velocidade para o valor anterior à perturbação.

Reparar que neste método de controlo de velocidade, o deslizamento aumenta para as velocidades mais baixas (Figura 3), tornando a operação ineficiente. De qualquer maneira, para ventoinhas, ou de uma maneira geral cargas centrífugas, nas quais o binário varia aproximadamente com o quadrado da velocidade, a potência decresce significativamente com o decréscimo da velocidade.

Assim, embora as perdas no circuito rotórico ( $=sP_{ag}$ ) possam ser uma parte significativa da potência do entreferro, a potência no entreferro é ela própria reduzida e, como tal, o rotor não entrará em sobreaquecimento.

Os dispositivos reguladores de tensão são simples e, embora ineficientes, são orientados para aplicações como ventoinhas, bombas e, de uma maneira geral para cargas centrífugas.

3.2 Variação da resistência rotórica

As características binário-velocidade para este caso são apresentadas na figura 5.

A característica T-n da carga é apresentada em tracejado.

Variando a resistência exterior entre  $0 < R_{ex} < R_{ex4}$ , a velocidade da carga pode ser controlada na gama  $n_1 < n < n_5$ .

Reparar que um ajustamento apropriado da resistência exterior ( $R_{ex} = R_{ex2}$ ), pode proporcionar o máximo binário no período de arranque.

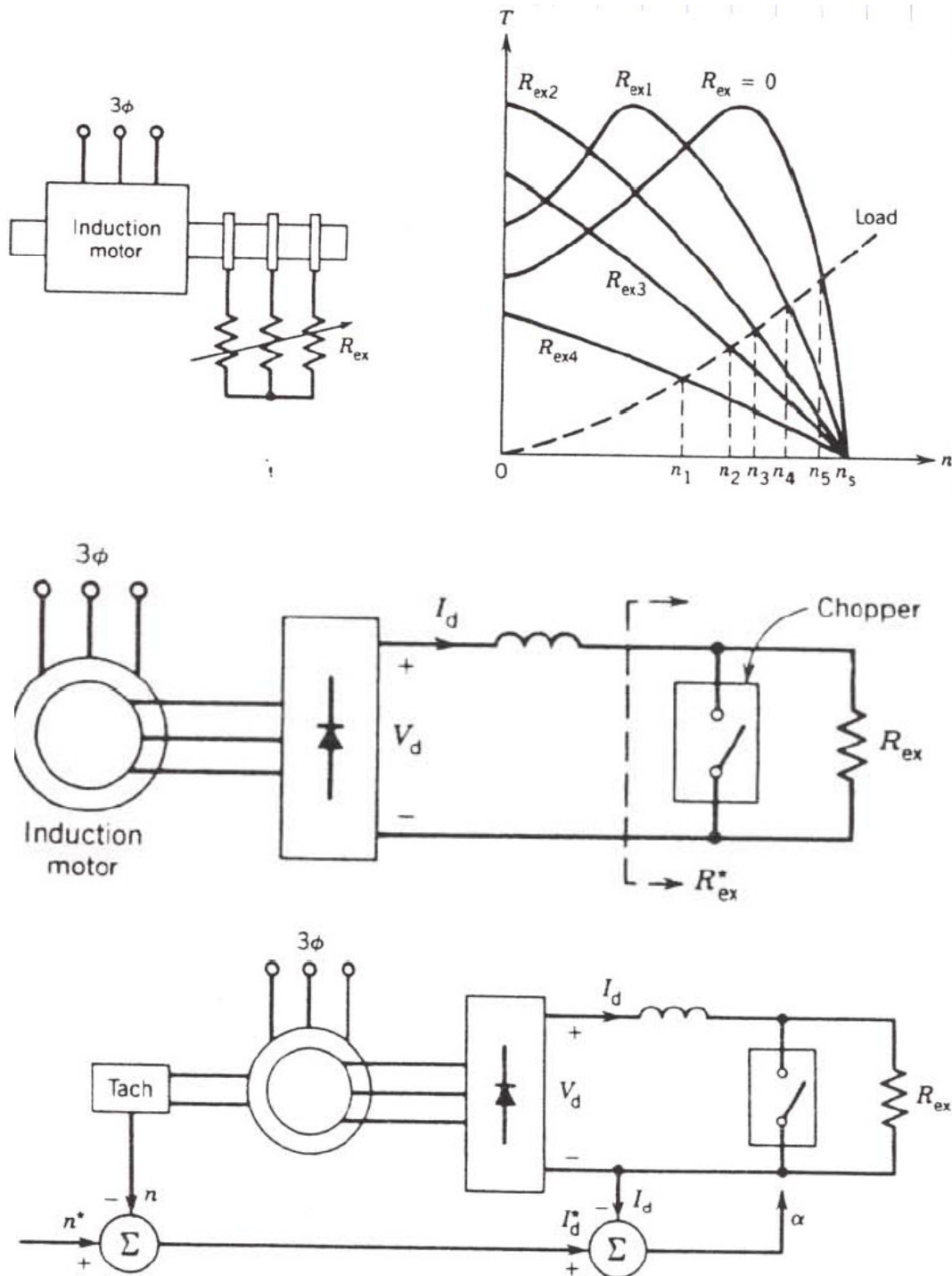


Figura 5. Variação de velocidade do motor por variação da resistência rotórica

O esquema da figura 5 requer um banco de resistências trifásico, de maneira que para um modo de funcionamento equilibrado, as três resistências apresentem o mesmo valor em qualquer posição.

O ajuste manual das resistências não é satisfatório em algumas aplicações, particularmente em sistemas de controlo em malha fechada.

Um controlo eletrónico da resistência externa pode melhorar a operação. Um diagrama de blocos de um sistema de controlo deste tipo é apresentado na figura 5.

A potência do rotor trifásico é retificada na ponte de diodos. O efetivo valor  $R^*_{ex}$  da resistência externa  $R_{ex}$ , pode ser alterado por variação do “tempo-on” (também chamado razão de comutação  $\alpha = T_{on}/T$ ) do *chopper* conectado aos terminais de  $R_{ex}$ . Prova-se que  $R_{ex} = (1 - \alpha)R_{ex}$ .

Quando  $\alpha = 0$ , isto é, o *chopper* fora de serviço,  $R^*_{ex} = R_{ex}$ . Quando  $\alpha = 1$ , isto é, o *chopper* sempre em “on”,  $R_{ex}$  é curto-circuitada pelo *chopper* e como tal  $R^*_{ex} = 0$ . Neste caso, a resistência do circuito rotórico é apenas a resistência da própria bobinagem. Assim, por variação de  $\alpha$  na gama de  $1 > \alpha > 0$ , a resistência efetiva é variada na gama  $0 < R^*_{ex} < R_{ex}$ , e as características binário-velocidade obtidas serão idênticas às da figura 5.

A tensão retificada  $V_d$  depende da velocidade e do deslizamento da máquina. Com o rotor travado, a f.e.m. induzida na bobinagem do rotor será  $E_2$ . A tensão média à saída do conversor trifásico (retificador com seis diodos) é:

$$V_0 = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cdot V_{\max}$$

então, a tensão retificada  $V$  para o deslizamento  $s$  é:

$$V_d = s \cdot |V_d|_{s=1} = s \cdot \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cdot E_2$$

A potência elétrica no circuito rotórico é:

$$P_2 = s \cdot P_{ag}$$

Se a potência de perdas na bobinagem do rotor for desprezada, a potência  $P_2$  será a potência DC à saída do retificador. Assim:

$$s \cdot P_{ag} \approx V_d \cdot I_d$$

Pelas equações anteriores obtém-se:

$$s \cdot T \cdot \omega_{syn} = s \cdot \frac{3\sqrt{6}}{\pi} \cdot E_2 \cdot I_d$$

$$T \propto I_d$$

Esta relação linear entre a potência desenvolvida e a corrente retificada, é uma vantagem sob o ponto de vista do controlo de velocidade de sistemas em malha fechada.

Um diagrama de blocos deste modo de controlo em malha fechada é apresentado na figura 5.

A velocidade atual  $n$  é comparada com a velocidade desejada  $n^*$ , e o sinal de erro representa o comando do binário, ou a corrente de referência  $I_d^*$ . Esta corrente  $I_d^*$  é comparada com a corrente atual  $I_d$ , e o sinal de erro altera a razão de comutação do *chopper*  $\alpha$ , de maneira que a corrente  $I_d$  se aproxime do valor  $I_d^*$ .

A maior desvantagem deste método de controlo pela resistência rotórica é o baixo rendimento às menores velocidades devido aos elevados deslizamentos.

Mesmo assim, este método de controlo é bastante utilizado devido à sua simplicidade. Em aplicações onde o funcionamento a baixa velocidade é apenas uma pequena parte do trabalho da máquina, o baixo rendimento neste caso é aceitável.

Este método será orientado para controlo de velocidade de motores que atuam cargas centrífugas, numa gama de velocidades próxima do seu máximo valor.



### 3.3 Recuperação de energia de deslizamento do rotor

No método apresentado, se for possível recuperar para a fonte AC a energia de deslizamento dissipada na resistência, o rendimento global do sistema será bastante melhor.

Um método para recuperar a energia de deslizamento é apresentado na figura 6.

A potência do rotor é retificada na ponte de diodos. O *ripple* da corrente retificada é atenuado na indutância. A saída DC do retificador é ligada aos terminais do inversor, o qual inverte a potência DC em AC e realimenta-a para a fonte AC. O inversor é um conversor retificador controlado, que funciona no modo ondulator (ou inversor).

Em vazio o binário necessário é reduzido, então  $I_d \sim 0$ . Pela figura 6,  $V_d = V_i$ . Se o deslizamento em vazio é so, então a tensão média na saída dos conversores trifásicos controlados,

$$V_0 = \frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} \cdot V_{\max} \cdot \cos \alpha$$

vem:

$$s_0 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} \cdot E_2 = -\frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} \cdot V_1 \cdot \cos \alpha$$

ou

$$s_0 = -\frac{V_1}{E_2} \cdot \cos \alpha$$

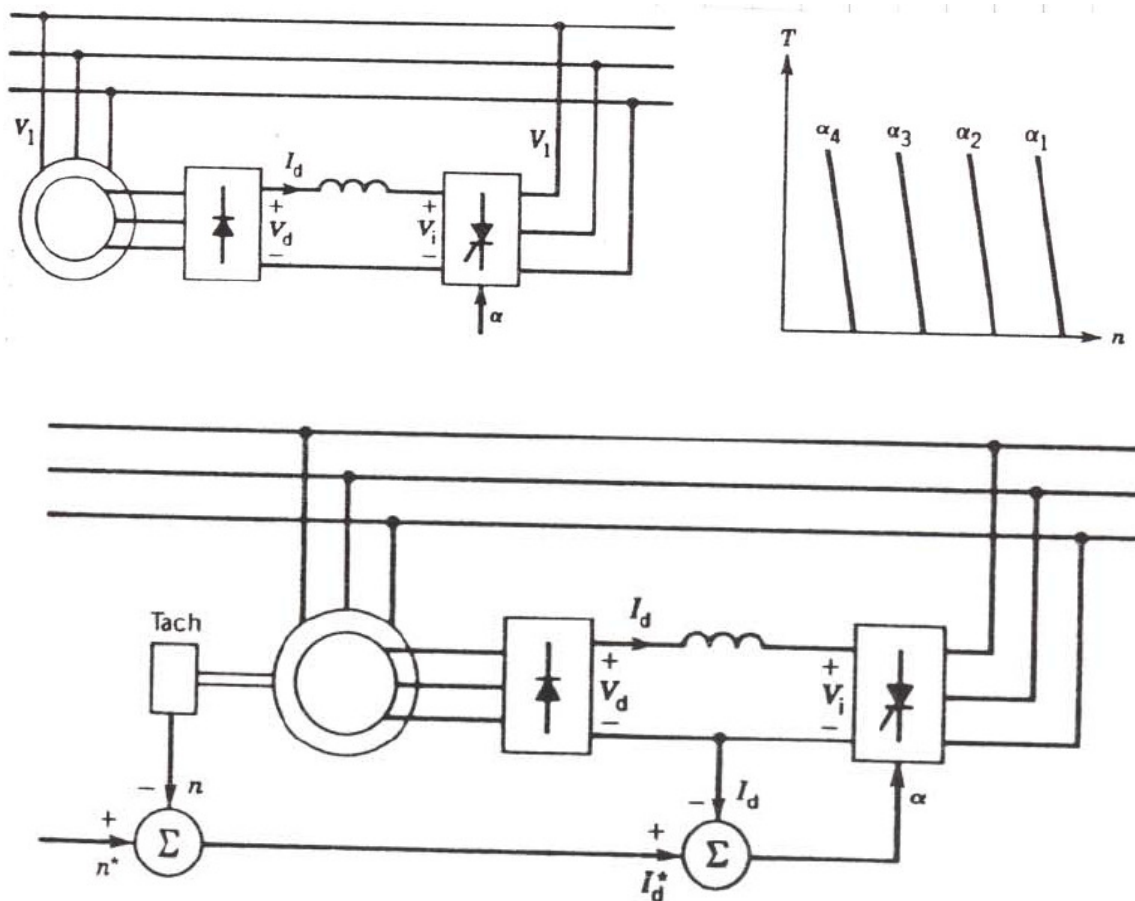


Figura 6. Variação de velocidade do motor por variação da resistência rotórica

O ângulo de disparo  $\alpha$  do inversor deve ser ajustado para a velocidade em vazio. Se for aplicada carga, a velocidade decresce.

As características binário-velocidade para diferentes ângulos de disparo são apresentadas na figura 6. Estas características são idênticas á do motor DC de excitação separada, para várias tensões aplicadas na armadura. O binário desenvolvido pela máquina é proporcional à corrente DC Id.

Um sistema de controlo em malha fechada, utilizando a técnica da recuperação da energia de deslizamento é apresentado na figura 6.

Este método de controlo de velocidade é largamente utilizado em aplicações de potência, onde a variação numa larga gama de velocidades envolve elevadas energias de deslizamento.

**4. Variação da frequência da tensão de alimentação**

A velocidade síncrona e, como tal, a velocidade do motor, pode ser variada pela alteração da frequência da tensão de alimentação. A aplicação deste método de controlo de velocidade requer um variador de frequência.

A figura 7 apresenta em diagrama de blocos um sistema de controlo de velocidade em malha aberta, no qual se pode alterar a frequência da tensão de alimentação do motor.

O fluxo por pólo do motor de indução é:

$$\Phi_p \propto \frac{E}{f}$$

Se a queda de tensão na impedância estatórica (R1 e X1) for reduzida, comparativamente com a tensão aos terminais V1, uma vez que  $V1 \sim E1$ , então:

$$\Phi_p \propto \frac{V}{f}$$

Para evitar uma elevada saturação do circuito magnético, a tensão aos terminais do motor deve ser variada proporcionalmente com a frequência.

Este tipo de controlo de velocidade é conhecido como Volts por Hertz Constante (Tensão por Frequência constante).

Às baixas frequências, a queda de tensão na impedância estatórica é comparável à tensão aos terminais V1 e, como tal, a equação apresentada deixa de ser válida. Para manter a mesma densidade de fluxo no entreferro, a razão V/f deve ser incrementada para as mais baixas frequências.

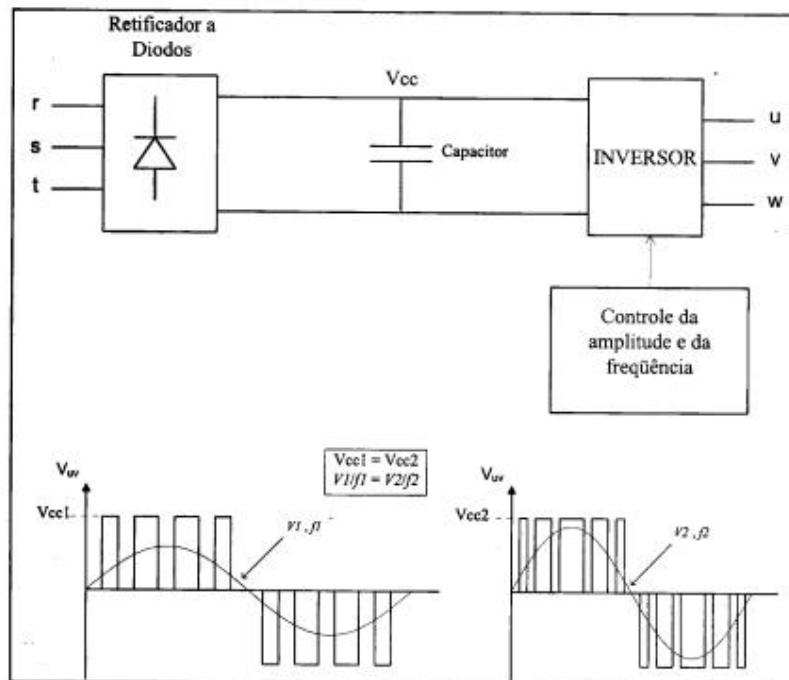


Figura 7. Variação da frequência da tensão de alimentação

A necessária variação *tensão - frequência* é apresentada na figura 8b.

Na figura 9, a tensão aos terminais da máquina irá variar se a tensão aos terminais do inversor for alterada; Esta tensão pode ser alterada pela variação do ângulo de disparo dos semicondutores do retificador controlado.

Se a tensão à saída do inversor puder ser variada no próprio inversor (inversores de Modulação Largura de Impulso), o retificador deixará de ser controlado e constituído apenas por díodos, tornando  $V_i$  constante, como se pode ver na figura 9.

As características binário-velocidade para este sistema de variação de velocidade são apresentadas na figura 8.

Até à frequência base  $f_{base}$  a tensão aos terminais da máquina pode ser obtida a partir do inversor. Abaixo desta frequência, o fluxo no entreferro é mantido constante por variação da tensão com a frequência; por esta razão, o binário é mantido constante e no seu valor máximo. Acima de  $f_{base}$ , a tensão não pode voltar a ser incrementada com a frequência, neste caso o fluxo no entreferro decresce assim como o binário máximo disponível.

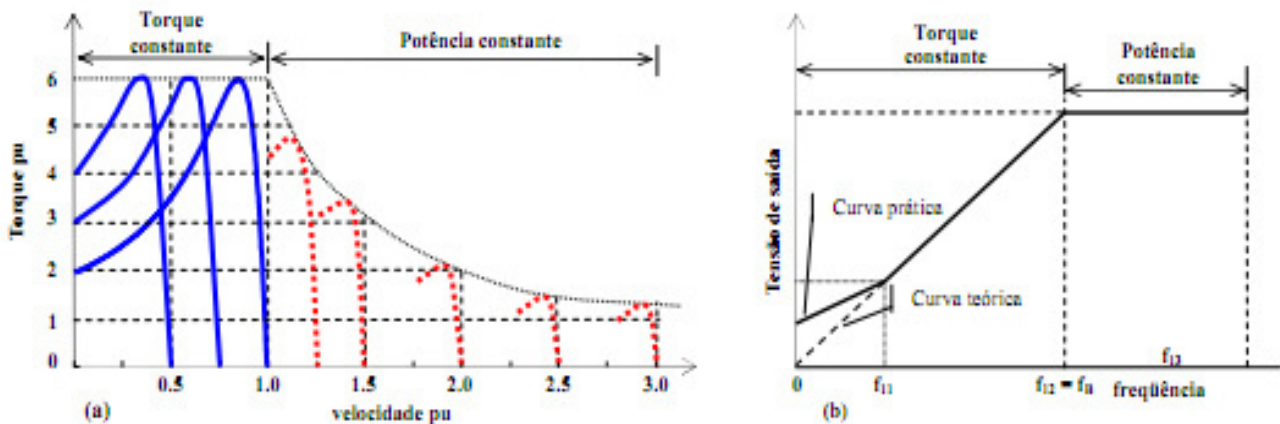


Figura 8. Variação da frequência da tensão de alimentação

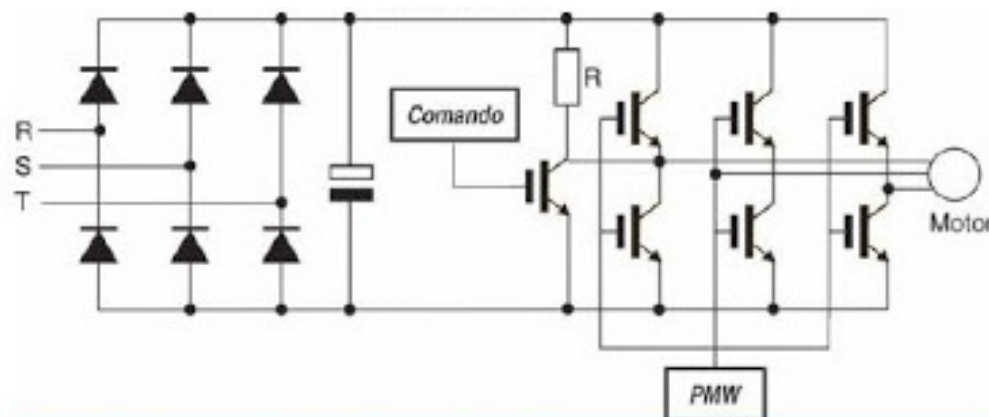


Figura 9. Controlo de velocidade por variação da frequência da tensão de alimentação

#### 4.1 Controlo em malha fechada

Em aplicações onde se requer um rigoroso controlo da velocidade, torna-se necessário utilizar sistemas de controlo realimentados em malha fechada.

A Figura 10 apresenta um diagrama de blocos que utiliza a regulação pela frequência de deslizamento e funciona no modo Volt/Hertz constante.

No primeiro ponto de soma, obtém-se a diferença entre a velocidade pretendida  $n^*$  e a velocidade atual  $n$ , que corresponde à velocidade de deslizamento  $n_{sl}$  ou seja, à frequência de deslizamento. Se a frequência de deslizamento se aproxima da frequência de corte, este valor é limitado, restringindo a operação apenas para valores abaixo da frequência de corte (limite máximo para a frequência).

No segundo ponto de soma, a frequência de deslizamento é somada à frequência  $f_n$  (que representa a velocidade do motor), para assim gerar a frequência do estator  $f_1$ .

Um gerador de funções providencia um sinal para controlo do retificador, de maneira que a operação da máquina se efetue a Tensão - Frequência constante (Volt/Hertz - constante).

Um sistema simplificado de controlo de velocidade utilizando um inversor de corrente, é apresentado na figura 11.

A frequência de deslizamento é mantida constante e a velocidade é controlada pela regulação da corrente contínua  $I_d$  e como tal, pela amplitude da corrente da máquina. Em aplicações de tração elétrica, como os metropolitanos e outros veículos de trânsito, o binário é diretamente controlado.

Um sistema típico de controlo de um veículo de trânsito é apresentado na figura 12.

Como a tensão disponível nos sistemas de trânsito é contínua e constante, é utilizado um inversor de tensão controlado por Modulação de Largura de Impulso (PWM), de maneira a que se possa variar a tensão AC na saída.

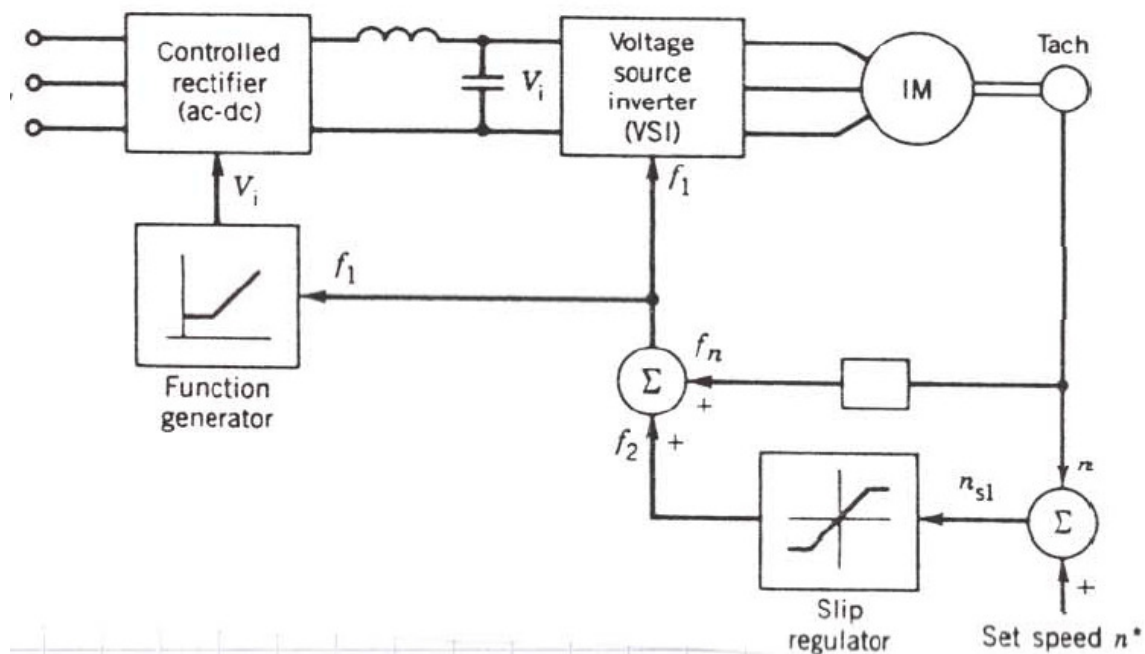


Figura 10. Sistema de controlo em malha fechada, com operação a V/f constante

Se a frequência de deslizamento se mantiver constante, o binário varia com o quadrado da corrente do estator.

O comando do binário é obtido através de uma função geradora de raiz quadrada, que gera a corrente de referência  $I^*$ . O sinal que representa a diferença entre  $I^*$  e a atual corrente  $I_1$ , irá alterar a tensão na saída do inversor PWM de maneira que  $I_1$  se aproxime o mais possível do valor desejado  $I^*$ , que representa o comando do binário.

Na frenagem regenerativa com recuperação de energia dos veículos de trânsito, o sinal da frequência de deslizamento  $f_2$  é negativo. Neste caso, o motor de indução vai funcionar no modo gerador ( $f_n > f_1$ ), e realimentará para a fonte DC a energia cinética armazenada no sistema.

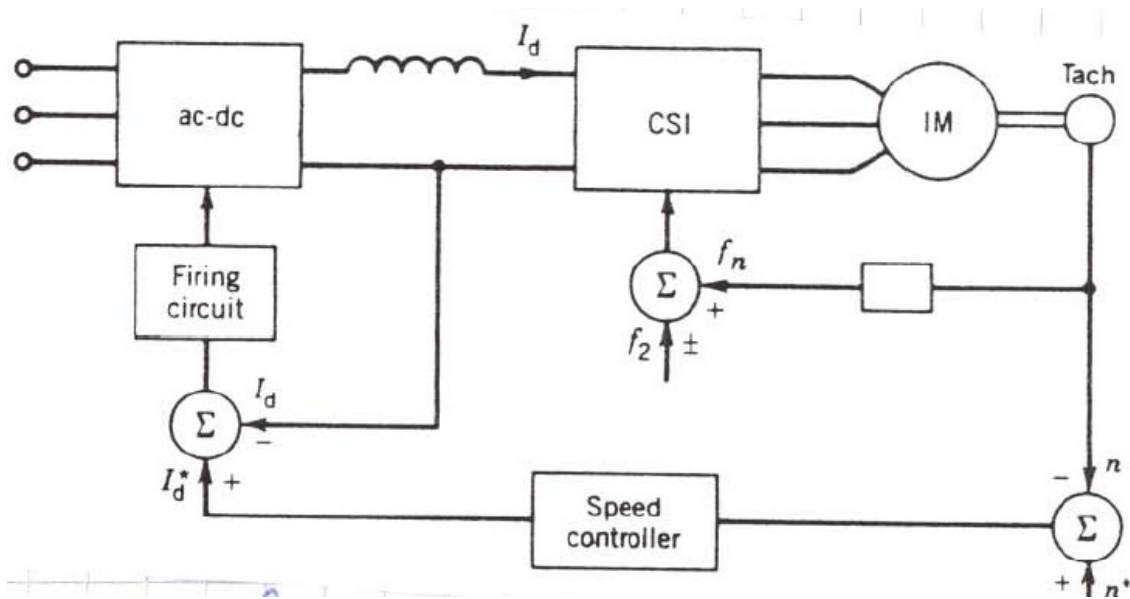


Figura 11: Sistema de controle em malha fechada, utilizando um inversor de corrente

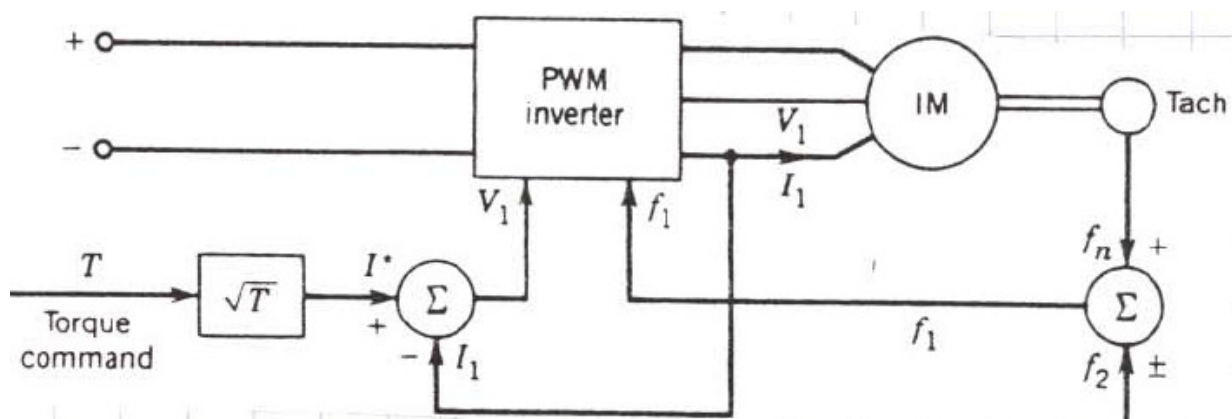


Figura 12. Sistema típico de controle de velocidade em veículos de trânsito



## 5. Conclusão

Os motores assíncronos de indução, especialmente os de rotor em gaiola-de-esquilo, são robustos, baratos, não tem escovas nem coletor e podem ser utilizados em aplicações que requerem elevadas velocidades.

A variação de velocidade destes motores assenta fundamentalmente na variação do número de pares de pólos (motor *Dahlander*), na variação do deslizamento através da variação da tensão aplicada ao estator, ou variação da resistência rotórica, no caso dos motores de rotor bobinado, e na variação da frequência da tensão aplicada ao motor.

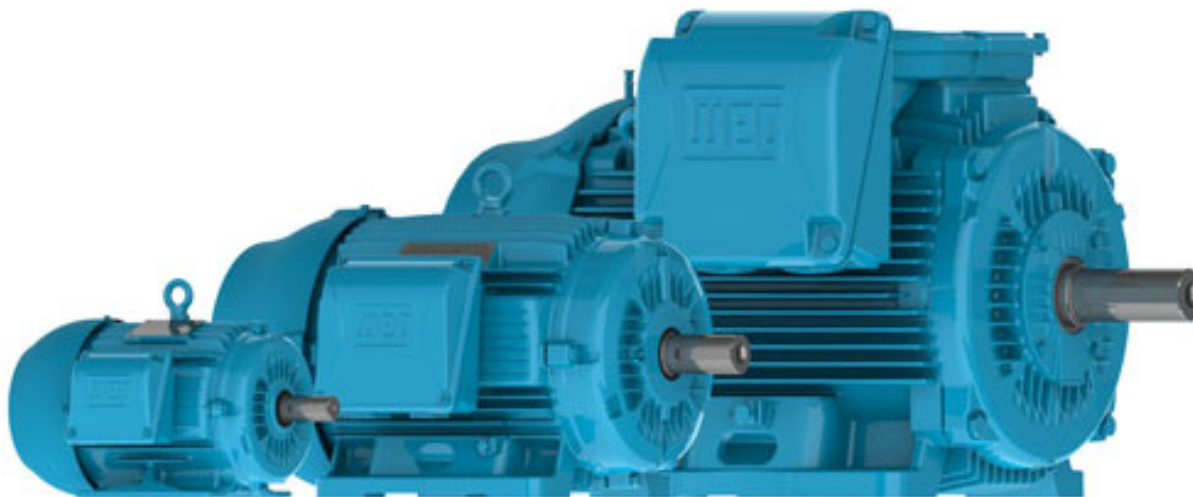
Atualmente, existem conversores eletrónicos, muito mais complexos que os utilizados em motores DC, que permitem utilizar os motores de indução em sistemas que necessitam de variação de velocidade. Os conversores eletrónicos são fundamentalmente utilizados na variação de velocidade por variação do deslizamento da máquina e na variação da frequência da tensão de alimentação.

Em termos técnicos, as soluções mais evoluídas correspondem à variação de velocidade por controlo escalar tensão/frequência constante, ou, uma solução ainda mais evoluída, por controlo vetorial da corrente estatórica.

Estes métodos de variação de velocidade permitem em qualquer regime adaptar a resposta do motor às necessidades da carga, originando funcionamentos do motor com deslizamentos reduzidos e, como tal, com eficiência muito elevada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beza Carvalho, J. A., Máquinas Assíncronas de Indução. Apontamentos da disciplina de Máquinas Elétricas II. ISEP, Porto, março de 2014.
- WEG, Motores de Corrente Alternada. [www.weg.net](http://www.weg.net). Catálogo WEG 2012.
- Sen, P.C., Principles of Electric Machines and Power Electronics. Editor: John Wiley & Sons.
- Fitzgerald, A.E., Charles Kingsley. Electric Machinery. Editor: McGraw Hill.
- ABB, Low Voltage Industrial Performance Motors. Catálogo ABB 2009.



WEG Equipamentos Elétricos S.A.  
<http://www.weg.net/>

### CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÕES DE CURTA DURAÇÃO

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

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

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

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

[www.dee.isep.ipp.pt](http://www.dee.isep.ipp.pt)



## MOTORES DE ÍMANS PERMANENTES PARA APLICAÇÕES DE ALTA EFICIÊNCIA.

### Resumo

Motores de ímãs permanentes (motores PM) podem ser utilizados em praticamente todas as aplicações, tais como bombas, elevadores, compressores, ventiladores, extrusoras, geradores, veículos elétricos, servoacionamentos, torres de refrigeração, eletrodomésticos, etc. Este artigo apresenta algumas aplicações para evidenciar que o uso de motores PM traz melhorias em eficiência energética e qualidade do processo.

### 1. Introdução

De acordo com estudos recentes [1], sistemas acionados por motores elétricos representam de 43% a 46% de todo o consumo global de energia elétrica. Os motores de indução têm sido o tipo de acionamento mais usado na indústria, devido à robustez, fiabilidade e facilidade de operação (ligação direta à rede de energia, sem necessidade de controlo eletrónico), embora em muitas aplicações os acionamentos de velocidade variável oferecem um grande potencial de economia de energia [2]. Neste cenário os motores PM são competitivos face aos motores de indução, pois têm um maior rendimento e não necessitam de ventilação forçada nem sobredimensionamento para funcionamento com binário constante.

### 2. Motores de ímãs permanentes (PM)

Os motores PM têm um maior rendimento comparativamente com outros motores, devido à ausência de perdas joule no rotor, e ao elevado fator de potência devido ao fluxo magnético de excitação fornecido pelos ímãs permanentes. Como os motores PM não têm perdas joule no rotor, a temperatura dos rolamentos é mais baixa, e o tempo de vida é maior. Apresentam também um rendimento significativamente maior nas baixas velocidades comparativamente com os restantes motores de indução, como mostrado na figura 1.

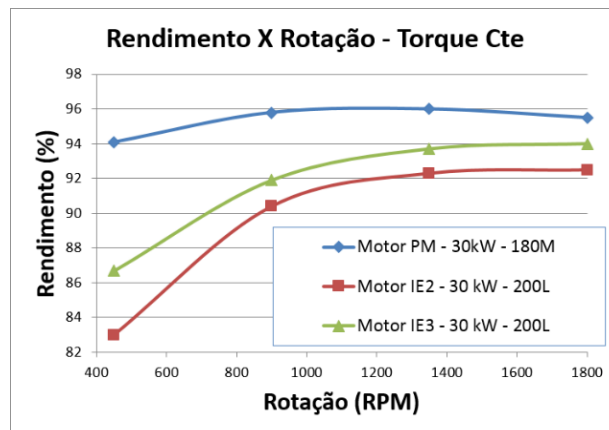


Figura 1. Rendimentos numa faixa de velocidade de 4:1 com binário constante para três motores: um motor síncrono de ímãs permanentes e dois motores de indução categoria IE2 e IE3 segundo IEC.

### 3. Características construtivas

Motores PM podem ter diferentes características construtivas. Os ímãs podem ser colocados na superfície ou dentro do rotor, o rotor pode ser externo ou interno, os enrolamentos podem ser do tipo distribuído (como nos motores de indução) ou do tipo bobinado sobre o pólo (como nos motores universais). Eles podem usar ímãs de ferrite (baixa energia e baixo custo) ou ímãs de terras-raras (alta energia, alto custo), estes últimos permitindo motores mais compactos e com maior relação binário/volume. Além disso, eles podem ser classificados como BLAC (*Brushless Alternating Current*) ou BLDC (*Brushless Direct Current*). Os primeiros usam um acionamento com corrente sinusoidal (a sua força contraelectromotriz é sinusoidal), e os últimos usam um acionamento do tipo onda quadrada (sua força contraelectromotriz é mais trapezoidal). Tipicamente os motores BLDC têm enrolamentos bobinados sobre o pólo, e os motores BLAC têm enrolamentos distribuídos. Mas motores BLAC também podem ter enrolamentos sobre o pólo, principalmente para aplicações de baixa potência.

Existem diversas tipologias, e a aplicabilidade de cada uma depende dos requisitos de cada aplicação, como mostrado na tabela 1.

#### 4. Aplicações para motores PM

##### 4.1. Motores PM Industriais

###### i. Motores de ímãs internos

Motores síncronos de ímãs internos geralmente usam ímãs de terras-raras no interior do rotor (figura 2) e podem ter um tamanho de carcaça abaixo dos motores de indução (até 43% de redução no volume e 35% de redução no peso), além de apresentarem rendimentos superiores aos mínimos exigidos pela norma.

Como eles estão em uma carcaça reduzida, eles apresentam menores níveis de ruído do que os motores de indução de mesma potência.

As principais aplicações são bombas, sistemas de ventilação, compressores, extrusoras e e tapetes transportadores.



Figura 2. Motor de ímãs internos de terras-raras e carcaça reduzida.

Tabela 1. Características das diferentes topologias

Tipologia	Características/Aplicação	Exemplo
Rotor externo	Aplicações de alto binário em baixa velocidade (ex. máquinas de lavar roupa, elevadores), aplicações em ventilação.	
Ímãs superficiais	Aplicações de baixa e média velocidade (ex. ventilação, exaustão, bombas residenciais, elevadores).	
Ímãs internos	Aplicações de baixa e alta velocidade (ex. Ventiladores, compressores, bombas, elevadores, veículos elétricos).	
Arranque direto	Aplicações de baixa velocidade e baixa inércia, arranque direto da rede (ventiladores, bombas).	

ii. Motor PM com arranque direto da rede

Estes motores são híbridos, pois possuem ímãs de terras-raras abaixo da gaiola de alumínio do rotor [4]. Eles têm enrolamentos similares aos dos motores de indução e a particularidade de arrancar diretamente ligados à rede, sem necessidade de controlo eletrónico, como é o caso dos motores PM convencionais. Eles arrancam e aceleram como os motores de indução, até atingirem o sincronismo, mantendo velocidade constante mesmo com variação da carga. Se for necessário variar a velocidade, eles podem ser acionados por conversores de frequência convencionais, em modo escalar. Isto permite que vários motores sejam acionados pelo mesmo inversor, na mesma velocidade. A figura 3 mostra os níveis de rendimento dos motores com ímãs e arranque da rede em comparação com os níveis de rendimento da norma e em relação aos motores de indução W22 e aos motores de indução W22 Premium (que cumprem aos rendimentos IE3 da IEC). Os motores com ímãs e arranque na rede atingem os níveis de rendimento IE4 da IEC.

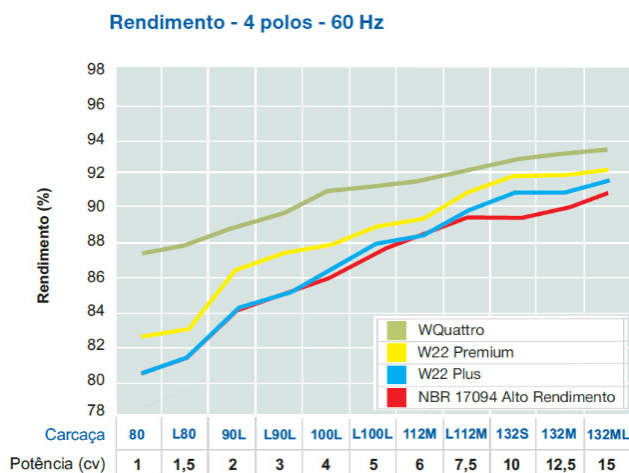


Figura 3. Comparação de rendimento entre motores PM com arranque da rede e motores de indução.

As principais aplicações são cargas de baixa inércia, e aplicações multimotor com variação de velocidade, com um único conversor.

- Aplicação em compressor

A figura 4 mostra um motor de ímãs aplicado num compressor de parafuso de 200 HP. A figura 5 mostra a comparação de rendimento do compressor ao longo da sua faixa de operação quando acionado pelo motor PM e por um motor de indução.

O motor de indução antes utilizado tinha 150 kW, 2 pólos, carcaça IEC 280 S/M. O motor PM que o substituiu tem 150 kW, 3600 rpm, carcaça IEC 250 S/M. Houve um significativo aumento no rendimento pelo uso do motor PM, além deste estar numa carcaça menor e com 52% do peso do motor de indução previamente utilizado.

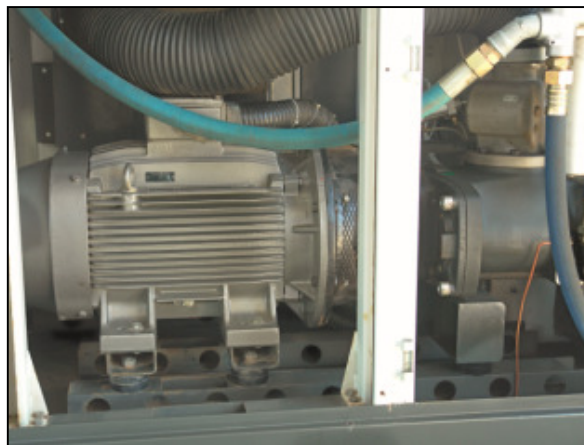


Figura 4. Compressor com motor PM

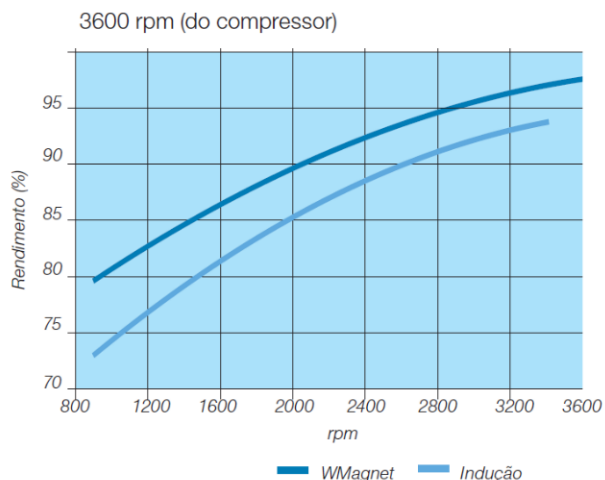


Figura 5. Rendimento do compressor com motor PM e com motor de indução



### - Aplicação na indústria têxtil

O motor original da máquina de engomar fios da figura 6 era um motor de rotor bobinado, que tinha escovas que necessitavam de ser trocadas regularmente e precisava de manutenção constante. Quando este motor queimou e necessitou de ser reparado, a decisão de procurar uma alternativa mais eficiente levou à escolha de um motor PM. O custo para reparar o motor de rotor bobinado seria de 115% do valor de aquisição de um motor PM novo e mais eficiente. Assim, o novo motor escolhido foi um motor PM de 15 kW. A substituição reduziu os custos de manutenção para praticamente zero, bem como o número de horas de máquina parada, e aumentou a eficiência do processo pela variação de velocidade com binário constante (economia de energia) e mais potência na operação da máquina. O motor PM é 50% menor em tamanho do que o motor original, ocupando menos espaço e facilitando eventuais manutenções.



Figura 6. Máquina de engomar fios

### - Aplicação em torre de refrigeração

Motores PM para torres de refrigeração usam ímãs de terras-raras e têm um grande número de pólos, produzindo elevado binário em baixas rotações, para acoplamento direto. Isso elimina as caixas de redução, diminuindo a necessidade de manutenção e eliminando perdas devido ao acoplamento, que juntamente com a menor perda elétrica do motor PM, eleva o rendimento global do sistema de acionamento.

## 5. Conclusões

Os motores PM podem ter características construtivas bastante diversas, para atender diferentes aplicações. Devido ao seu alto rendimento, permitem uma significativa redução no consumo de energia em todas as aplicações apresentadas no artigo. Em aplicações de velocidade variável, os motores PM são ainda mais vantajosos, pois eles não necessitam de ventilação forçada nem sobredimensionamento para funcionamento com binário constante. Além disso, à medida que a velocidade é reduzida, o rendimento é menos prejudicado do que no caso dos motores de indução.

Deve ser enfatizado ainda que para aplicações industriais os motores de ímãs de terras-raras podem ser fabricados numa carcaça abaixo do tamanho de carcaça necessário para o motor de indução de mesma potência. Isto leva a uma redução de volume e peso, e também redução nos níveis de ruído e vibração. Uma vez que o motor PM funciona mais frio porque não tem perdas joule no rotor, a temperatura dos rolamentos é menor, aumentando a vida útil.

## Referências

- [1] P. Waide, C. U. Brunner, “Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems”, International Energy Agency (IEA), 2011.
- [2] A. T. de Almeida, F. J. T. E. Ferreira, D. Both, “Technical and Economical Considerations in the Application of Variable-Speed Drives With Electric Motor Systems”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 41, No. 1, Jan/Feb 2005.
- [3] Catálogo Wmagnet Drive System,  
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-wmagnet-drive-system-50015189-catalogo-portugues-br.pdf>
- [4] Catálogo WQuattro,  
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-wquattro-50025714-catalogo-portugues-br.pdf>

## MINIPRODUÇÃO FOTOVOLTAICA.

### VENDA À REDE Vs AUTOCONSUMO.

#### 1. Introdução

A miniprodução consiste numa atividade de pequena escala de produção descentralizada de eletricidade que recorre a recursos renováveis com base em apenas uma só tecnologia, e entrega à rede pública eletricidade que será remunerada, na condição de que exista um consumo efetivo no local da instalação e a potência de ligação à rede tenha valor igual ou inferior a 250 kW. Esta adequa-se principalmente a empresas que responsáveis por consumos de energia elétrica elevados. A remuneração desta atividade engloba dois regimes à escolha, o regime geral e o regime bonificado, sendo as condições para cada um destes casos as seguintes:

**Regime Geral:** A potência de ligação é limitada a 50% da potência contratada com um máximo de 250 kW, sendo ainda necessário que a energia consumida na instalação seja igual ou superior a 50% da energia produzida pela unidade de miniprodução. A venda de eletricidade neste regime rege-se pelo regime ordinário segundo as condições de mercado.

**Regime Bonificado:** Seguindo as condições anteriormente descritas relativamente ao regime geral, é também obrigatório ter em atenção outras condições:

- Previa comprovação, à data do pedido de inspeção, da realização de auditoria energética que determine a implementação de medidas de eficiência energética, com o seguinte período de retorno:

- a) Escalão I (até 20 kW): 2 anos;
- b) Escalão II (de 20 kW até 100 kW): 3 anos;
- c) Escalão III (de 100 kW até 250 kW): 4 anos.

A dinâmica legislativa que se tem vindo a fazer sentir nos últimos tempos com a possibilidade de se fazer auto-consumo, faz com que comece a fazer sentido estudar as diversas alternativas ao dispor dos produtores/consumidores.

O aumento dos preços da energia elétrica que todos os anos se fazem sentir e a redução do preço da venda da energia faz com que o autoconsumo possa ser uma alternativa mais interessante do que a venda da energia à rede elétrica de serviço público.

#### 2. Legislação Associada

De acordo com a portaria nº 285/2011 de 28 de Outubro, a atualização do valor da percentagem de redução anual da tarifa de referência aplicável no âmbito do regime remuneratório bonificado da atividade de miniprodução, bem como da quota anual de potência disponível para alocação, a partir de 2012, inclusive.

Mais recentemente, a Portaria n.º 430/2012, de 31 dezembro veio fixar em 30 %, com efeitos a partir de 2013, inclusive, o valor da redução anual da tarifa de referência aplicável no âmbito do regime remuneratório bonificado da atividade de miniprodução de fonte solar com tecnologia fotovoltaica.

Consequentemente, a tarifa de referência aplicável em 2014 no âmbito do regime remuneratório bonificado da atividade de miniprodução com tecnologia solar fotovoltaica ficou estabelecida em € 106/MWh e para as demais tecnologias em € 159/MWh. Neste contexto, cabe ao diretor-geral de Energia e Geologia, mediante despacho, divulgar o valor da tarifa de referência e a quota de potência de ligação a alocar, bem como estabelecer a programação temporal da referida alocação.

Com a recente publicação do Decreto-Lei 153/2014 estabeleceu-se o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade, por intermédio de instalações de pequena potência, a partir de recursos renováveis, destinada ao auto-consumo na instalação de utilização associada à respetiva unidade produtora, sendo possível também fazer a ligação à rede elétrica pública.

Ou seja, com a publicação deste Decreto-Lei passa a ser possível a atividade de produção de energia elétrica para satisfação das próprias necessidades da instalação, sem prejuízo do excedente, a existir, poder ser injetado na rede elétrica de serviço público.

### 3. Softwares de apoio

Existem algumas ferramentas informáticas que são úteis para desenvolvimento de estudos no âmbito da tecnologia fotovoltaica. O software PVGIS é uma ferramenta que funciona online e que gera uma estimativa dos valores de energia produzida através de um sistema fotovoltaico. Este tipo de softwares é muito útil pois permite obter dados de produção necessários para efetuar os sempre importantes estudos económicos de uma instalação.

Esta aplicação necessita da inserção de alguns dados, tais como, a quantidade de módulos fotovoltaicos do sistema em cálculo, a inclinação dos painéis e a orientação dos mesmos. O programa, por sua vez, efetua o cálculo da energia elétrica gerada, diária ou mensal, para cada um dos respetivos meses do ano.

Paralelamente, poder-se-á utilizar o *software Sunny Design da SMA*, que é um auxílio ao projeto da instalação e permite também verificar a coerência dos dados obtidos. Nesta ferramenta inserem-se os parâmetros básicos do sistema, tais como a localização da central fotovoltaica, a quantidade de módulos e o respetivo fabricante, a inclinação e orientação dos painéis fotovoltaicos e a escolha do inversor a utilizar. Este *software* gera gráficos com a configuração das ligações necessárias, o dimensionamento da cablagem, juntamente com uma análise técnica e económica do projeto, gerando um documento com todas estas indicações.

Existem ao dispor dos projetistas inúmeras ferramentas de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, evitando-se cometer erros graves de dimensionamento e permitindo trabalhar com dados muito fidedignos sobre o potencial fotovoltaico do local da instalação de produção.

### 4. Autoconsumo Vs venda à rede

Ao utilizar-se sistemas fotovoltaicos com o intuito de se fazer 100% de venda da energia à rede, toda a produção de energia da central fotovoltaica será remunerada com uma tarifa constante durante 15 anos. Dado que o tempo de vida médio dos painéis ronda os 20 anos, terminando o prazo da bonificação, podem sempre ser usados para autoconsumo. Por outro lado, usando-se sistemas fotovoltaicos com o intuito de se fazer 100% de autoconsumo, toda a energia produzida pela central fotovoltaica será consumida pelo próprio produtor onde esta se encontra instalada. Estes sistemas são as instalações do futuro, uma vez que a sua produção serve para assegurar uma parte dos consumos numa instalação, durante o período em que o preço da energia elétrica é o menos favorável para o consumidor. É possível também, caso haja excedente de produção, injetar a energia à rede elétrica, obviamente a um preço que não pode ser bonificado. De referir também que se a unidade de produção renovável for da tecnologia fotovoltaica, se está a produzir energia nas horas em que o preço da energia é mais penalizador para o consumidor, estando também a reduzir-se a potência nas horas de ponta da instalação, fazendo com que a redução na tarifa seja ainda maior.

### 5. Caso Prático

Para a implementação de uma central de miniprodução fotovoltaica, analisaram-se os consumos de um estabelecimento comercial, assim como a quantidade de módulos a instalar e a potência de cada um destes com o fim de se obter a potência de ligação do sistema.

O sistema será composto por 700 painéis de 250 Wp, instalados no telhado da instalação, com um ângulo de inclinação de 35° e o azimute de 0°.

Utilizando-se o software PVGIS, com a inserção dos dados necessários, foi possível obter-se dados acerca da produção de eletricidade média diária e mensal do sistema fotovoltaico em estudo, assim como a soma média diária de irradiação global por metro quadrado recebida pelos

módulos, também diária e mensal. Todas estas variáveis motor e, como tal, uma nova velocidade de funcionamento.

Verificando-se que a instalação se rege por ciclo semanal, e uma vez que os painéis fotovoltaicos só produzem energia na presença radiação solar, contabilizou-se o número de horas de ponta e cheias para o horário legal de Inverno e Verão. Desta forma, obteve-se a energia diária em horas de ponta e em horas de cheias.

Para inicializar o estudo, efetuou-se uma análise total à faturação do estabelecimento comercial, para posteriormente se verificar qual a poupança obtida com a implementação do sistema fotovoltaico.

Para se elaborar uma análise mais aprofundada, decidiu-se visualizar os consumos mensais representados num diagrama de carga, prevendo que todos os dias pertencentes ao mesmo mês se comportam de igual forma.

Sendo os consumos regidos por um ciclo semanal, efetuou-se a divisão das 24h do dia em horas de ponta, cheias, vazio e super vazio. Esta divisão foi feita de diferente forma para os dias de semana, sábados e domingos, assim como para Inverno e Verão.

Na figura 1 é apresentada a forma como se introduzem os dados do projeto no software PVGIS.

Foram feitas as simulações de produção do sistema fotovoltaico para os diversos meses do ano, que se encontram apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Produção do sistema fotovoltaico

	En. Diária (kWh)	En. Mensal (kWh)
Fevereiro	561	15700
Março	661	20500
Abril	695	20900
Maio	746	23100
Junho	804	24100
Julho	848	26300
Agosto	838	26000
Setembro	772	23200
Outubro	579	17900
Novembro	430	12900
Dezembro	413	12800
Média Anual	647	19700

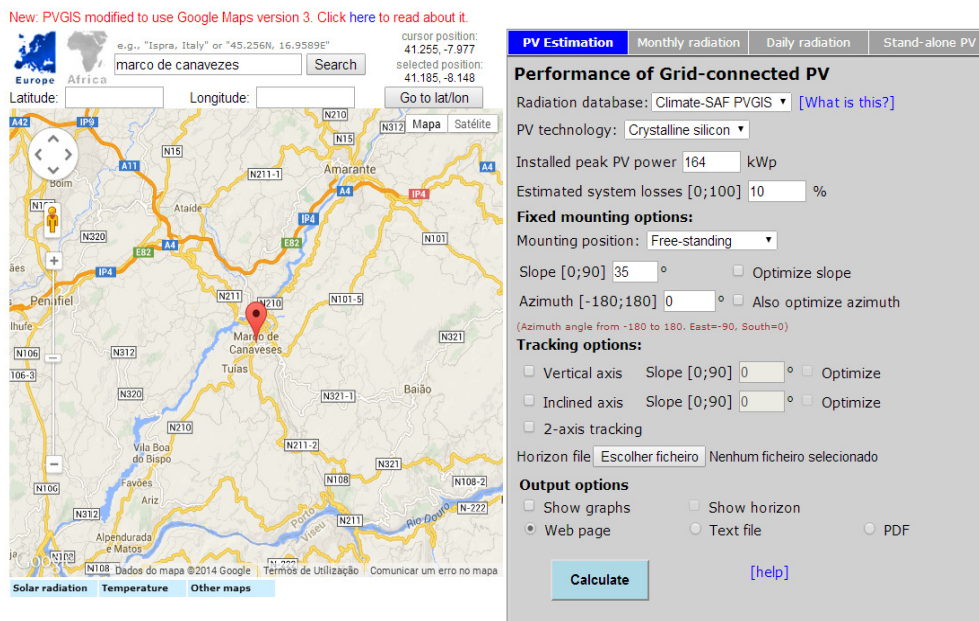


Figura 1. Exemplo dos dados do projeto a introduzir no PVGIS

Calculou-se, assim, a potência média diária em horas de ponta, cheias, vazio e super vazio e a potência média diária em horas de ponta e cheias relativamente à produção do sistema fotovoltaico. Para a análise gráfica mensal dos diagramas de carga fez-se a associação das potências médias diárias às respetivas horas do dia, tanto para visualizar o consumo do estabelecimento assim como a produção do sistema fotovoltaico.

As figuras 2 e 3 traduzem diagramas de carga mensais aproximados, assumindo a existência de erros pois na realidade os diagramas não são lineares. Analisando os diagramas de carga, verificou-se que a produção do sistema fotovoltaico nunca ultrapassa o consumo de energia da instalação, favorecendo o autoconsumo. Caso a produção da central fotovoltaica ultrapassa-se o consumo da instalação, o excedente de energia seria vendido à rede.

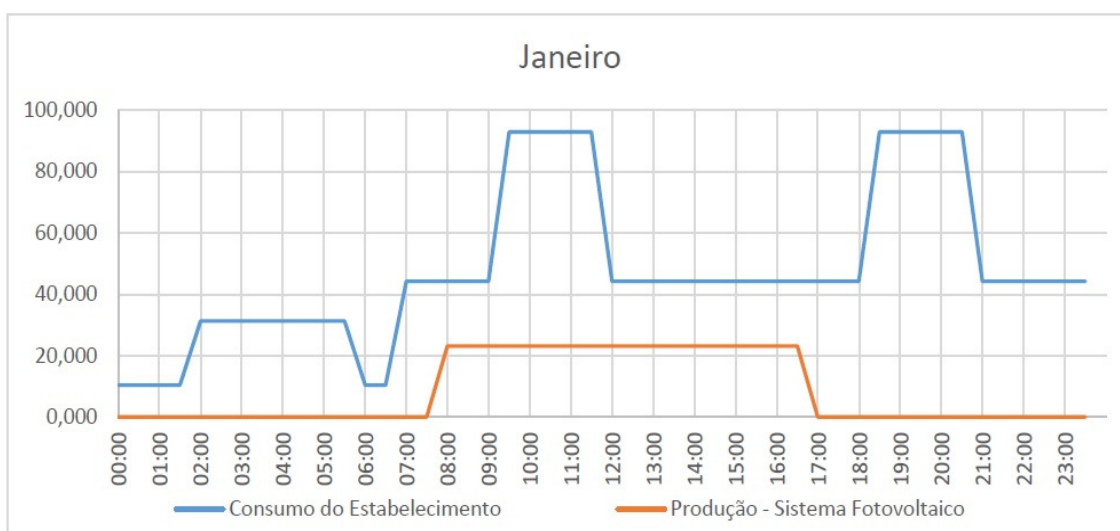


Figura 2. Diagrama de carga referente a um mês de Inverno

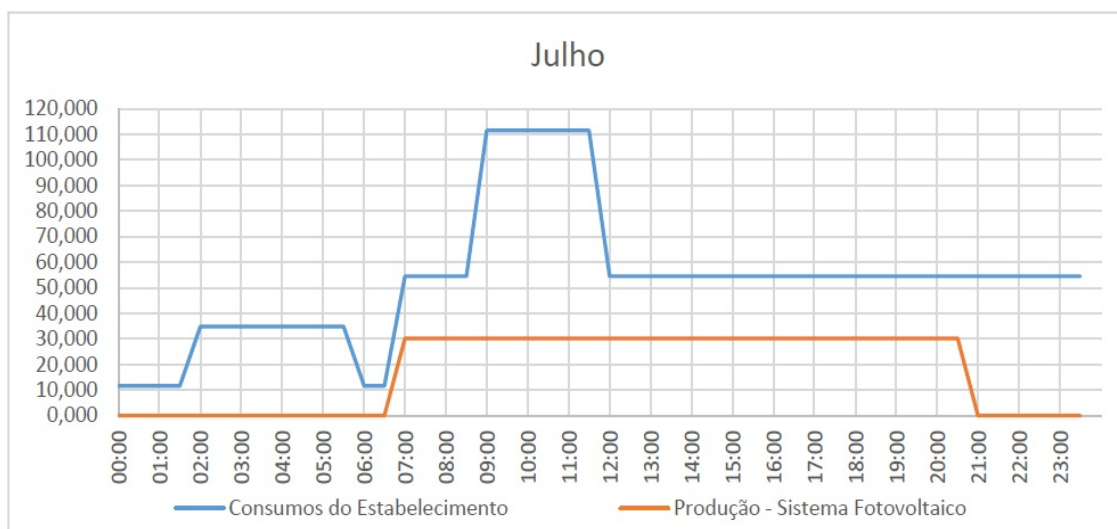


Figura 3. Diagrama de carga referente a um mês de Verão.



Um dos cenários em estudo foi o da instalação de um sistema fotovoltaico com 100% da sua produção de energia utilizada para venda à rede.

Uma vez que os painéis fotovoltaicos produzem somente energia nas horas de ponta e cheias, através dos dados relativos à produção gerada pelo *software* PVGIS, obteve-se o retorno monetário dos termos de energia variável em horas de ponta e cheias com a venda à rede.

**Tabela 2. Lucro no cenário 100% venda da energia à rede.**

Mês	Lucro(€):
Janeiro	1 370,26 €
Fevereiro	1 665,05 €
Março	2 172,05 €
Abril	2 210,10 €
Mai	2 451,36 €
Junho	2 556,72 €
Julho	2 786,53 €
Agosto	2 753,67 €
Setembro	2 454,96 €
Outubro	1 902,59 €
Novembro	1 367,40 €
Dezembro	1 357,12 €
<b>TOTAL ANUAL:</b>	<b>25 047,80 €</b>

Outro cenário em estudo foi o de 100% autoconsumo, ou seja, toda a produção de energia gerada pela miniprodução será consumida pela própria indústria, de modo a obter-se uma redução de consumos em horas de ponta e cheias. Neste cenário, teve-se em conta a redução do consumo de potência em horas de ponta.

**Tabela 3. Lucro no cenário 100% autoconsumo.**

Mês	Poupança(€):
Janeiro	1 506,85 €
Fevereiro	1 828,73 €
Março	2 434,70 €
Abril	2 560,94 €
Mai	2 831,24 €
Junho	3 037,12 €
Julho	3 185,25 €
Agosto	3 216,22 €
Setembro	2 844,67 €
Outubro	2 123,19 €
Novembro	1 522,44 €
Dezembro	1 521,23 €
<b>TOTAL ANUAL:</b>	<b>28 612,59 €</b>

Comparando estes dois cenários em estudo, verificou-se que seria mais vantajoso para o cliente o sistema de autoconsumo face ao de venda à rede. De facto, a poupança é maior em autoconsumo, pois as tarifas aplicadas são elevadas e com tendência a aumentar ao longo dos anos, para além de se efetuar uma grande redução de custos com a diminuição da potência em horas de ponta. A venda à rede apresenta menor poupança, pois a tarifa aplicada acarreta um valor pequeno, com tendência a decrescer no futuro.

Devido à crescente subida de preço da energia, analisaram-se dois cenários de aumento dos preços da energia: um de aumento de 1,5% e outro de 3% ao ano, com o fim de comparar a venda à rede e o autoconsumo, verificando qual a solução mais vantajosa a longo prazo.

A tabela 4 apresenta o resultado da comparação entre os ganhos obtidos com um sistema fotovoltaico utilizado para venda da totalidade da energia à rede e com o autoconsumo total da energia, considerando que o preço da energia elétrica aumenta 1,5% anualmente.

**Tabela 4. Simulação para aumento de 1,5% do preço da energia.**

ANO	LUCRO AUTO-CONSUMO	LUCRO VENDA à REDE	Diferença
1	28 612,59 €	25 047,80 €	3 564,79 €
2	29 041,78 €	25 047,80 €	3 993,98 €
3	29 477,40 €	25 047,80 €	4 429,60 €
4	29 919,57 €	25 047,80 €	4 871,77 €
5	30 368,36 €	25 047,80 €	5 320,56 €
6	30 823,88 €	25 047,80 €	5 776,08 €
7	31 286,24 €	25 047,80 €	6 238,44 €
8	31 755,54 €	25 047,80 €	6 707,74 €
9	32 231,87 €	25 047,80 €	7 184,07 €
10	32 715,35 €	25 047,80 €	7 667,55 €
11	33 206,08 €	25 047,80 €	8 158,28 €
12	33 704,17 €	25 047,80 €	8 656,37 €
13	34 209,73 €	25 047,80 €	9 161,93 €
14	34 722,88 €	25 047,80 €	9 675,08 €
15	35 243,72 €	25 047,80 €	10 195,92 €

A tabela 5 apresenta a mesma simulação dos dois sistemas mas considerando um aumento do preço da energia de 3% anualmente.

Tabela 5. Simulação para aumento de 3% do preço da energia.

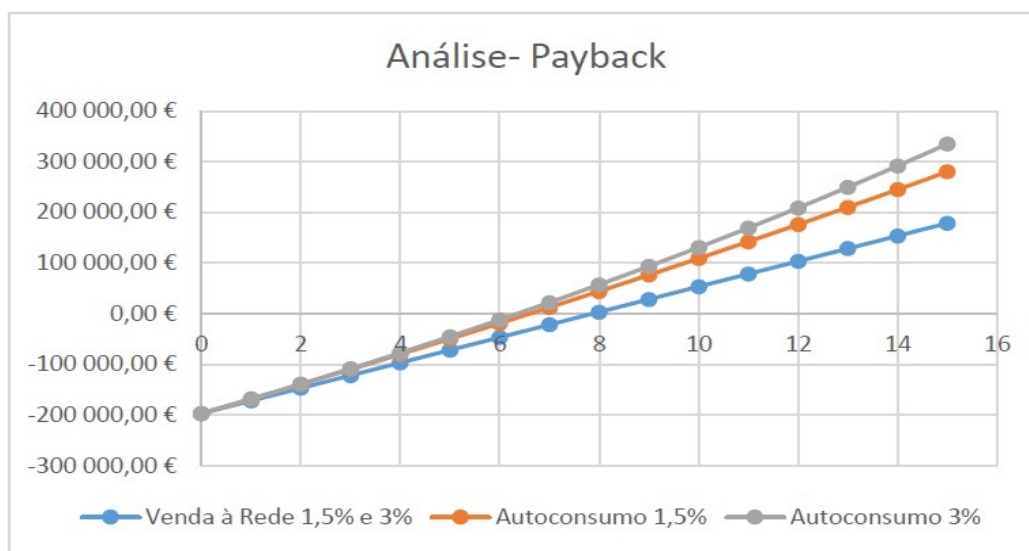
ANO	LUCRO AUTO-CONSUMO	LUCRO VENDA à REDE	Diferença
1	28 612,59 €	25 047,80 €	3 564,79 €
2	29 470,97 €	25 047,80 €	4 423,17 €
3	30 355,10 €	25 047,80 €	5 307,30 €
4	31 265,75 €	25 047,80 €	6 217,95 €
5	32 203,72 €	25 047,80 €	7 155,92 €
6	33 169,83 €	25 047,80 €	8 122,03 €
7	34 164,93 €	25 047,80 €	9 117,13 €
8	35 189,88 €	25 047,80 €	10 142,08 €
9	36 245,57 €	25 047,80 €	11 197,77 €
10	37 332,94 €	25 047,80 €	12 285,14 €
11	38 452,93 €	25 047,80 €	13 405,13 €
12	39 606,51 €	25 047,80 €	14 558,71 €
13	40 794,71 €	25 047,80 €	15 746,91 €
14	42 018,55 €	25 047,80 €	16 970,75 €
15	43 279,11 €	25 047,80 €	18 231,31 €

Uma vez que a tarifa de venda à rede se mantém constante durante 15 anos, os cálculos elaboraram-se apenas para esse período. Findo este prazo, a tarifa para a venda de energia irá diminuir, o que fará com que o lucro seja cada vez menor com a venda à rede. Com estes aumentos hipotéticos do preço de energia em 1,5 e 3%, mesmo para o caso de menor aumento, torna-se claro que o autoconsumo é uma opção economicamente mais interessante. Assim, quanto maior for o preço da energia, mais lucro gerará o autoconsumo.

Para o cálculo dos ganhos com o autoconsumo considera-se que para além dos ganhos com a produção da energia através do sistema fotovoltaico, também se reduz uma componente da tarifa de energia que é a potência nas horas de ponta. Como o sistema fotovoltaico produz grande parte da energia no período das horas de ponta, o valor da potência das horas de ponta é reduzido, conseguindo-se assim ganhos na componente tarifária da energia elétrica ativa e na componente da potência das horas de ponta.

Outro dado muito relevante para o cliente para além da poupança é o tempo de retorno do investimento. Como tal, calculou-se um valor de recuperação anual de modo a obter-se em que momento o valor do investimento é recuperado pelo cliente.

A figura 4 apresenta o resultado do estudo de cálculo do retorno do investimento.

Figura 4. Análise do *payback* com venda à rede e autoconsumo.

## 6. Conclusão

Sendo a energia solar um meio renovável e facilmente reabastecido, o recurso a sistemas fotovoltaicos será sem dúvida um item do futuro com visão na redução de custos com eletricidade.

Com a análise dos consumos de uma indústria consegue-se criar um leque de cenários capazes de reduzir a faturação associada aos mesmos.

De modo a verificar qual a opção mais vantajosa para determinada miniprodução, efetuou-se um estudo assumindo que toda a energia produzida seria vendida à rede (100% venda à rede), paralelamente a outro, em que a energia produzida pelo sistema seria somente para próprio consumo (100% autoconsumo).

Para melhor se conhecer o perfil do consumidor, elaboraram-se diagramas de carga referentes a cada um dos meses do respetivo ano.

Com o consumo da instalação e produção do sistema fotovoltaico, verificou-se que não existiam momentos nos quais a produção da instalação superava o consumo, logo não eram gerados excedentes de energia, concluindo-se que o autoconsumo seria mais vantajoso e em nenhum momento se utilizaria a venda à rede.

Todos os cenários em estudo apresentavam, de facto, uma redução económica, comprovando-se que o mais vantajoso seria o de 100% autoconsumo, seguindo-se o sistema de 100% venda à rede .

Com a constante subida de preços de energia e o aumento de preço da tarifa de compra à rede, o autoconsumo revela uma maior poupança, aumentando gradualmente ao longo dos anos, tornando menor o tempo de amortização do investimento na implementação desta solução.

O aumento do preço da eletricidade e a descida de custos dos sistemas fotovoltaicos, potencializam a necessidade de usufruir, nos anos futuros, da verdadeira democratização da energia introduzindo conceitos de autoconsumo.

---

## Curiosidade



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

# ELEVADORES

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



[www.schmitt-elevadores.com](http://www.schmitt-elevadores.com)





**APARELHAGEM DE PROTEÇÃO, COMANDO E SECCIONAMENTO DE BAIXA TENSÃO.****PRINCIPAIS DOCUMENTOS NORMATIVOS.****Resumo**

A atividade de técnico responsável das instalações elétricas é, e será sempre, cada vez mais, uma atividade estimulante e com constante necessidade de atualização e evolução.

Trata-se de uma atividade extremamente vasta e diferenciada, requerendo, por um lado, um profundo conhecimento, relativamente a normas, regulamentos, materiais, equipamentos, soluções técnicas e tecnologias e, por outro lado, a intervenção numa diversificada área de instalações.

A constante e acelerada evolução técnica, tecnológica e conceptual de equipamentos e das instalações elétricas, faz com que o corpo normativo não possa ser estático, mas antes que possa evoluir de forma a poder contemplar e dar resposta a essas novas realidades.

Para se poder ser, de uma forma cabal, responsável pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas é imprescindível o conhecimento exato dos diversos diplomas legais, em vigor, que enquadram a instalação e a atividade em questão.

O presente artigo tem como objetivo principal, sistematizar e apresentar o corpo normativo relativo à aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão.

**1. Introdução**

O termo aparelhagem pode ser definido como os equipamentos destinados a serem ligados a um circuito elétrico com vista a garantir uma ou mais das funções de proteção, de comando, de seccionamento ou de conexão.

Como aparelhagem de baixa tensão entende-se a aparelhagem com tensões estipuladas que não excedam os 1000 V em corrente alternada ou 1500 V em corrente contínua.

Um aparelho de proteção é definido como um aparelho destinado a impedir ou limitar os efeitos perigosos ou prejudiciais da energia elétrica a que possam estar sujeitas pessoas, coisas ou instalações.

Um aparelho de comando é definido como um aparelho destinado a modificar o regime de funcionamento de uma instalação ou de um aparelho de utilização.

Um aparelho de seccionamento é definido como um aparelho destinado a garantir a colocação fora de tensão de toda ou de parte de uma instalação, separando-a, por razões de segurança, das fontes de energia elétrica de modo visível.

## 2. Seccionador

### i) Definição

Um seccionador é um aparelho mecânico de conexão que satisfaz, na posição de aberto, as regras especificadas para a função seccionamento. É um aparelho que, sem poder de corte garantido, não deve ser manobrado em carga.

### ii) Enquadramento normativo

Norma EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) - Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

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

## 3. Interruptor (mecânico)

### i) Definição

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

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

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

### ii) Enquadramento normativo

#### - Interruptores para instalações elétricas fixas, domésticas e análogas

Norma NP EN 60669 - Interruptores para instalações elétricas fixas, domésticas e análogas.

Parte 1:2011 (Ed. 1) - Requisitos gerais.

Parte 2-1:2012 (Ed. 2) - Requisitos particulares - Interruptores eletrónicos.

Parte 2-2: 2013 (Ed. 2) - Requisitos particulares - Interruptores de comando eletromagnético à distância (telerruptores).

Parte 2-3: 2013 (Ed. 2) - Requisitos particulares - Interruptores temporizados.

Parte 2-4: 2013 (Ed. 1) - Requisitos particulares - Interruptores-seccionadores.

Parte 2-6: 2012 (Ed. 1) - Interruptores de bombeiros para anúncios luminosos e luminárias, interiores e exteriores.

A Norma EN 60669 aplica-se a interruptores de comando manual de uso comum para corrente alternada, de tensão estipulada igual ou inferior a 440 V e de corrente estipulada igual ou inferior a 63 A, destinados a instalações elétricas fixas, domésticas e análogas, interiores ou exteriores.

#### - Interruptores de uso industrial

Norma EN 60947 – Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 – Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) – Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.



#### **4. Interruptor-seccionador**

##### **i) Definição**

Um interruptor-seccionador é um interruptor que satisfaz na posição de aberto, as regras de isolamento requeridas para um seccionador.

##### **ii) Enquadramento normativo**

Norma EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) - Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

#### **5. Fusível**

##### **i) Definição**

Um fusível é um aparelho cuja função é a de interromper, por fusão de um ou mais dos seus elementos concebidos e calibrados para esse efeito, o circuito no qual está inserido, cortando a corrente quando esta ultrapassar, num tempo suficiente, um dado valor.

##### **ii) Enquadramento normativo**

###### **- Fusíveis para uso por pessoas não qualificadas**

Trata-se de fusíveis «gG» destinados a serem utilizados por pessoas não qualificadas em aplicações domésticas ou análogas de correntes estipuladas inferiores ou iguais a 100 A e tensões estipuladas inferiores ou iguais a 500 V em corrente alternada ou 500 V em corrente contínua. São fusíveis destinados a serem utilizados em instalações onde os elementos de substituição estão acessíveis e podem ser substituídos por pessoas não qualificadas.

Norma NP EN 60269 - Fusíveis de baixa tensão.

Parte 1:2012 - Requisitos gerais.

NP HD 60269-3:2011 - Fusíveis de baixa tensão. Parte 3: Requisitos suplementares para os fusíveis destinados a serem utilizados por pessoas não habilitadas (fusíveis para usos essencialmente domésticos e análogos). Exemplos de sistemas de fusíveis normalizados de A a F.

###### **- Fusíveis para utilização por pessoas habilitadas**

Trata-se de fusíveis destinados a serem utilizados em instalações onde os elementos de substituição estão acessíveis e destinados a serem substituídos, apenas por pessoas devidamente habilitadas.

Norma NP EN 60269 - Fusíveis de baixa tensão.

Parte 1:2012 - Requisitos gerais.

NP HD 60269-2:2012 - Fusíveis de baixa tensão. Parte 2: Requisitos suplementares para os fusíveis destinados a serem utilizados por pessoas habilitadas (fusíveis para usos essencialmente industriais). Exemplos de sistemas de fusíveis normalizados de A a J.

###### **- Fusíveis miniatura**

Norma EN 60127: Corta-circuitos fusíveis miniatura.

Parte 1:2006/A 1:2011 (Edição2) – Definições para corta-circuitos fusíveis miniatura e regras gerais para elementos de substituição miniatura.

Parte 2:2003/A2:2010 (Edição 2) – Cartuchos de corta-circuitos.

Parte 3:1996/A2:2003 (Edição 1) – Elementos de substituição sub-miniatura.

Parte 4:2005/A2:2013 (Edição 2) – Módulos universais de elementos de substituição (UMF) – Tipos de montagem em superfície e montagem por meio de orifícios transversais.

Parte 5:1991 (Edição 1) – Guia para avaliação da qualidade dos elementos de substituição miniatura.

Parte 6:1994/A2:2003 (Edição 1) – Suportes para cartuchos de corta-circuitos miniatura.

Parte 7:2013 (Edição 1) – Miniatura de elo de fusível para aplicações especiais.

Parte 10:2002 (Edição 1) – Guia de utilização para corta-circuitos fusíveis miniatura.

## 6. Seccionador-fusível

### i) Definição

Um seccionador-fusível é um aparelho mecânico de conexão que satisfaz, na posição de aberto, às regras especificadas para a função seccionamento, que agrupa a função fusível.

### ii) Enquadramento normativo

EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) - Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

## 7. Interruptor-fusível

### i) Definição

Um interruptor-fusível é um interruptor dotado de corta-circuitos fusíveis e eventualmente de relés que lhe conferem a função de aparelho de proteção contra sobreintensidades.

### ii) Enquadramento normativo

EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) - Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

## 8. Interruptor-seccionador-fusível

### i) Definição

Um interruptor-seccionador-fusível é um Interruptor-seccionador, eventualmente com relais, conjugado com corta-circuitos fusíveis em que o elemento fusível está fechado, de modo que a sua fusão não pode provocar qualquer ação exterior prejudicial à segurança das pessoas ou à conservação dos objetos próximos. O interruptor-seccionador destina-se a permitir a manobra em carga, os fusíveis a atuar em caso de curto-circuito e os relais, se houver, a provocar a abertura automática somente no caso de sobrecarga.

### ii) Enquadramento normativo

EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 3:2009/A 1:2012 (Edição 3) - Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e combinados fusíveis.

## 9. Disjuntor

### i) Definição

Um disjuntor é um aparelho mecânico de conexão capaz de estabelecer, de suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito.

O disjuntor é ainda capaz de estabelecer, de suportar num tempo especificado, e de interromper correntes em condições anormais especificadas para o circuito, tais como as correntes de curto-circuito.

### ii) Enquadramento normativo

#### - Disjuntores para instalações domésticas e análogas

Norma EN 60898 - Aparelhagem elétrica - Disjuntores para proteção contra sobreintensidades para instalações domésticas e análogas.

Parte 1:2003 / A1:2004/CORRIGENDUM Fev:2004 /A 11:2005/A 12:2008/A 13:2012 - Disjuntores para funcionamento em corrente alternada.

Parte 2:2006 - Disjuntores para o funcionamento em corrente contínua e corrente alternada.

- **Disjuntores de uso industrial**

Norma EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 2: 2006/A 1:2009/A 2:2013 - Disjuntores.

- **Disjuntores para equipamento (DPE)**

Norma NP EN 60934:2003/A 1:2012 (Ed. 1) - Disjuntores para equipamento (DPE) (IEC 60934:2000/A1:2007).

**10. Dispositivo sensível à corrente diferencial-residual (dispositivo diferencial)**

**i) Definição**

Um dispositivo sensível à corrente diferencial-residual (dispositivo diferencial) é um aparelho mecânico, ou associação de aparelhos, destinados a provocar a abertura dos contactos quando a corrente diferencial-residual atingir, em condições especificadas, um dado valor.

Os dispositivos diferenciais podem ser interruptores diferenciais, disjuntores diferenciais, ou uma combinação de diversos elementos separados, concebidos para detetar e medir a corrente diferencial-residual e para estabelecer ou interromper a corrente.

**ii) Enquadramento normativo**

- **Interruptor diferencial sem proteção incorporada contra sobreintensidades**

Norma EN 61008 - Interruptores diferenciais, sem proteção contra sobreintensidades incorporada, para usos domésticos e análogos (RCCBs).

Parte 1: 2012 (Ed. 3) - Requisitos gerais.

Parte 2-1: 1994/A 11:1998/CORRIGENDUM Mar:1999 - Norma particular para interruptores funcionalmente independente da tensão de alimentação.

- **Disjuntor diferencial com proteção incorporada contra sobreintensidades**

Norma EN 61009-1:2012 (Ed. 3) - Interruptores diferenciais, com proteção contra sobreintensidades incorporada, para usos domésticos e análogos (RCBO's). Parte 1:Requisitos gerais.

**11. Contactor (mecânico)**

**i) Definição**

Um contactor mecânico é um aparelho mecânico de conexão com uma única posição de repouso, comandado de outra forma do que amão, capaz de estabelecer, de suportar e de interromper as correntes nas condições normais de funcionamento do circuito, incluindo as condições de funcionamento em sobrecarga.

**ii) Enquadramento normativo**

- **Contactores eletromecânicos para uso doméstico e análogo**

Norma NP EN 61095:2013 (Ed. 1) - Contactores eletromecânicos para uso doméstico e análogo.

A norma é aplicável aos contactores eletromecânicos de corte no ar para utilização doméstica e análoga, cujos contactos principais se destinam a serem conectados a circuitos de tensão estipulada que não ultrapasse os 440 V corrente alternada (entre fases) com uma corrente de funcionamento estipulada inferior ou igual a 63 A para a categoria de utilização AC-7a e 32 A para as categorias de utilização AC-7b e AC-7c, e com uma corrente de curto-circuito condicional inferior ou igual a 6 kA.

## - Contactores de uso industrial

Norma EN 60947 - Aparelhagem de baixa tensão.

Parte 1: 2007/A 1:2011 - Regras gerais.

Parte 4-1:2010 (Ed. 3)/A1:2012 (Ed. 1) - Contactores e arrancadores de motores - Contactores e arrancadores de motores eletromecânicos.

Parte-4-2:2000 (Ed. 2)/A1:2002 (Ed. 2)/A2:2006 (Ed. 2.0): Contactores e arrancadores de motores - Graduadores e arrancadores com semicondutores para motores de corrente alternada.

Parte 4-3: 2000/A1:2006 (Ed. 1)/A2:2011 (Ed. 1) - Contactores e arrancadores de motores - Graduadores e contactores com semicondutores para cargas, à exceção de

motores, de corrente alternada.

NP 2894:1985 (Ed. 1) - Aparelhos de baixa tensão. Aparelhos de uso industrial. Relés de contactores. Marcação de terminais, número e letra de identificação.

## 12. Considerações Finais

A necessidade de constante atualização de conhecimentos, imposta quer pela evolução técnica, tecnológica e concecional das instalações, materiais e equipamentos, quer pela evolução regulamentar e normativa é um desafio para os diversos agentes da área eletrotécnica.

No presente artigo pretendeu-se sistematizar o atual enquadramento normativo relativo à aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão.



[www.hager.pt](http://www.hager.pt)

## TECNOLOGIA PAR DE COBRE – ITED 3.

### PARA ALÉM DA TRANSMISSÃO DE VOZ E DADOS.



#### 1. Preâmbulo

A Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) aprovou em 5 de setembro de 2014, a 3.ª edição do Manual ITED – Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios, bem como a sua entrada em vigor a 8 de setembro do mesmo ano. Até ao final do ano de 2014 ocorre um período transitório sendo considerados válidos os projetos efetuados de acordo com as anteriores prescrições e especificações técnicas, a 2.ª edição do Manual ITED. Este novo Manual, longe de ser uma rutura com a anterior edição, possui um carácter mais ajustado à realidade socioeconómica atual em Portugal. Com efeito, há uma clara preocupação para redução de gastos mantendo, ainda assim, indicadores mínimos para o edificado novo ou a reconstruir.

Há uns anos que Portugal abrandou o ritmo de construção, um dos anteriores pilares aceleradores da nossa economia. Com o abrandamento da construção abrem-se, porém, novas oportunidades e desafio como é o caso da reestruturação. As cidades têm vindo a assumir uma importância cada vez maior nos países e própria humanidade. Num artigo publicado pelo Eng. António Vidigal na Revista Energia e Futuro n.1 em Fevereiro de 2011, “Smart Grids – As redes de distribuição de energia do futuro”, sustenta que em 2030, duas em cada três pessoas habitem no espaço urbano e que se em 1950 existiam 83 cidades com mais de 1 milhão de habitantes, nos nossos dias existem 468, sendo já 25 o número de cidades mundiais com mais de 10 milhões de pessoas.

Assim, a reconstrução, em particular a requalificação do edificado e das suas respetivas infraestruturas serão de extrema importância para a economia das empresas de construção, telecomunicações e instalações elétricas e, consequentemente, para Portugal.

Este artigo aborda de uma forma sucinta, mas objetiva a problemática da utilização de cabos de par de cobre nas infraestruturas de telecomunicações. Problemática pelas fragilidades que podem representar não só para a qualidade da transmissão de dados, como também para o próprio património. Há claramente, uma diferença entre cabos em cobre e cabos com “banho” de cobre. Estas diferenças estendem-se muito além do fator económico, sempre alvo de preocupação e ponderação. Os profissionais deste setor, projetistas, instaladores, fabricantes e fornecedores têm o dever e obrigação de estarem devidamente informados acerca das vantagens, desvantagens, convenientes e inconvenientes da utilização das soluções tecnologicamente disponíveis. Convém realçar que o que é “permitido”, em termos legais, estabelece um conjunto de requisitos mínimos. Cabe a “todos nós”, com o devido enquadramento regulamentar, zelar pela melhor solução técnica que garanta as pretensões e níveis de conforto do utilizador final mas, concomitantemente, garanta a segurança de bens e pessoas.

#### 2. Introdução

A secção 3 da 3ª edição do Manual ITED estabelece que as redes de cabos (ou simplesmente cablagem) caracterizam-se como o elemento das ITED que permite o transporte e distribuição dos sinais de telecomunicações nos edifícios nas três tecnologias de cabos definidas para o transporte físico da informação: cabos de par de cobre, cabo coaxial e fibra ótica. No que respeita à tecnologia de par de cobre os seus requisitos e características mínimas estão também endereçadas nessa terceira secção.

Uma questão importante que se impõem é: Há diferenças entre cabos par de cobre maciços (em cobre) e cabos em alumínio cobreado? Antes de se responder a essa questão convém identificar o que são os cabos em alumínio cobreados.

O cabos em alumínio cobreado (cabos de alumínio com “banho” de cobre), designados por *Copper Clad Aluminum* (CCA) é um condutor de alumínio com um revestimento de cobre fino. Este processo é realizado através do revestimento de um fio de alumínio de uma camada de cobre em toda a sua extensão. O alumínio é esticado através de uma série de rolos a fim de reduzir o seu diâmetro, que pode alcançar os 0,1 milímetros, o mesmo que a espessura de um cabelo humano. O alumínio é um metal abundante na natureza, barato, mas menos condutor que o cobre. A utilização dos cabos do tipo CCA, com a reduz substancial do teor de cobre reduz claramente o custo de produção do cabo. Assim, como o próprio nome indica, os condutores CCA substituem uma grande proporção de cobre no centro do condutor por alumínio, obtendo um produto mais leve e mais económico. Esta alteração nem sempre é perceptível pelo instalador ou pelo cliente final.

Com efeito, o cabo do tipo CCA apresenta menor peso quando comparado com o cabo de cobre sólido, principalmente. Pelo facto do cabo do tipo CCA ser significativamente mais leve do que o cobre, em algumas aplicações pode oferecer vantagens na contenção dos cabos e no seu manuseio. O custo do alumínio é cerca de um terço do preço do cobre e, portanto, oferece maiores contrapartidas financeiras. O roubo é também menos provável com os valores de “sucata” em grande parte reduzida.

O *Communications Cable and Connectivity Association* (CCCA), com sede em Washington, DC, USA, (disponível online em: <http://cccassoc.org/>), descobriu que certos cabos de comunicações de quatro pares não blindados fabricados em alumínio cobreado estão incorretamente marcados e etiquetados. Estes cabos estão a ser vendidos como cabos de “categoria” e com segurança ao fogo, mas por definição não cumprem os códigos e normas previstos para este tipo de cabos tal como estão etiquetados. Em função disso, quem instala ou fabrica estes cabos UTP (*Unshielded Twisted Pair* – Par Trançado sem Blindagem) de quatro pares de alumínio cobreados impropriamente etiquetados podem ser expostos a procedimento jurídico.

O mercado de telecomunicações de cablagem estruturada hoje em dia é muito competitivo, o que encoraja alguns utilizadores finais a procurar cabos mais baratos para os seus requisitos de cablagem estruturada. Uma forma que alguns fabricantes poderiam utilizar para reduzir o custo deste tipo de produtos é não utilizar cobre maciço, mas sim condutores de alumínio revestidos com cobre (CCA).

Embora em algumas aplicações não relacionadas com transmissão de dados os condutores CCA possam ser utilizados, no sector da cablagem estruturada os cabos de condutores com cobre maciço são essenciais para garantir o rendimento e a conformidade com as normas.

Como todos os cabos que contêm CCA não estão em conformidade com as normas e possivelmente, poderiam ser falsificados, podem apresentar graves problemas para o rendimento da rede.

### 3. Normas

Há três conjuntos principais genéricos de normas de cablagem estruturada. ISO/IEC 11801 a nível internacional, EN 50173-1 na Europa e a ANSI/TIA 568-C na América do Norte (ver Tabela 1)

Dentro deste conjunto de normas existem normas que definem em detalhe os requisitos dos cabos. Na América do Norte, os cabos para utilização em sistemas de cablagem estruturada estão definidos na norma ANSI/TIA 568-C.2, na Europa na norma 50288 e internacionalmente na parte correspondente da norma IEC 61156.

Todas estas normas especificam que os condutores do cabo devem ser em cobre maciço, inclusive se os condutores estão trançados para aplicações flexíveis, tais como cordões de ligação. Os condutores CCA não são permitidos em nenhuma destas normas.

Qualquer fabricante que utilize CCA e declare conformidade com estas normas ou diga possuir certificados de laboratórios independentes para os seus cabos, está prestando falsas declarações pelo que deve ser evitado.



Tabela 1. Algumas normas e respectivos desempenhos especificados

Largura de Banda do Sistema	Internacional ISO 11801	União Europeia EN 50173	América do Norte TIA/EIA – 568
100 MHz	Classe D	Classe D	Cat. 5e
250 MHz	Classe E	Classe E	Cat. 6
500 MHz	Classe EA	Classe EA	Cat. 6 Aumentada
600 MHz	Classe F	Classe F	Cat. 7
1000 MHz	Classe FA	Classe FA	Cat. 7 Aumentada

#### 4. Rendimento

Tal como acontece com as normas nacionais e internacionais, os cabos que contêm CCA também ficam curtos no rendimento elétrico e na instalação.

Crê-se, erradamente, que os condutores CCA têm propriedades elétricas equivalentes aos condutores de cobre maciço. Como os condutores CCA têm uma capa de cobre no exterior, isto significa que o rendimento nas frequências mais altas pode ser similar, mas em frequências mais baixas e para os parâmetros de corrente DC, o rendimento degrada-se.

Comparativa ISO 11801 Classe D Ligação Permanente de CCA e condutores de cobre maciço.

O alumínio tem uma resistência elétrica muito superior ao cobre. Isto significa que os cabos com condutores CCA falham o teste de Ligação Permanente, especialmente para longitudes de mais de 80 metros.

Os condutores CCA também têm uma atenuação mais alta que o cobre, o que terá um efeito notável em canais de maior longitude e criará problemas de rede aos utilizadores, conforme representado na Tabela 2. O alumínio tem um rendimento mecânico inferior ao cobre, pelo que os utilizadores podem verificar que os cabos CCA se danificam mais facilmente que os cabos de cobre maciço.

Isto tem um efeito sobre a instalação onde os cabos CCA são suscetíveis a um maior estiramento e em alguns casos os condutores podem partir-se.

Os cabos de par trançado com CCA também têm menos tolerância a raios de curvatura. Outros problemas também podem ser verificados durante a terminação dentro do conector tipo IDC, onde a oxidação do alumínio reduz a resistência do condutor e pode conduzir a uma má terminação e com o tempo o condutor CCA pode quebrar-se facilmente causando quebra da ligação.

#### 5. Power over Ethernet (PoE)

A aplicação de corrente elétrica num condutor liberta energia térmica. Em relação aos cabos e componentes Ethernet, esse efeito de aquecimento é motivo de preocupação devido ao aumento da atenuação, que tem um efeito limitativo na longitude da ligação.

Esta preocupação intensifica-se para os cabos onde a resistência elétrica é superior à dos cabos normalizados, como são os cabos CCA.

Com a crescente utilização de equipamentos que suportam esta tecnologia a utilização deste tipo de cabos para transporte de dados/alimentação necessita de uma ponderação séria e segura por parte dos projetistas e instaladores.

Tabela 2. Valores de ensaio dos cabos do tipo CCA vs UTP Cat.5e

Amostra de Cabo	Margem Mínima Perdas Retorno (dB)	Margem Mínima NEXT (dB)	Resistência (Ohm)
Cabo UTP Cat.5e de um fabricante no mercado	9.7	11.1	3.5
CCA Amostra #1	4.4	10.0	5.9
CCA Amostra #2	-2.2	8.0	5.8
CCA Amostra #3	5.0	8.5	5.5

## 6. Conclusões

Contrariamente ao que se possa imaginar, e quando comparado com as tecnologias de cabo coaxial e fibra ótica, a especificação da cablagem de par de cobre não é uma mera e trivial escolha. A decisão sobre o cumprimento de níveis de qualidade de transmissão, aliados à segurança das instalações e utilizadores não deve ser relegada para um plano inferior. A escolha por produtos de qualidade e que confirmam segurança às instalações deve ser, necessariamente, alvo de prioridade. A realidade tem dado mostras que os fabricantes de topo continuarão a utilizar somente condutores de cobre maciço de alta qualidade em todos os seus sistemas de cablagem.

Não se recomenda a utilização de cabos CCA em nenhum local de uma rede estruturada ou de telecomunicações. De referir, por exemplo, que na industria automóvel a utilização deste tipo de cablagem nos sistemas de áudio trouxeram grandes dissabores pelos perigos de incêndio eminentes.

O Manual ITED 3ª. Edição faz referência na sua tabela 3.1.1 à norma europeia EN 50288-5-1 no que diz respeito ao fabrico dos cabos de cobre, esta norma diz claramente que “Construções com *“copper clad”* não cumprem os requisitos”, pelo que a ANACOM não poderá, em circunstância alguma, permitir a utilização deste tipo de cabos.

---

## CURIOSIDADE – REDE DE DISTRIBUIÇÃO MT/BT CHICAGO - EUA



## DETEÇÃO E EXTIÇÃO DE INCÊNDIOS

### EM DATA CENTERS.



#### 1. Generalidades

Um *Data Center* é um repositório centralizado, físico ou virtual, de armazenamento e gestão de informação, com grande capacidade e que normalmente está organizado por áreas de conhecimento ou de negócio.

Os *Data Centers* permitem às instituições ou indivíduos, terem ao seu alcance uma estrutura com grande capacidade, flexibilidade, fiabilidade e segurança.

Do ponto de vista empresarial, os *Data Centers* oferecem várias vantagens como a redução de custos, pois permitem uma redução significativa no custo de aquisição de equipamentos de armazenamento e processamento e segurança já que grande parte dos dados/informação podem ser guardados e processados nestas instalações.

Qualquer empresa/entidade pode deter o seu *Data Center*, podendo este estar localizado nas suas instalações ou fora das mesmas. Por razões funcionais, económicas ou outras, este serviço pode ser também contratado a terceiros, isto é, empresas especializadas neste tipo de infraestruturas e tratamento de informação que possuem os *Data Centers* e comercializam o uso do mesmo.

Também para uso pessoal, hoje em dia, é cada vez mais comum o uso das *Clouds*.

São muitas as organizações que por todo o mundo possuem instalações deste tipo, em Portugal temos o exemplo da Portugal Telecom que recentemente inaugurou o seu *Data Center* na Covilhã.

O desenvolvimento de um *Data Center* exige assim um projeto muito cuidado, o qual entre outros aspetos deverá garantir a segurança da informação e das próprias instalações, nomeadamente no que se refere à segurança contra incêndio.

#### 2. Sistemas de segurança num *Data Center*

Devido ao facto de agregarem um grande número de informações e equipamentos e em muitos casos o funcionamento de organizações estar dependente destas instalações, a segurança é um fator essencial ao funcionamento de um *Data Center*.

A interrupção do funcionamento de um *Data Center* é bastante prejudicial já que as organizações que estão dependentes destes serviços podem enfrentar paragem de serviços ou processos de produção, causando prejuízos enormes.

## 2.1. Segurança contra incêndio

### i) Sistemas passivos de segurança

A proteção passiva assume um papel de elevada importância no âmbito da proteção contra incêndio de um edifício e visa cumprir as seguintes funções: compartimentação, desenfumagem, proteção de estruturas e melhoria do comportamento ao fogo dos materiais de construção.

Para isso a proteção passiva compreende todos os materiais, sistemas e técnicas que visam impedir ou retardar a propagação dos incêndios.

Segundo a Nota Técnica n.º 9 da Autoridade Nacional de Proteção Civil, a proteção passiva contra incêndio pode dividir-se em cinco áreas:

- Os materiais e elementos de construção e de revestimento, com a adequada reação ao fogo ou a produtos de tratamento de materiais e elementos de construção que visam melhorar o comportamento ao fogo desses materiais e elementos;
- Resistência ao fogo de elementos estruturais e de elementos integrados em instalações técnicas, que inclui a manutenção das funções dos mesmos;
- As condições de evacuação dos edifícios, incluindo os locais e as vias de evacuação;
- A compartimentação vertical e horizontal dos edifícios, que inclui as paredes e lajes com características de resistência ao fogo e todos os sistemas complementares;
- Sistemas de desenfumagem passiva que compreendem a aplicação de aberturas de admissão de ar novo e de escape de fumo, bem como, condutas de desenfumagem e registos resistentes;
- Sistema de sinalização de segurança, que é composto por conjunto de sinais e outros produtos de marcação com características fotoluminescentes.

Nos *Data Centers*, pela sua importância, será necessário garantir uma redobrada atenção. A NFPA (*National Fire Protection Association*) 75, salienta alguns dos aspetos que deverão ser atendidos na construção dos *Data Centers*:

- Proteção contra danos externos para as salas de armazenamento, processamento e telecomunicações;
- As salas mencionadas devem ser separadas de outros compartimentos existentes por construção resistente ao fogo;
- Não devem ser instaladas perto áreas ou estruturas em que processos perigosos sejam efetuados;
- Tanto o chão falso como o teto falso devem ser constituídos por materiais não combustíveis;
- Apenas equipamentos eletrónico e equipamento de suporte são permitidos nas salas mencionadas, caso exista equipamento de escritório este deve ser de metal ou de material não combustível;

### ii) Sistemas ativos de segurança

O sistema de proteção ativa contra incêndio normalmente é constituído Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio, Sistemas Automático de Extinção de Incêndio, extintores, *sprinklers*, alarme e iluminação de emergência.

O sistema automático de deteção de incêndios deve ser instalado de tal forma que permita uma célere deteção de incêndio, os botões manuais e as sirenes de alarme devem desempenhar também um papel fundamental neste sistema.

O sistema automático de extinção de incêndios é o sistema responsável quando é necessário a proteção dos equipamentos, pois extingue o incêndio, permite uma redução do dano nos equipamentos e possibilita um fácil retorno de todo o serviço.

Deverá ser utilizado gás como agente extintor de aplicação total.

Poderão também ser utilizadas redes de *sprinklers*, mas nunca devem ser utilizados como primeiro meio de intervenção devido aos elevados prejuízos que a sua atuação poderá acarretar.

Sistemas de extinção que utilizam água não são aconselháveis para fogos de origem elétrica, por isso a utilização de *sprinklers* só é adequada para proteção da estrutura e não para proteção dos equipamentos.

Os extintores devem ser providenciados e ajustados para a classe de fogo existente no local.

## 2.2. Segurança geral

A segurança passa por todo um conjunto de Sistemas Automáticos de Controlo de Acessos (SACA), Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR) e de um Circuito Fechado de Televisão (CFTV), para uma constante vigilância de toda o edifício.

A gestão técnica centralizada desempenhará um papel importante na integração destes sistemas, incluindo o SADI e o SAEI, permitindo um controlo centralizado da instalação em tempo real, a verificação do estado de todos os sistemas e a operação destes de uma forma fácil e intuitiva.

## 3. A proteção contra incêndios

### 3.1. Generalidades

Os *Data Centers* apresentam um grande risco de incêndio pelo facto de abrigarem uma grande quantidade de carga combustível, muitos materiais inflamáveis como, plástico, borracha e tinta com muitas fontes de calor.

Prevenir e combater a ocorrência de incêndios nos *Data Centers* não é apenas um questão de proteger as vidas humanas e estruturas mas também proteger a informação e imagem corporativa, já que possíveis danos a servidores e computadores podem significar a paralisação de empresas, custos avultados para substituição de equipamentos danificados e mais importante a perda de informação importante.

O maior risco de incêndio advém das instalações e componentes elétricas, em que uma sobrecarga ou curto-circuito pode dar origem a um incêndio de grandes proporções. Outro aspeto importante de referir é o agrupamento de equipamentos eletrónicos em diversos bastidores que consomem energia durante 24 horas e geram calor, por isso necessitarem de constante ventilação e arrefecimento, pois caso contrário, o aquecimento excessivo pode dar origem a um incêndio.

A segurança contra incêndios é bastante complexa, tanto a proteção passiva como a ativa devem assegurar um grau elevado de proteção.

A segurança física e estrutural do *Data Center* é tão importante como um SADI ou um SAEI, a utilização de divisórias corta-fogo, portas estanques corta-fogo, entradas e ductos blindados que não oferecem apenas uma segurança contra incêndios, mas também contra outros riscos físicos e estruturais como água, poeiras, fumos, interferências eletromagnéticas, etc.

### 3.2. Detecção de incêndio

A maior parte dos incêndios nos *Data Centers* tem origem elétrica e normalmente produzem fogos que originam bastante fumo.

Na Tabela 1 são mostradas alguns exemplos de áreas de risco de um *Data Center* e o respetivo cenário típico de incêndio.

Observando a referida tabela e de entre todo o tipo de detetores automáticos mencionados os que mais se adequam à deteção de incêndio nos *Data Centers* são os detetores óticos pontuais de fumo e os detetores de fumo por aspiração.

Os detetores óticos pontuais de fumo podem efetuar a deteção de incêndio nos *Data Centers*, mas como fazem a deteção da totalidade dos espaço, poderão conduzir a um atraso na deteção, potenciando os danos e as perdas aquando da ocorrência de um incêndio.



Assim, será necessário prever soluções que permitam a detecção o mais precocemente possível, permitindo a rápida intervenção humana ou atuação de um sistema de extinção existente.

Os sistemas de detecção de aspiração de fumo, são assim os mais adequados para este tipo de instalações, uma vez que sendo um sistema ativo que realiza uma análise constante do ar, determinando a quantidade de partículas de fumo presentes no mesmo, permitem uma detecção precoce do incêndio.

Os detetores de aspiração devem cumprir os requisitos da Norma Europeia EN 54-20 e os filtros utilizados serem homologados por entidades competentes, por exemplo a VdS.

Segundo a EN 54-20 estes detetores são divididos em três classes que relacionam a sensibilidade do detetor e a sua aplicação, conforme indicado na Tabela 2.

As tubagens dos sistemas de aspiração podem ser instaladas juntos dos cabos no chão falso ou próximos dos *racks* onde estão instalados a maior parte dos equipamentos.

A detecção de incêndio num *Data Center*, passará sempre por cobrir todos os espaços existentes nas salas, chão e teto falsos, teto real e ventilação.

A Figura 1, mostra um exemplo de detecção por aspiração em chão falso.



Figura 1. Detecção por aspiração em chão falso

Tabela 1. Áreas de risco de um *Data Center*

Compartimento/Equipamentos	Conteúdo	Cenário de incêndio
Salas de comunicações, armazenamento e processamento	Equipamento eletrónico instalado em <i>racks</i> ou bastidores.	Desenvolvimento lento e produção de incêndios com bastante fumo dentro dos bastidores e <i>racks</i> .
Áreas de suporte técnico	Ferramentas, secretárias, armários, etc.	Baixa carga de incêndio e o cenário é o mesmo que nas salas de comunicações.
Alimentação elétrica e redes de comunicações	Várias zonas de alimentação a baixa tensão e cabos de comunicação	Baixa ou média temperatura que pode originar incêndios com bastante fumo.

Tabela 2. Classificação dos detetores por aspiração segundo a EN 54-20

	Sensibilidade	Aplicação
Classe A	Muito Alta	Detecção muito precoce, zonas com um elevado grau de diluição de ar como, p. ex., condutas de ar condicionado de salas limpas.
Classe B	Alta	Detecção muito precoce de fogo na maioria das zonas onde são guardadas mercadorias de grande valor e/ou zonas de processamento.
Classe C	Normal	Detecção de fogo em zonas onde os detetores convencionais não são suficientes



Dependendo da configuração do espaço a escolha do tipo de detecção terá de ter em conta obrigatoriamente o risco associado, sendo que a melhor solução passará sempre pela conjugação de detetores de fumo por aspiração com detetores pontuais de fumo ou térmicos.

A detecção de incêndio em *Data Centers* não passa, em regra, pela instalação exclusiva de detetores por aspiração. A instalação de detetores pontuais óticos de fumo é também muito utilizada.

Uma boa solução passará, por exemplo, pela utilização de detetores pontuais óticos de fumo no chão falso e no teto real em conjugação com um detecção por aspiração nas grelhas de extração de ar e por cima dos bastidores.

A Figura 2 mostra um exemplo de detecção de incêndio por aspiração em grelhas de ventilação e bastidores.



**Figura 2. Detecção por aspiração em grelhas de ventilação e bastidores**

### **3.3. Extinção de incêndio**

Conforme já referido, nas instalações de *Data Center*, podem ser adotadas diversas soluções para a extinção de incêndio.

Os extintores devem ser adequados à classe de fogo existente no local onde estes são instalados.

As redes de *sprinklers*, sendo um meio de proteção e extinção de incêndio ativo, só deve funcionar como protetor da estrutura e não como meio de primeira intervenção.

As soluções de extinção que utilizem água danificarão sempre os equipamentos e materiais, o que leva a maiores tempos de indisponibilidade das instalações, assim como prejuízos mais avultados.

Para uma proteção dos equipamentos e para uma extinção eficaz do incêndio, devem ser utilizadas soluções de extinção por gás.

As soluções de extinção por gases levam a tempos de indisponibilidade das instalações muito pequenos, o que significa menos prejuízos, e os danos nos equipamentos e materiais é praticamente nulo.

De entre as opções de extinção por gases, as mais comuns são as que utilizam gases químicos ou gases inertes.

Este tipo de gases permite que o incêndio seja extinto, minimizando o impacto da extinção nos equipamentos e nos ocupantes do edifício.

#### **3.3.1. Processo de extinção**

Para se dar início ao processo de extinção é necessário a confirmação de alarme por parte de dois detetores automáticos de incêndio ou pela ativação manual do sistema.

Os sistemas de detecção automática de incêndios poderão ser coletivos ou endereçáveis.

Num sistema coletivo, obrigatoriamente todos os detetores automáticos estão ligados à central de extinção.

A central de detecção deverá ter capacidade no mínimo para duas linhas ou zonas, em *stub* (antena), devido à necessidade da dupla confirmação, ou seja, indicação de alarme em zonas distintas.

Neste tipo de sistema todos os comandos são realizados na central de extinção, sendo que a indicação de alarme ou avarias do sistema só poderá ser observada na mesma ou em painéis repetidores devidamente providenciados.

A Figura 3 mostra um exemplo de um esquemático de detecção de incêndio coletivo nas zonas de extinção.

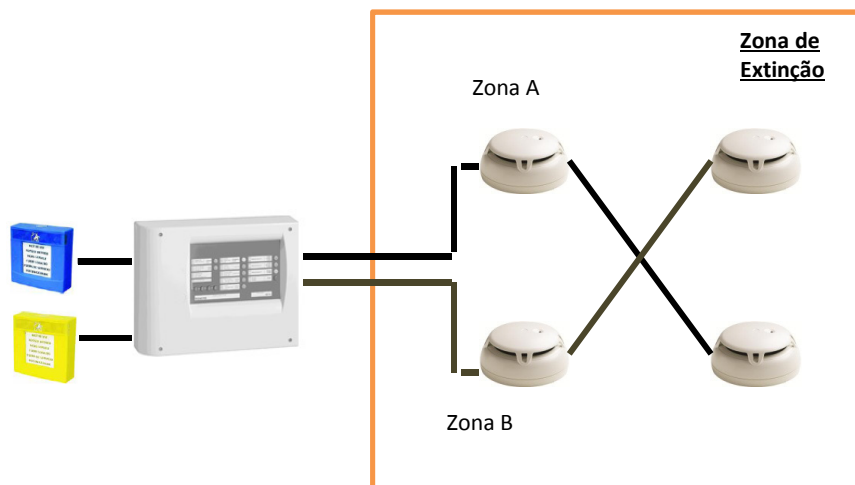


Figura 3. Esquemático de zona de extinção com elementos coletivos

Na utilização de sistemas endereçáveis, todos os elementos são endereçáveis, exceto os botões de ativação e bloqueio da extinção.

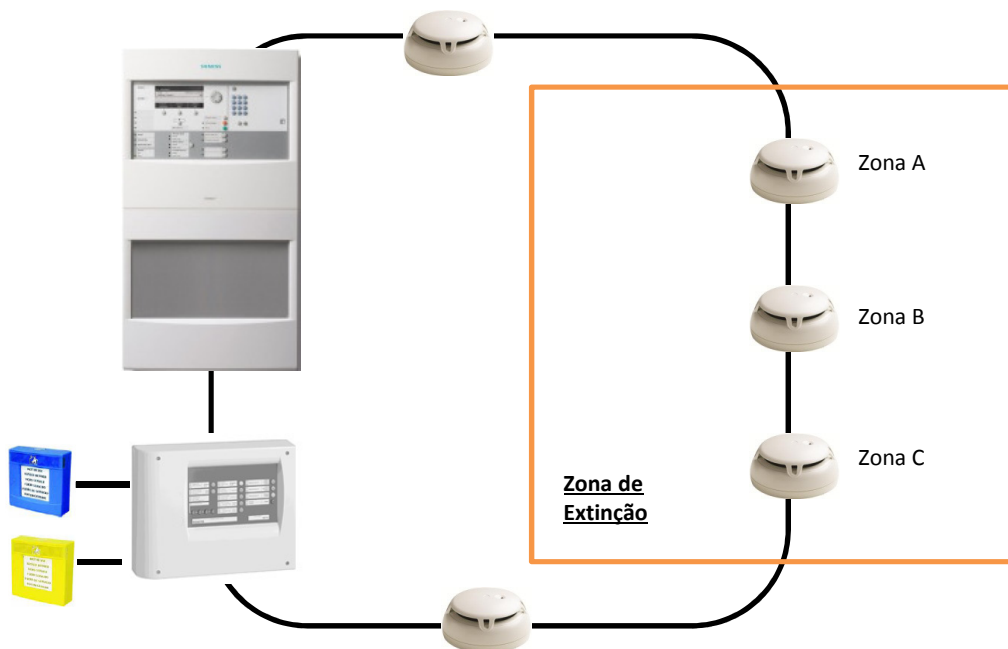


Figura 4. Esquemático de zona de extinção com elementos endereçáveis

Com um sistema endereçável é possível atribuir um texto individual a cada elemento, e indicar qual o elemento que entrou em alarme.

O sistema endereçável é mais versátil já que não existe a necessidade da ligação dos detetores à central de extinção e o controlo do sistema pode ser efetuado na central de detecção de incêndio ou na central de extinção.

A confirmação por parte de dois detetores de zonas distintas também é obrigatória, mas por se tratar de um sistema endereçável

todo este processo é efetuado através de programação.

A Figura 4 mostra um exemplo de um esquemático de uma zona de extinção com elementos endereçáveis.

Para além da escolha do tipo de sistema, é necessário especificar outros componentes presente num Sistema Automático de Extinção de Incêndios, como as sirenes de alarme e os painéis óticos-acústicos de informação de libertação do gás.

Os painéis ótico-acústicos são ativados depois da dupla confirmação de alarme de incêndio na zona a proteger e são instalados nos locais de acesso às zonas de extinção.

A Figura 5 mostra um exemplo de um painel ótico-acústico.



Figura 5. Painel ótico-acústico

Relativamente aos contactos magnéticos das portas, por indicação da Nota Técnica n.º17 estes não devem ser inibidores do processo de extinção, sendo que a sua utilização dependerá dos critérios do projetista.

Não sendo a utilização dos contactos de porta obrigatória devem-se ter certos cuidados aquando do processo de extinção. Caso as portas de acesso não se encontrem fechadas o processo de extinção perderá efeito. Assim, as portas de acesso devem possuir molas de fecho automático para que estas estejam sempre fechadas, de forma a garantir que o agente extintor produz o efeito pretendido.

No processo de extinção com agentes gasosos é ainda importante garantir o controlo sobre a ventilação de modo a garantir a estanquidade da sala.

A Figura 6, mostra um exemplo de aplicação de um Sistema Automático de Extinção de Incêndios num *Data Center*, em que é possível observar todos os componentes mencionados anteriormente.



Legenda:

- 1 – Detetores de fumo por aspiração;
- 2 – Detetores de fumo/térmicos pontuais;
- 3 – Central de Extinção
- 4 – Cilindros de agente extintor;

- 5 – Alarmes sonoros;
- 6 – Botão manual de ativação de extinção
- 7 – Difusores;
- 8 – Painel ótico de aviso.

Figura 6. Extinção de incêndio em Data Center

### 3.3.2. Agentes extintores

Como já mencionado os agentes extintores gasosos são os meios de extinção mais utilizados para a extinção em *Data Centers*, pois permitem uma rápida extinção, sem resíduos e por conseguinte sem necessidade de limpeza. Garantem ainda que depois do processo de extinção os equipamentos que não foram danificados pelo fogo continuam em funcionamento, minimizando assim os prejuízos.

A Tabela 3, compara as características dos gases inertes com os gases químicos.

Gases Inertes	Gases Químicos
São armazenados a altas pressões	Armazenado em líquido
Requerem tubagem e cilindros de alta pressão	Cilindros e tubagem standard
Requerem um maior número de cilindros, logo uma maior área de armazenamentos	Requerem um número reduzido de cilindros, logo, uma área de armazenamento menor
Custo reduzido do gás	Custo elevado do gás

Tabela 3. Comparação entre gases inertes e gases químicos

No caso dos gases inertes, que são armazenados a elevadas e grandes pressões o desenvolvimento de válvulas que permitem uma descarga de gás constante e a pressões mais baixas do que aquelas a que o gás é armazenado, permitem uma redução do diâmetro das tubagens e reduzem também os picos de pressão existentes na libertação do agente extintor.

A Figura 9 mostra um exemplo de uma válvula redutora de pressão e a Figura 10 mostra um exemplo de montagem de um sistema de extinção por gases inertes.



Figura 9. Válvula redutora de pressão



Figura 10. Montagem de um sistema de extinção

Estudos efetuados comprovam também que a utilização de agentes extintores gasosos utilizados na extinção em *Data Centers* podem interferir no funcionamento dos discos rígidos e em alguns casos danificá-los. Estas falhas podem ser causadas pelo elevado ruído emitido pela libertação do gás no processo de extinção.

A utilização de difusores especiais em conjunto com válvulas de libertação de gás a pressão constante, permitem uma redução do pico de libertação do agente extintor e reduzem o nível de ruído durante o processo de extinção, para um nível que seja adequado para estas instalações.

Este tipo de sistemas e avanço da tecnologia oferecem inúmeras soluções e vantagens na proteção de incêndio em *Data Centers*. A escolha do projetista relativamente aos sistemas de segurança contra incêndio passará pelos sistemas referidos que apesar do seu elevado custo de aquisição e instalação é inteiramente justificado pelo ainda maior custo de paragem ou substituição dos equipamentos danificados em caso de incêndio.

#### 4. Conclusão

A detecção precoce de um incêndio pode permitir a evacuação das pessoas presentes no edifício, salvaguardando perdas humanas, bem como acionar os meios de intervenção, automáticos ou humanos, para que se proceda à extinção do incêndio, evitando assim perdas humanas e patrimoniais.

Pelo facto de os *Data Centers*, serem o presente e o futuro da gestão de armazenamento e processamento de dados e informação, a sua proteção contra incêndios deve assegurar que em caso de incêndio os danos sejam minimizados, o que resulta em menos prejuízos.

Sendo uma instalação com aspetos particulares, o Sistema Automático de Detecção de Incêndio e o Sistema Automático de Extinção de Incêndio, são por isso diferentes dos usuais.

Como a detecção de incêndio tem de possuir uma rápida resposta, utilizam-se detetores especiais em que pequenas partículas de fumo são facilmente detetáveis, detetores de fumo por aspiração.

O Sistema Automático de Detecção de Incêndio estar distribuído pelo chão e teto falso, ventilação e equipamentos informáticos, para que todas as zonas do compartimento sejam dotadas deste tipo de proteção.

O Sistema Automático de Extinção de Incêndio quando for utilizado deve proceder a uma rápida e eficaz extinção de incêndio sem danificar os equipamentos existentes, e por isso sistemas de extinção por gases, químicos ou inertes, são utilizados juntamente com novas técnicas de libertação do agente extintor que serão mencionadas no presente trabalho.

#### Referências bibliográficas

- [1] Decreto – Lei n.º220/2008 – Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios, 12 de Novembro de 2008
- [2] Portaria n.º1532/2008 – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, 29 de Dezembro de 2008
- [3] Nota Técnica n.º12 – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [4] BUILDING TECHNOLOGIES, SIEMENS—Fire Safety Guide, Siemens Switzerland Ltd
- [5] Nota Técnica n.º17 – Sistemas Automáticos de Extinção por Agentes Gasosos, Autoridade Nacional de Proteção Civil, Dezembro de 2013
- [6] BUILDING TECHNOLOGIES, SIEMENS – Sinorix Silent Extinguishing Technology: low-noise extinguishing solution for data centers, Siemens Switzerland, Setembro de 2012.
- [7] Fike Corporation. Manual P/N: 06-294- Fike Proinert Fire Extinguishing System. Maio de 2004.
- [8] NFPA 2001 – Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 2008
- [9] NFPA 75 – Standard for the Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment, 2009
- [10] Robin, M., Fire Protection for IT and Telecommunications Facilities, Blatimore, Março de 2011
- [11] Guidance on the pressure relief and post discharge venting of enclosures protected by gaseous fire fighting systems, Fire Industry Association, Fevereiro de 2012







## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA.

### ESTUDO DE CASOS PRÁTICOS.

#### I. Introdução

O consumo de energia está na origem de 80% das emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia (UE). Consequentemente, reduzir as emissões de gases com efeito de estufa implica um menor consumo de energia e uma maior utilização de energia limpa. É nesta ótica que surge a denominada “Estratégia 20-20-20 para 2020” cujo objetivo é reduzir 20% do consumo de energia, reduzir 20% das emissões de GEE (Gases com Efeito de Estufa) e que 20% da energia consumida seja de fonte renovável.

Por outro lado, a Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020), estabelecida na Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril, enquadra as linhas de rumo para a competitividade, o crescimento e a independência energética do país, através da aposta nas energias renováveis e na promoção integrada da eficiência energética, garantindo a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético.

Em desenvolvimento do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e da ENE 2020, o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública — ECO.AP (Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, de 12 de Janeiro), visa obter até 2020, nos serviços públicos e nos organismos da Administração Pública, um nível de eficiência energética na ordem dos 20% em face dos atuais valores.

Nestes objetivos enquadra-se também a utilização racional de energia e a eficiência energético-ambiental em equipamentos de iluminação pública (IP) [1].

#### II. Enquadramento

A eficiência energética constitui um instrumento precioso para vencer os desafios precedentes resultantes do aumento da dependência das importações de energia, da escassez de recursos energéticos e da necessidade de limitar as alterações climáticas e de superar a crise económica, uma

vez que aumenta a segurança do aprovisionamento energético, reduz o consumo de energia primária e diminui as importações da mesma, ajuda a reduzir as emissões de gases de efeito de estufa de forma eficaz em termos de custos, contribuindo assim para atenuar as alterações climáticas[2].

Em Portugal a Iluminação Pública (IP) é responsável por 3% do consumo energético.

No entanto, tem-se verificado nos últimos anos uma tendência de aumento da rede de IP (cerca de 4 a 5% por ano), o que implica um conjunto de medidas direcionadas ao aumento da eficiência energética no parque de IP.

Como exemplo de intervenções em projetos de IP, a instalação de Reguladores de Fluxo Luminoso (RFL), a substituição de luminárias e balastros ineficientes ou obsoletos, a substituição de lâmpadas de vapor de mercúrio e vapor de sódio por fontes de luz mais eficientes, a instalação de tecnologias de controlo, gestão e monitorização da IP e a substituição das fontes luminosas nos sistemas de controlo de tráfego e peões por tecnologia LED[3].

#### III. Metodologia

O presente trabalho teve como objetivo, identificar e contabilizar o consumo energético em IP, avaliação dos sistemas de controlo, comando e monitorização da IP existente e o estudo de sistemas de eficiência energética que permitam a redução dos consumos de energia.

Iniciou-se a definição do perfil do consumo, dos encargos e a caracterização da iluminação pública, em 2011, 2012, 2013 e 2014, relacionando estes com os custos de energia elétrica totais do Município em estudo.

No trabalho de campo foram recolhidos elementos de dois cenários, um em zona rural e outro em zona urbana, e ainda dos Postos de Transformação (PT's) responsáveis por 25 % consumo do município em estudo.

Destas instalações, identificaram-se as tecnologias dos equipamentos instalados que eram passíveis de alteração ou correção de forma a melhorar a eficiência energética da IP e consequentemente a diminuição das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

De forma a alcançar os resultados, propôs-se dotar as instalações de equipamentos, de iluminação ou de controlo que permitissem a redução dos consumos de energia.

Tendo em consideração os equipamentos existentes nas instalações de IP do município foram apresentadas as soluções tendo em consideração a sua eficácia económica e energética: Substituição das luminárias existentes por luminárias LED; Instalação de balastros duplo-nível e Instalação de reguladores de fluxo.

Para obtenção da análise económica, consideraram-se as seguintes premissas:

- **Tarifa de energia:**

- Vazio = 0,0896€/kWh
- Ponta = 0,3030€/kWh
- Cheias = 0,1619€/kWh

- **Tempo de funcionamento da IP:**

- 4581 horas

Deste tempo de funcionamento, 67,7% é em período de Vazio, 6,1% é em período de Ponta e 27,2% é em período de Cheia.

- **Cálculos:**

- Potência = Potência da lâmpada + Balastro\*
- Energia = Potência × Tempo de funcionamento da IP × Quantidade
- Taxa de conversão de 0,47 Ton CO<sub>2</sub>/MWh – Portaria 63/2008

- **Preços dos equipamentos propostos para eficiência energética nos casos de estudo, recolhidos através de consulta ao mercado:**

- Luminária de 52 W: 319,96 €

- Balastro Duplo-nível: 61,5 €
- Regulador de fluxo luminoso: 10.864,39 €

Os valores apresentados incluem a taxa do Imposto de Valor Acrescentado (IVA).

**A. Substituição das luminárias existentes por luminárias LED**

Dado o desenvolvimento e evolução nos últimos anos, o mercado dispõe já de luminárias LED, específicas para a iluminação pública, com várias potências e com rendimentos e períodos de vida útil muito atrativos.

A tecnologia LED aplicada à iluminação pública e comparativamente às tecnologias existentes, ou seja, luminárias equipadas com lâmpadas de vapor de sódio e lâmpadas de vapor de mercúrio e ambas com balastros ferromagnéticos, destaca-se pelo seu baixo consumo, podendo chegar a uma redução de até 75%, proporcionando um elevado rendimento e tempo de vida útil muito superior, e ainda a minimização do impacto ambiental com a redução de emissões de CO<sub>2</sub>.

Para este caso de estudo escolheu-se uma luminária de equipada com 1 módulo de leds com consumo de sistema de 52W, com fluxo de 5340lm com temperatura de cor 4000K e um Fator de Manutenção da Luminária (LMF) de 83% a 100.000 horas de funcionamento, com 10 anos de garantia.

Nesta análise, estudou-se a substituição das luminárias com lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão (VSAP), por luminárias LED, tendo para tal utilizado o software DIALux.

Esta ferramenta informática, permite efetuar uma simulação da distribuição de luz no ambiente, produzindo cenários realistas e valores de iluminância, para comparar com os valores mínimos de iluminância pelo Documento de Referência para a Iluminação Pública.

Antes de efetuar o cálculo definiu-se a classe da via, neste caso, ME, por corresponder a uma via com tráfego misto, ou seja, tráfego motorizado e baixa média velocidade, bem como a existência de ciclistas e pedestres nessas áreas.

Depois de atribuída a seleção a cada parâmetro mediante a opção associada à via em estudo, aplicando a fórmula

IME = 6 – classificação total, obteve-se um índice de classe ME4a.

Definida a classe, e através dos elementos relativos ao perfil da via e material existente, calcularam-se os parâmetros luminotécnicos, conforme se pode visualizar na Tabela 1.

Tabela 1. Análise dos resultados obtidos na simulação em DIALux

Classe de Via ME4a	Luminância da superfície da estrada			Aumento Limiar	Rácio Envolverte
	Lm (cd/m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub>	U1	TI (%)	SR
Valores nominais	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,6	≤ 15	≥ 0,5
Valores Cálculo	0,95	0,65	0,73	4	0,93
<b>Cumpre</b>					

Aplicando as premissas indicadas no capítulo III, obtiveram-se os resultados da Tabela 2.

Tabela 2. Comparação da tecnologia atual com a solução proposta

	Qtd.	Lâmpada (W)	Potência (W)	Energia anual consumida (kWh)	Custo (€)	Ton CO2 eq
<b>VSAP</b>	26	150	180	21439,1	3224,6	10,1
<b>LED</b>	26	52	52	6193,5	931,6	2,9
<b>Diferença:</b>				15.245,6	2293,1	7,2

Através do método de cálculo segundo o "total cost of ownership" TCO (custo total de propriedade) determinou-se o custo da solução proposta, fazendo a comparação com os encargos com a solução existente, embora sem considerar os custos de manutenção das luminárias existentes. O TCO do ano 0 é igual ao investimento inicial e todos os anos são somados ao custo do ano anterior, o custo de exploração do ano corrente[4].

Assim, considerando somente os custos energéticos, a solução proposta ao fim de cerca de 4 anos atinge um

Custo total de propriedade igual ao da solução existente, sendo daí para a frente lucro.

Considerando que a Luminária de 52W tem uma garantia de fábrica de 10 anos e vida útil espectável superior a 100.000h, ou seja aproximadamente 22 anos, podemos dizer com segurança que é largamente vantajosa.

Ao fim do período de garantia de 10 anos a solução LED é mais barata que a solução existente em 14.612 euros.

### B. Instalação de balastos duplo-nível

Os balastos eletrónicos reguláveis poderão ser em algumas das situações em estudo para redução de consumos dos pontos de iluminação pública a melhor solução, dado que o custo de investimento inicial é relativamente baixo quando comparado com tecnologias como a de RFL e LED.

Esta tecnologia tem uma elevada eficiência, perdas reduzidas, factor de potência elevado (>0,98), para além do incremento do tempo de vida útil das lâmpadas e da imunidade às variações de tensão de rede.

Para este caso de estudo, o balastro escolhido foi um balastro, que permite poupanças na ordem dos 20% sem necessidade de alteração das lâmpadas e com um investimento mais acessível.

Este sistema pode atingir até 30% de poupança no consumo de energia com a iluminação pública.

Tabela 3. Custo da alteração do Balastro ferromagnético para balastro duplo-nível Proposto

Qtd.	Lâmp. (W)	Pot. (W)	Energia com Balastro duplo-nível (kWh)	Red. (%)	Custo (€)	Ton CO2 eq
26	150	160	16198,4	24 %	2996,7	7,6

Considerando somente os custos energéticos, a Solução proposta ao fim de 7 anos atinge um custo total de propriedade igual ao da solução existente, sendo daí para a frente lucro.

Ao fim do período de 10 anos a solução do Balastro Eletrónico duplo-nível é mais barata que a solução existente em 680 euros, pelo que concluímos que este investimento é pouco atrativo. Esta análise pode facilmente perceber-se pela tabela 4.

**Tabela 4. Quadro comparativo das soluções propostas**

	Encargo com consumo de energia	Investimento	PB (anos)	Retorno em 10 anos
<b>Solução Atual VSAP</b>	3.224,61 €	-	-	-
<b>LED</b>	931,55 €	8.318,96 €	3,6	14.612 €
<b>Balastro Duplo-nível</b>	2.996,74 €	1.599,00 €	7,0	680 €

### C. Instalação de reguladores de fluxo

Os armários de regulação de fluxo, aplicados à iluminação pública, permitem a redução do fluxo luminoso das lâmpadas, e uma consequente redução dos consumos energia na iluminação pública na ordem de 30%, em períodos pré definidos pelo utilizador.

A redução da potência absorvida nos sistemas de IP, é conseguida a partir da redução do nível de tensão de alimentação aos circuitos de iluminação. Esta diminuição vai diminuir a intensidade luminosa das lâmpadas e consequentemente ter-se-á uma economia no consumo de energia.

A economia será proporcional ao valor da redução da tensão, quanto maior do valor da redução de tensão maior será a economia obtida.

O potencial de economia destes equipamentos encontra-se diretamente relacionado com o tipo de lâmpada e queda de tensão da instalação de iluminação pública.

Sendo a regulação do fluxo luminoso provocada pelo abaixamento da tensão do circuito IP, torna-se necessário garantir que a tensão aplicada, a cada tipo de lâmpada não seja inferior aos valores da tensão mínima de funcionamento por tipo de lâmpada, por exemplo no caso das lâmpadas de Vapor de sódio de alta pressão a tensão mínima é de 183 V, o que significa que a tensão nas pontas (fim da linha IP) no escalão máximo do RFL não pode ser abaixo desse valor.

O RLF podem ser programados para vários níveis de iluminação (por exemplo 30%, 50%, 75% e 100%), adequando assim a iluminação para as várias utilizações da via e para diversos períodos horários consoante o seu tráfego.

A possibilidade de se reduzir o fluxo durante determinados períodos noturnos garante economias no consumo de energia elétrica, conservando-se sempre um nível de segurança para os cidadãos.

No universo de Postos de Transformação (PT's) da zona de intervenção, optou-se pela seleção de 15 PT's, que representam 25 % do consumo de energia global em iluminação pública do Município em estudo.

A fundamentação para a escolha destes circuitos no universo existente na zona de intervenção, teve como base os seguintes critérios:

- Circuitos com maior potência instalada.
- Circuitos com baixas quedas de tensão.
- Circuitos onde predominem lâmpadas de vapor de sódio.

Outros fatores que pesaram na escolha, embora ultrapassáveis:

- Circuitos com lâmpadas recentes.
- Difusores em bom estado.
- Equilíbrio entre fases.
- Existência de um local para montagem do equipamento no exterior.
- Circuitos onde se aceite uma redução de fluxo significativa em horas de menor movimento.

O primeiro passo foi efetuar todas as leituras das grandezas elétricas necessárias, análise da rede de iluminação pública associada e análise das condições de instalação do Regulador de Fluxo Luminoso no exterior do posto de transformação.

Com os valores das correntes obtivemos a potência total absorvida (kW) atualmente em cada posto de transformação, nos circuitos de iluminação pública (IP) associados.

A seleção do equipamento (RFL) com o respetivo Calibre (kVA), foi feita com base nas especificações de fabricantes de reguladores, bem como a possibilidade de futuras ampliações do circuito IP e a otimização dos circuitos efetuando um equilíbrio de fases.

O valor do investimento foi obtido, tendo em conta um valor médio atual de mercado de um regulador de fluxo (para a potência selecionada), já com o armário exterior, a instalação eletromecânica, os trabalhos de construção civil, o sistema de telegestão e o quadro elétrico a instalar no interior do posto de transformação, para possibilitar a colocação em *by-pass* e em isolamento do RFL, bem como o ensaio com tensão mínima ao circuito de IP diretamente do interior do posto de transformação e a proteção do cabo de ligação ao RFL.

A poupança prevista indicada é aproximadamente de 30% com flutuações previsíveis, de acordo, com a estabilização da tensão nominal no período de arranque.

O consumo estimado para o ano de 2014 (sem aplicação de RFL), foi considerado tendo em conta a potência total absorvida e uma utilização média da iluminação pública 4.581 horas de utilização anual.

Efetuada o produto obteve-se então a energia consumida kWh/ano, e utilizando a tarifa em vigor de IP, obteve-se os custos estimados para cada posto de transformação, conforme indicado na tabela 5.

Tabela 5. Custos com aquisição de 15 RFL

PROPOSTA DE INSTALAÇÃO DE RFL EM 15 PT's	
Nº de RFL propostos	15
Custo dos RFL	162.965,85 €
Consumo anual das luminárias com RFL	631.755,1
TonCO2eq	296,9
Horas de funcionamento anuais da iluminação	4581
Custo energético anual da solução Existente	123.527,41 €
Custo energético anual da solução Proposta	95.021,08 €

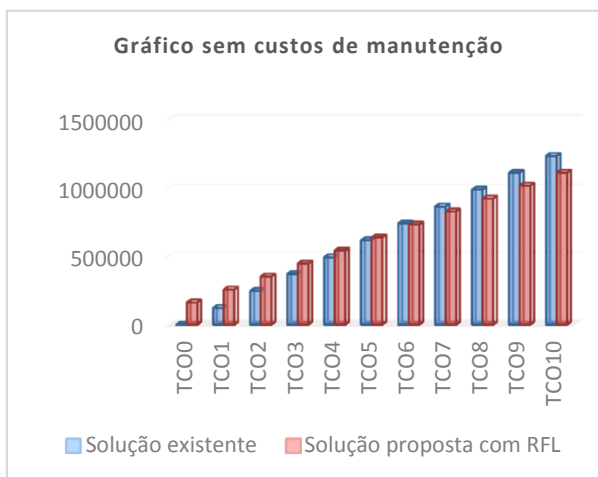


Gráfico 1. Análise gráfica da solução proposta em comparação com a solução existente

Considerando somente os custos energéticos, a solução proposta ao fim de 6 anos atinge um custo total de propriedade igual ao da solução existente, sendo daí para a frente lucro.

Ao fim do período de 10 anos a solução do RFL é mais barata que a solução existente em 122.097 euros.

#### IV. Conclusões

Em suma, é de grande relevância uma gestão cuidada dos sistemas de iluminação pública, dado que qualquer aumento, seja da tarifa, seja de qualquer outro imposto, terá sempre um grande impacto nas contas dos municípios.

Exemplo desta situação foi o aumento em Novembro de 2011 do IVA de 6 para 23 por cento sobre a fatura de eletricidade, e a extinção da tarifa especial para a iluminação pública, designada por tarifa BIP, em 31 de Dezembro de 2012, o que acelerou a necessidade da aplicação de medidas de redução de consumos. Desde 1 de Janeiro de 2013, com o mercado liberalizado, a tarifa dos municípios passou para tri-horária, ou seja, passou a diferenciar o preço da energia por kWh de acordo com três períodos horários: horas de vazio, horas cheias e horas de ponta, assim como passaram a pagar também a taxa de potência contratada, a qual era isenta na tarifa BIP.

Comparando os encargos com o consumo da IP dos últimos 6 anos percebe-se constata-se um aumento de 48 % e que reflete os constantes aumentos anuais da tarifa e também o da taxa do IVA aplicada às faturas de eletricidade. Este ano, 2014 verificou-se um aumento de 8,8 por cento na tarifa de iluminação pública, sendo que se prevê em 2015 um novo aumento de 3,5 por cento. Todos estes aumentos que em muito interferem nas contas dos municípios, acabam por “pressionar” os municípios a tomar medidas já, por forma a poderem fazer frente aos aumentos com racionalização de consumos de energia elétrica na IP.

No estudo de casos práticos, foram analisadas várias formas promoção de eficiência energética na iluminação pública, tendo-se constatado que existe uma grande potencial de redução de consumos energéticos com a instalação de equipamentos energeticamente mais eficientes, que para além de consumirem menos energia, pela diminuição da potência instalada, permitem melhores condições de visibilidade, como é o caso das luminárias LED que permitem reduzir o consumo de energia, permitindo o aumento do índice de restituição de cor, ou seja aumentando a capacidade de reconhecimento de pessoas ou objetos a quem circula nas vias.

Do levantamento feito na IP do caso de estudo, constatou-se que por exemplo no caso de luminárias de iluminação pública, grande parte do parque de IP têm baixo rendimento luminoso, devido às características construtivas e dos seus

materiais, como o exemplo de difusores plásticos, que em pouco tempo ficam escuros e com bastante sujidade, o que influencia as condições luminotécnicas dos espaços que iluminam.

É muito importante primeiro conhecermos o parque IP que temos para depois se poder avançar para medidas de redução e promoção de eficiência energética. As tecnologias que dispomos em mercado, começam a ter preços mais acessíveis do que à alguns anos, e podendo ainda aproveitar candidaturas a fundos comunitários, afiguram-se como investimentos muito interessantes, sempre dependendo do caso em concreto onde se pretenda aumentar a eficiência energética dos equipamentos.

Do estudo elaborado, constata-se que a iluminação LED se coloca como a tecnologia no presente mais interessante, com poupanças que podem chegar aos 75%, enquanto na instalação de reguladores de fluxo luminoso, e na alteração para balastros eletrónicos duplo-nível, as reduções são na ordem dos 30%

O investimento inicial é que é bastante diferente para qualquer uma das tecnologias atrás descritas, e no caso da iluminação LED é bastante elevado, mas acaba por ter retornos muito mais interessantes, além de tecnicamente ser uma melhor solução.

Constatou-se assim, tem de ser sempre analisada qualquer solução de instalação de equipamentos de eficiência energética, caso a caso, para avaliar qual o sistema mais interessante para o caso em concreto.

Relativamente à regulação de fluxo é um sistema interessante, mas terá que ser sempre também estudado com base no caso concreto do posto de transformação onde se pretenda a sua instalação, sendo fatores muito importantes a idade da instalação IP assim como se têm redes IP muito extensas, uma vez que com as quedas de tensão em fim de linha, aplicar sem uma análise rigorosa um RFL, poderá fazer com que nas reduções de tensão programadas possa desligar completamente os ramais de IP em fim de linha.



Em suma, a iluminação LED afigura-se como a melhor e mais eficiente solução, implicando investimentos mais elevados, sendo no entanto as poupanças sempre mais elevadas, o que analisando a médio/longo prazo tem retornos muito interessantes. Além das poupanças nos consumos um fator muito importante é o facto das luminárias LED ter períodos de ciclo de vida superiores a 13 anos, o que permite grandes poupanças em custos fixos com manutenção das luminárias.

A principal característica dos sistemas de IP é, acima de tudo promover a sua segurança, potenciar locais e trazer uma boa qualidade de vida a quem a utiliza, fazendo da luz um instrumento de orientação e de mobilidade, individualizando percursos urbanos e ambientes específicos[5].

## Referências

- [1] Documento de referencia Eficiência Energética na Iluminação Pública, <http://www.lighting-living-lab.pt> [Online]
- [2] Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de 2012, ponto 1; <http://www.elecpor.pt>, [Online]
- [3] Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, pagina 2056, <http://www.promar.gov.pt/>, [Online]
- [4] Wikipédia - TCO, [http://pt.wikipedia.org/wiki/Total\\_cost\\_of\\_ownership](http://pt.wikipedia.org/wiki/Total_cost_of_ownership) [Online]
- [5] Magalhães, João, Eficiência Energética na Iluminação Pública, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014

## Divulgação:

<b>Título:</b>	Instalações Elétricas de Baixa Tensão
<b>Autor:</b>	António Augusto Araújo Gomes
<b>Editora:</b>	Publindústria
<b>Data de Lançamento:</b>	Fevereiro 2013
<b>ISBN:</b>	9789897230264
<b>Nº Páginas:</b>	150
<b>Encadernação:</b>	Capa mole

António Augusto Araújo Gomes

## INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

### CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

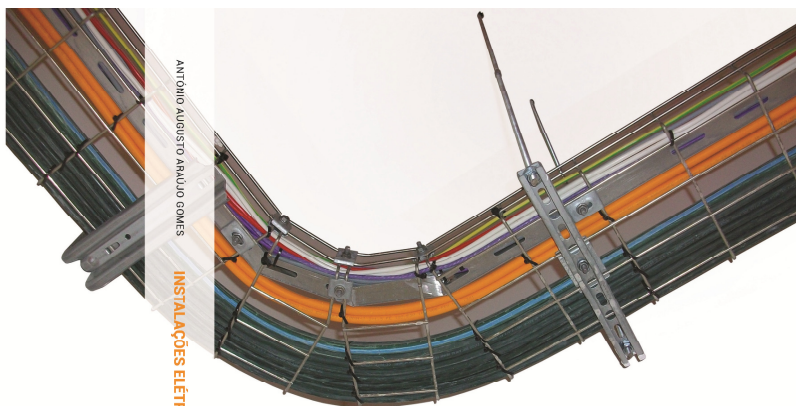
#### Sobre o livro

Esta obra pretende ser, acima de tudo, uma ferramenta didática de apoio aos alunos de cursos de engenharia eletrotécnica, bem como a técnicos responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas. Pretende ser ainda uma ferramenta prática de estudo e de trabalho, capaz de transmitir conhecimentos técnicos, normativos e regulamentares sobre as canalizações elétricas aos diversos agentes eletrotécnicos, tornando os capazes de, para cada instalação nos quais sejam intervenientes, selecionar o tipo de canalização e o modo de instalação mais adequados, de forma a maximizar a segurança, a fiabilidade e a funcionalidade, assim como os custos de execução e exploração das instalações.

#### Sobre o autor

Bacharel em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Licenciado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Mestre (grê Bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Assistente no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Investigador do GECAD – Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio a Usúas, do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde esse mesmo ano.

Coordenador de Obras na CERBERUS – Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Sócio da empresa Neutro & Tera – Gabinete de Engenharia Lda, entre 2003 e 2006. Prestação de serviços de formação e/ou projetos e/ou assessoria técnica consultoria no âmbito das instalações elétricas, telecomunicações, segurança, gestão de energia, eficiência energética, a diversas entidades, nomeadamente: NORMA – Consultores de Engenharia, S.A.; Schumal – Engenharia e Serviços, Lda; ENERKO – Consultores de Engenharia, Lda; ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade-Quilómetros – Fabrica de Quadros Elétricos, S.A; EP – Instituto Eletrotécnico Português; CENERTEC – Centro de Energia e Tecnologia; ANACOM – Autoridade Nacional das Telecomunicações; IDT – Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico; EDV – Agência de Energia Entre Docas e Viagem.



António Augusto Araújo Gomes

## INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

### CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

SEGUNDO AS REGRAS TÉCNICAS DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Disponível em formato eBook

[www.engedbook.com](http://www.engedbook.com)



ISBN 978-989-723-026-4

9789897230264

Publindústria



Publindústria

## LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA – SISTEMAS ELÉTRICOS DE ENERGIA

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

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

**Duração:** 6 semestres curriculares / letivos

**Grau:** Licenciado

**Total de ECTS:** 180 créditos

**Provas de ingresso:** 19 Matemática e 07 Física e Química

**Regime de funcionamento:** Horários: diurno e pós-laboral

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



### Competências profissionais OE/OET:

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

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

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

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

## APLICAÇÃO DE AUTOMAÇÃO E MICROELETRÔNICA NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS.

### Resumo

*Este artigo apresenta um estudo de consumo de energia elétrica no Brasil, levando-se em consideração o gasto público com este item. Atualmente é verificado um crescente aumento de demanda no setor elétrico brasileiro, o que acarreta em um investimento no setor de modo a atender os consumidores. Visto que a realidade do setor público, não diferindo dos outros consumidores, possui a energia elétrica como a fonte energética mais utilizada atualmente, correspondendo a 87,4% comparado a outros tipos de fontes energéticas, por exemplo combustíveis fósseis (BEN, 2012). Cada vez mais procura-se meios para que se obtenha um sistema mais eficiente o que implica diretamente na redução dos custos relativos ao investimento no setor elétrico, redução na manutenção das instalações elétricas e consumo de energia elétrica.*

*Palavras Chave — Eficiência Energética, domótica, prédios públicos.*

### I. INTRODUÇÃO

Este trabalho realiza estudo sobre o consumo de energia elétrica pelo serviço público brasileiro, e como algumas ações podem ser tomadas no sentido de diminuir esses gastos. De acordo com o Balanço Energético Nacional, realizado pelo Ministério de Minas e Energias, o setor público é responsável em 2014 por 8% de todo o consumo energético realizado no Brasil. Este estudo revela ainda que nos últimos 10 anos houve um crescimento de 36,6% no consumo energético deste setor.

A domótica, termo mais específico referido a edifícios inteligentes, tem se desenvolvido e vem evoluindo principalmente desde meados de 1980.

Essa tecnologia é o conjunto de funcionalidades disponíveis para os sistemas que possui instrumentos de acionamento

(relés, interruptores) e sensores tornando possível a sua monitoração e atuação continuada na instalação predial (Bolzani C. A., 2004).

Entende-se que a partir da domótica um sistema seja capaz de controlar e supervisionar instalações. Controlando e monitorando os sistemas da edificação é possível partilhar informações entre os diversos subsistemas (arrefecimento, iluminação, telefonia) para levar a um melhor aproveitamento de recursos (Reis, 2002).

Utilizando dos conhecimentos em automação predial, podem ser construídos sistemas de controle capazes de melhorar a eficiência elétrica. A melhora na eficiência está atrelada ao consumo de eletricidade, caso seja aumentada sua eficácia e diminuindo assim o desperdício de energia, o sistema poderá prover uma menor demanda energética.

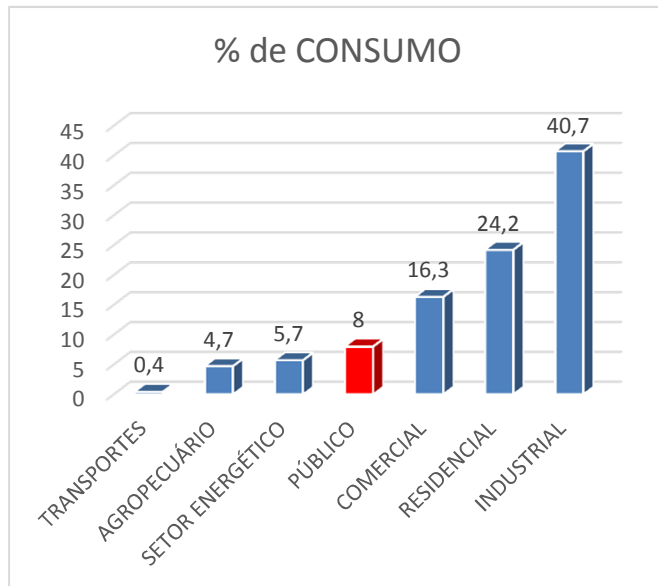
Um dos problemas relativos à eficiência elétrica no Brasil é dado por não existirem normas regulamentadoras, sendo o seu dimensionamento muitas das vezes exagerado, desconsiderando fatores como localização e ambiente (Lamberts & Westphal, 2000).

Nos Estados Unidos as normas de eficiência energética estão vigentes desde o começo da década de 70, dando resultados consideráveis na redução da sua demanda de eletricidade (Beraldo, 2006).

Para um edifício ser considerado eficiente o mesmo deve (Méier, 2002):

- conter equipamentos eficientes e materiais apropriados para a localização e condições;
- prover do conforto e serviço que fora designado;
- a construção deve operar com um uso elétrico menor que outras construções similares.

Tabela 1. Composição Setorial do Consumo de Eletricidade



## II. OBJETIVOS

O objetivo principal apresentado neste trabalho é, a partir de sistemas de automação e da microeletrônica promover uma redução no gasto energético das instalações prediais públicas. Além de uma conscientização dos usuários destas repartições, no sentido de promover uma educação ambiental, algumas ações podem ser tomadas a fim de criar dispositivos capazes de gerenciar os recursos energéticos nestes ambientes.

Um protótipo deve ser desenvolvido como parte integrante de um projeto de automação predial, sendo este constituído por sistemas de acionamentos, condutores, sensores, dentre outros. O sistema proposto será instalado em um bloco da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, visando à redução do consumo de energia elétrica neste setor.

Neste protótipo pretende-se utilizar de algumas tecnologias e protocolos como mostrados na figura 1: interconectividade com equipamentos *homeplug alliance*, *X10pro*, *RS232*, *RS485*, redes *Can*, *FieldBus*, *ethernet*, *wifi* e etc.

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

Mesmo que seja impossível definir um único indicador de eficiência de construção de energia, uma repartição pública realmente eficiente no que tange a economia de energia elétrica deveria conter algum elemento das categorias:

- O edifício deve conter tecnologias de eficiência energética que, quando funcionam conforme o projeto original, vão efetivamente reduzir o consumo de energia elétrica. Como exemplo, é impossível que um prédio seja eficiente se as isolações térmicas não forem adequadas.
- O edifício deve fornecer as instalações e recursos adequados para que sistemas de controle e automação possam controlar as variáveis energéticas.
- O edifício tem que ser administrado de tal modo que seja eficiente. Uma forte evidência de que o prédio analisado é eficiente é comparar o seu consumo energético com prédios similares.

Não necessariamente um prédio considerado como eficiente, deve se destacar nos pontos citados anteriormente, mas é necessário que em pelo menos um ponto os benefícios obtidos sejam os maiores possíveis.

Esta condição é suficiente para que se possa planejar de forma eficiente as medidas necessárias para se implantar ações que irão gerar economia energética.

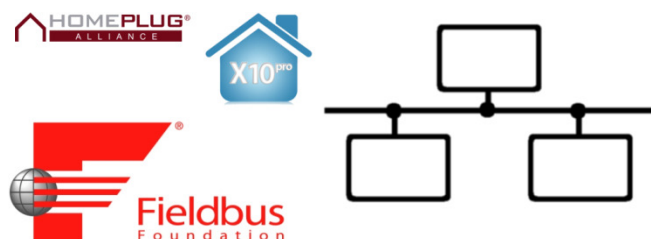


Figura 1. Logos das tecnologias de conexão de subsistemas



#### IV. METODOLOGIA

Essa pesquisa é de caráter experimental. Tendo como base a busca na literatura por soluções clássicas na área de automação predial serão traçados os dados necessários para o desenvolvimento do protótipo.

Para a automação do sistema de iluminação será desenvolvido um sistema capaz de receber dados de sensores e com esses calcular estatisticamente a necessidade e o período de acionamento do sistema com base no fluxo de pessoas.

Com relação aos ventiladores instalados no ambiente, o sistema de automação deverá ser capaz de desligá-los quando não houver a presença de pessoas no local.

Também será implementado um sistema capaz de verificar se as janelas do ambiente encontram-se abertas ou fechadas, sendo que este deverá enviar um sinal de alerta indicando a posição da janela.

Será utilizado o kit de desenvolvimento DE-115 figura 2 da empresa Altera® por apresentar uma maleabilidade considerável permitindo a simulação de programas na linguagem VHDL.

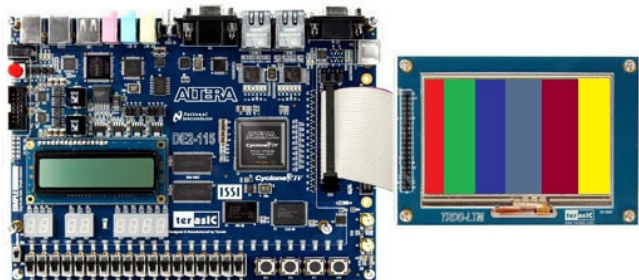


Figura 2. Kit DE-115

O algoritmo será implementado utilizando compiladores VHDL, pois além de facilitar a manipulação do código, permitem a observação dos resultados através de simulações computacionais, dando assim uma vantagem no quesito tempo.

Alguns módulos de controle serão utilizados para interconectar os elementos que irão sofrer automação no bloco. Dentre os diversos módulos destacam-se os de controle de potência de luz, controle de presença, controle de potência dos ventiladores, controle do ar condicionado e acionamento das chaves gerais que controlam a energia liberada para as bancadas de experimentos contidas no bloco. Alguns módulos podem ser visto na figura 3.



Figura 3. Módulos de controle

O protótipo depois de montado será aplicado no bloco B da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão. O sistema proposto deverá ser concebido de forma a permitir que este seja implementado utilizando as instalações elétricas existentes, sendo um fator limitador para o projeto.

Como resultado final do trabalho será realizada uma comparação de dados de consumo de energia elétrica coletados antes e após a implementação.

#### V. CONCLUSÃO

Através dos estudos realizados, algumas ações podem ser tomadas no intuito de se reduzir o consumo energético em departamentos públicos, trazendo benefícios financeiros ao país bem como aos servidores públicos, benefícios estes relacionados a segurança e conforto.



O desenvolvimento da domótica aplicada a construção de prédios inteligentes mostra-se como uma das alternativas mais promissoras para a obtenção de resultados mais significativos para se obter grandes valores de economia energética, não só no setor público, como também em outros setores.

#### REFERENCIAS

- 1) INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M.. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005, Campinas - Brasil. Anais do III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005.
- 2) BEN. (2014). Balanço Energético Nacional. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro.
- 3) Meier, A., Olofsson, T., & Lamberts, R. (2002). What is an Intelligent Building? IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC.
- 4) Lamberts, R., & Westphal, F. (2000). Energy Efficiency in Buildings in Brazil.
- 5) Bolzani, C. A. (2004). Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução ao sistemas domóticos. (Mestrado em Engenharia Elétrica) EPUSP. São Paulo, SP.
- 6) Beraldo, J. C. (2006). Eficiência energética em edifícios: avaliação de uma proposta de regulamento de desempenho térmico para a arquitetura do estado de São Paulo. (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo.

#### Curiosidade



## SCHNEIDER ELECTRIC.

### ESTRATÉGIA SCADA PARA OS PRÓXIMOS TRÊS ANOS.

#### 1. Introdução

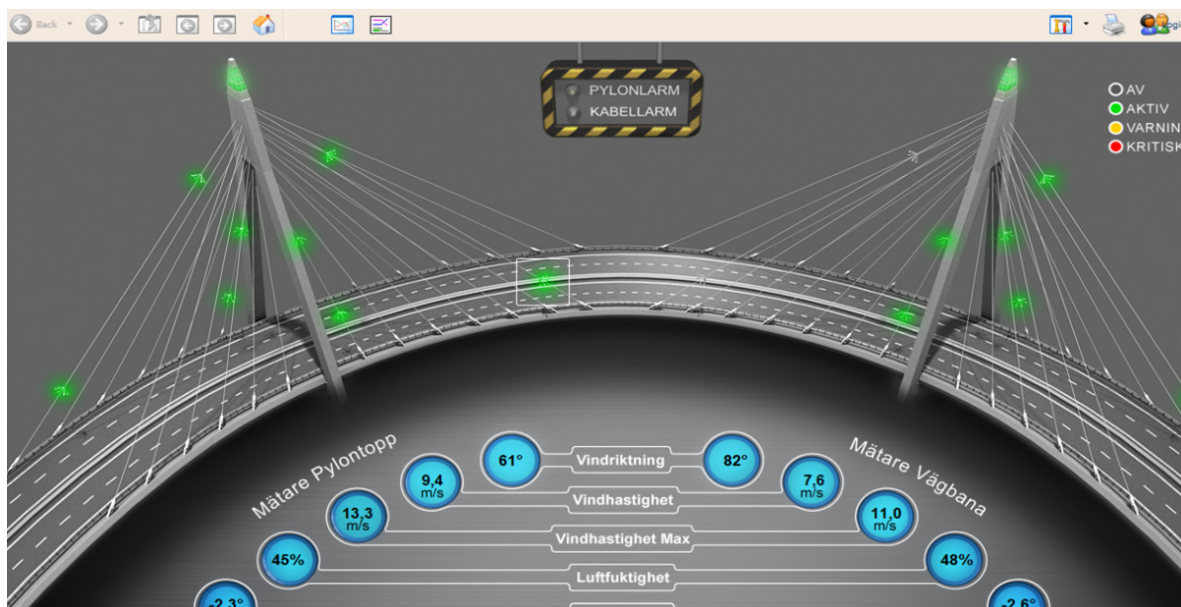
Software SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) continuará a ser uma prioridade e um dos eixos de crescimento da Schneider Electric.

- A aquisição da Citect, SCADAgroup, Telvent e 7T alteraram por completo o panorama da oferta SCADA da Schneider Electric, solidificando o seu portefólio de produtos
- Desde a aquisição da Citect, em 2006, a posição da Schneider no mercado das soluções SCADA cresceu significativamente. Receitas aumentaram cerca de 10,5% num mercado que apenas cresceu 7%
- A aposta na evolução e inovação do portefólio SCADA será feita segundo uma estratégia de convergência e verticalização deste tipo de solução
- O StruxureWare SCADA Expert será o produto central da oferta SCADA da Schneider Electric

A Schneider Electric, especialista global em gestão de energia, irá discutir a sua estratégia SCADA para os próximos três anos. Beneficiando de uma posição de mercado favorável, a Schneider Electric pretende apostar cada vez mais num nicho de mercado especializado, que tem demonstrado um crescimento sólido e cada vez mais exigente na procura, por parte do consumidor final.

O software SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é uma oferta disponível há cerca de 30 anos. No seu âmago, inclui funcionalidades básicas, das quais são exemplo a aquisição de dados por parte de sistemas de controlo, bem como a apresentação destes mesmos dados aos operadores. Mas, aquele que foi outrora um simples sistema de monitorização de processos, é hoje uma solução transversal e aplicável a várias situações.

Hoje em dia, o consumidor final espera uma aplicação cada vez mais rápida e exigente do software SCADA; o que lhe permitirá, em última análise, operar uma melhor gestão de processos, através de um controlo mais rápido e eficaz dos dados.



Enquanto empresa líder de mercado, a Schneider Electric pretende dar resposta a todas estas necessidades, através da oferta dos mais variados produtos e continuar a investir na evolução e inovação do nosso portefólio SCADA.”

Os próximos três anos serão decisivos para a Schneider Electric, período temporal em que tentará consolidar uma posição de crescimento desta oferta.

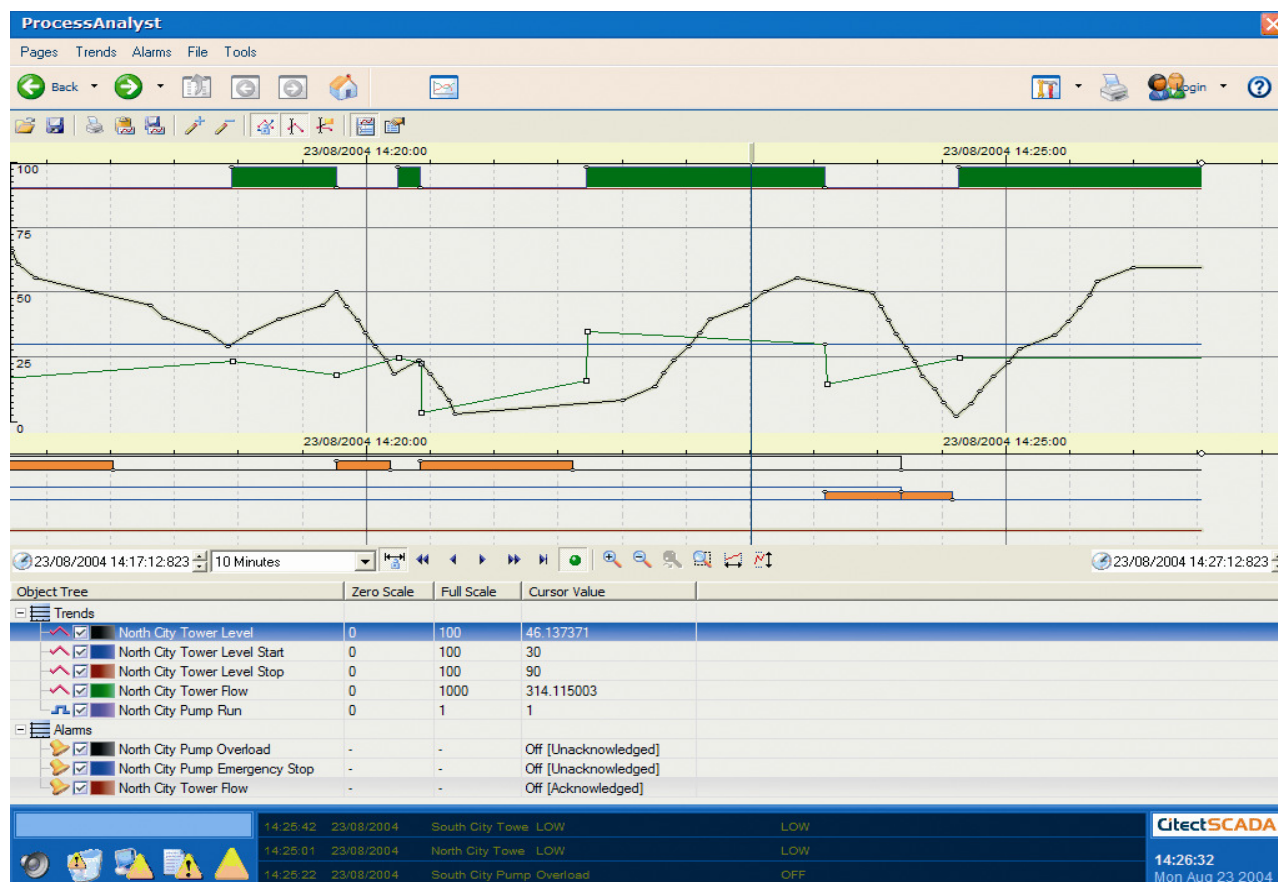
## 2. A evolução do mercado SCADA

A evolução do mercado SCADA não tem sido linear. Houve tempo em que os produtos baseados em soluções SCADA eram praticamente indiferenciados, causando uma estagnação em termos de oferta e inovação. Contudo, este já não é o caso, e a Schneider Electric é um excelente exemplo disso, posicionando-se, hoje em dia, como uma das maiores empresas fornecedoras de produtos SCADA, através de uma diferenciação e qualidade de produtos acima da média.

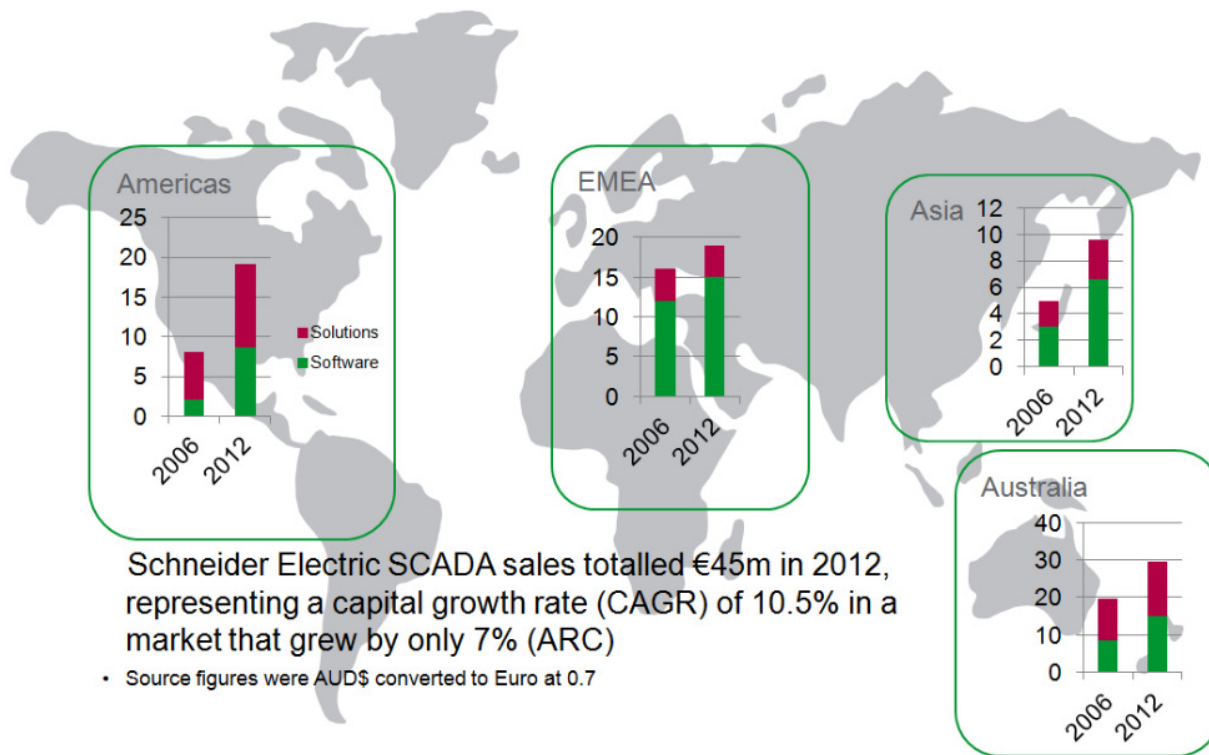
A aquisição da Citect, SCADAgrou, Telvent e 7T alteraram por completo o panorama da oferta SCADA da Schneider Electric, solidificando o seu portefólio de produtos. A posição de mercado da empresa, após as operações em questão, torna este facto evidente.

Desde a aquisição da Citect, em 2006, a posição da Schneider Electric no mercado das soluções SCADA cresceu significativamente. As receitas aumentaram cerca de 10,5% num mercado que apenas cresceu 7%.

Atualmente, a Schneider Electric é capaz de oferecer a mais variada panóplia de produtos SCADA, que tenta integrar com outras soluções tecnológicas amplamente procuradas, tais como o *cloud computing*, *big-data*, *built-in analytics* e soluções de mobilidade.



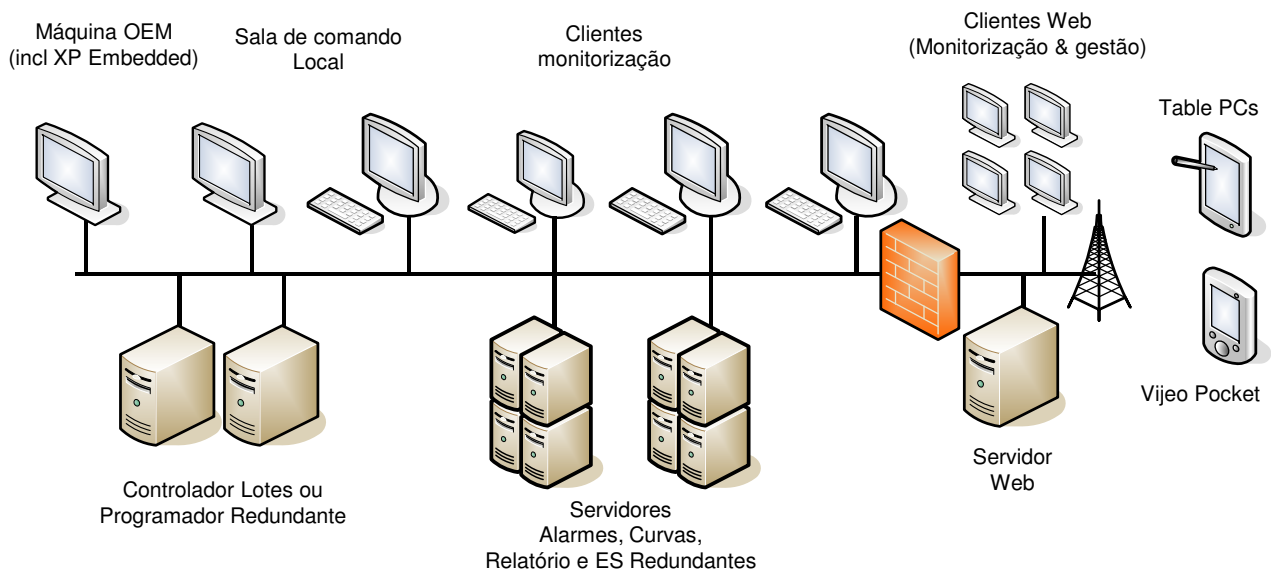




### 3. Convergência e verticalização: uma estratégia para o futuro

A Schneider Electric investirá, nos próximos três anos, os seus vastos recursos e experiência técnica na inovação de todo o portefólio SCADA. Esta inovação será feita segundo uma lógica de convergência e verticalização da oferta existente.

“Tendo por base que a evolução é o curso natural das coisas, estamos neste momento numa posição privilegiada com todas estas soluções SCADA,” destaca Eric Schwantler, Director de Gestão de Ofertas da SCADA, MES & Historian.

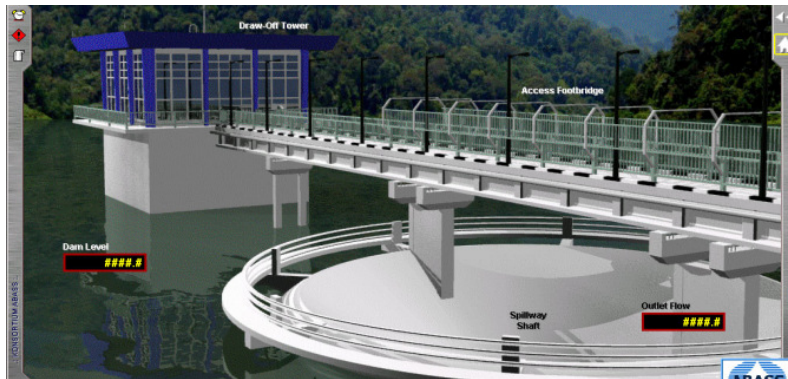


“Temos uma oportunidade única para consolidar e proporcionar valor acrescentado aos nossos clientes de forma mais rápida, ao tirarmos proveito das melhores componentes dos produtos que integram o nosso portfolio. O próximo passo é integrar todos estes produtos SCADA numa oferta de núcleo SCADA ao convergir as tecnologias destes produtos. Para os nossos clientes, esta simplificação significará que terão mais valor mais rapidamente através de uma adoção agressiva da tecnologia.”

O StruxureWare SCADA Expert será o produto central da oferta SCADA da Schneider Electric, que representa o melhor que pode ser feito em termos de convergência com outras soluções. Este produto combinará a simplicidade e consistência do StruxureWare com o melhor da monitorização de dados, o que permitirá ao operador uma confortável e familiar utilização desta mesma solução.

### Sobre a Schneider Electric

Especialista global em gestão de energia, presente em mais de 100 países, a Schneider Electric oferece soluções integradas para vários segmentos de mercado. O grupo beneficia de uma posição de líder em energia e infraestruturas, processos industriais, automatismos, centros de dados e redes, bem como, de uma forte presença em aplicações residenciais. Mobilizados para tornar a energia segura, fiável, eficaz, produtiva e ecológica, os seus 140,000 colaboradores realizaram 24 mil milhões de euros de volume de negócios em 2012, comprometendo-se junto dos indivíduos e das organizações com o objetivo de os ajudar a fazer o máximo com a sua energia.





## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**António Augusto Araújo Gomes**

**aag@isep.ipp.pt**

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Professor do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.

**Carlos Eduardo G. Martins**

WEG Equipamentos Elétricos S.A.

**João Alexandre**

**jalexandre@brand-rex.com**

Brand-Rex - Network Infrastructure Cabling Systems

www.brand-rex.com



**João Miguel Leite Magalhães**

**joomagalhaes23@gmail.com**

Mestre em Energias Sustentáveis e Licenciado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.  
Desde novembro de 2011 presta serviços na área da Gestão de Contratos e Consumos de Energia e de Eficiência Energética.



**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.



**Luís Filipe Caeiro Castanheira**

**lcc@isep.ipp.pt**

Licenciado e Mestre em Engenharia Eletrotécnica.  
Docente do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.



**Paulo Denis Garcez da Luz**

**garcez@utfpr.edu.br**

Graduação em Engenharia Industrial Elétrica - Eletrônica/Telecomunicações pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2001) e mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2008). Atualmente é professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Engenharia Biomédica, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiente hospitalar, redes de sensores, monitoramento remoto e sistema de monitoramento em tempo real.

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Roberto Ribeiro Neli**

**neli@utfpr.edu.br**

Doutor em Engenharia Elétrica pela UNICAMP (2012) e mestre em Engenharia Elétrica pela UNICAMP (2002). Possui graduação em Engenharia Eletrônica e atualmente é professor de microeletrônica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos, atuando principalmente nos seguintes temas: sensor, bolômetro sem resfriamento, infravermelho e microeletrônica. Tem experiência na área de refrigeração e controle de sistemas refrigerados.

**Sebastião Lauro Nau**

WEG Equipamentos Elétricos S.A.



**Schneider Electric**

Delegação Norte  
Edifício Vianorte  
Rua do Espido, nº164 C, sala 506  
4471-904 Maia  
Tel.: 229 471 100 Fax: 229 471 137  
<http://www.schneiderelectric.pt/>



**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 consultadoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.



**Roque Filipe Mesquita Brandão**

**rfb@isep.ipp.pt**

Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Professor Adjunto no Instituto Superior de Engenharia do Porto, departamento de Engenharia Eletrotécnica.  
Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da eletrotecnia.



**Rui Miguel Barbosa Neto**

**rui.barbosa\_net@siemens.com**

Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Engenharia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.  
Desde de Fevereiro de 2014 que desempenha funções na Siemens SA no departamento de Fire Safety and Security no apoio à gestão e execução de projetos de segurança.



**Rute Rafaela Silva Moreira**

**1100375@isep.ipp.pt**

Licenciada em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Atualmente a frequentar o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia. Sólida formação nas áreas propedêuticas da Engenharia Eletrotécnica, com especial relevância para os assuntos relacionados com o Sector Energético, os Sistemas Elétricos de Energia e as Máquinas e Instalações Elétricas. Desenvolveu um estudo de medidas de redução de consumos num estabelecimento comercial, com avaliação em unidade curricular de Projeto/Estágio para o grau de Licenciatura.

