

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº10 | Dezembro de 2012

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

Mantendo o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com mais uma publicação. Esta já é a décima publicação da revista “Neutro à Terra”, mas os incentivos que recebemos não deixam esmorecer a nossa motivação para continuar a intervir nesta área da Engenharia Eletrotécnica. Nesta edição da revista merecem particular destaque os temas relacionados com as instalações elétricas, as máquinas elétricas, a eficiência energética e as energias renováveis.

Professor Doutor José Bezeza Carvalho



Instalações Eléctricas
Pág.7



Máquinas Eléctricas
Pág. 25



Telecomunicações
Pág. 33



Segurança
Pág. 39



Energias Renováveis
Pág. 45



Eficiência Energética
Pág.51



Domótica
Pág. 61

Índice

03| Editorial

07| Instalações Eléctricas

Campos Eléctrico e Magnético em Linhas de Transmissão de Energia
Rui Manuel de Morais Sarmento

Unidades Ininterruptas de Alimentação (UPS). O que escolher?
José Caçote
Paulo Diniz

25| Máquinas Eléctricas

Aplicação de Motores Síncronos de Ímanes Permanentes e Motores de Indução em Veículos Eléctricos: Comparação e Perspetivas de Evolução
Pedro Miguel Azevedo Sousa Melo

33| Infraestruturas de Telecomunicações. Grandes Projetos.

Sérgio Filipe Carvalho Ramos
Hélder Nelson Moreira Martins

39| Segurança

A Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) e o Projeto de Instalações Eléctricas
João Emílio Almeida

45| Energias Renováveis

Estruturas de Fixação de Aerogeradores. Instalações Offshore.
Roque Filipe Mesquita Brandão

51| Eficiência Energética

Mercados de Energia Eléctrica. Estratégias de Comercialização de Potência em Mercado Liberalizado.
José António Beleza Carvalho
Jorge Manuel Botelho Moreira

61| Domótica

Como abordar uma instalação de domótica KNX para uma moradia?
Sérgio Cunha de Freitas Queirós

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 Eléctricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTACTOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

Mantendo o compromisso que temos convosco, voltamos à vossa presença com mais uma publicação. Esta já é a décima publicação da revista “Neutro à Terra”, mas os incentivos que recebemos não deixam esmorecer a nossa motivação para continuar a intervir nesta área da Engenharia Eletrotécnica. Nesta edição da revista merecem particular destaque os temas relacionados com as instalações elétricas, as máquinas elétricas, a eficiência energética e as energias renováveis.

As linhas aéreas de transmissão de energia criam campos elétricos e magnéticos cujos valores podem por em causa a segurança e a saúde do público geral ou da população sujeita a exposições frequentes ou permanentes. O conhecimento dos valores dos campos a alturas próximas do solo na faixa de segurança é fundamental para definir restrições e níveis de exposição da população a campos eletromagnéticos. Nesta edição, apresenta-se um artigo de elevado nível científico, que apresenta um programa desenvolvido pelo autor para cálculo dos campos elétrico e magnético criados pelas linhas de transmissão. Os resultados obtidos permitem a obtenção de conclusões muito interessantes sobre a questão da segurança e saúde das pessoas sujeitas a exposições destes campos.

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

Os projetistas de instalações elétricas foram os primeiros técnicos a assumirem a problemática das medidas de segurança contra incêndios em edifícios. Na realidade, foi no projeto de instalações elétricas que recaíram muitas vezes as preocupações de segurança contra incêndio. Nesta edição da revista apresentam-se alguns aspetos a considerar no projeto de instalações elétricas relacionados com a Segurança Contra Incêndios em Edifícios e a legislação atualmente em vigor. São abordados, entre outros, alguns cuidados a ter em relação alimentação elétrica, fontes locais e centrais de energia de emergência, quadros elétricos, ascensores, iluminação de segurança, deteção de incêndio, deteção de gases tóxicos e matriz de segurança.

Os consumidores de energia elétrica possuem atualmente uma limitação no que toca a contratação do valor máximo de potência pretendida para uma instalação de utilização. Depois do cliente escolher um dos escalões de potência contratada, deverá pagar o seu respetivo preço mensalmente, mesmo que raramente utilize um valor de potência próximo do escalão que contratou. Este custo representa, em média, 20% do valor total da fatura elétrica. Neste âmbito, as empresas comercializadoras podem fazer-se distinguir entre si, permitindo aos seus clientes alterar o valor de potência contratada de acordo com as suas necessidades. Nesta edição da revista, apresenta-se um artigo que propõe uma nova metodologia de comercialização de potência e de energia, com base na inserção de tarifas de dinâmicas que, para cada hora de consumo, são atualizadas de acordo com o preço de mercado. Este método, já utilizado em alguns países pelos comercializadores de energia, assenta fundamentalmente na existência de contadores de energia inteligentes, que informam o cliente do custo da energia que está consumir.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo sobre grandes projetos de infraestruturas de telecomunicações, um artigo sobre estruturas de fixação de aerogeradores em instalações *offshore*, e um artigo sobre uma instalação de domótica numa moradia utilizando a tecnologia KNX.

No âmbito do tema “Divulgação”, que pretende divulgar os laboratórios do Departamento de Engenharia Eletrotécnica, onde são realizados alguns dos trabalhos correspondentes a artigos publicados nesta revista, apresenta-se os Laboratórios de Informática Aplicada aos Sistemas Elétricos de Energia.

Nesta publicação dá-se também destaque à quarta edição das Jornadas Eletrotécnicas de Máquinas e Instalações Elétricas, que decorreram nos dias 5 e 6 de Dezembro de 2012 no Centro de Congressos do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Este evento, que contou com um muito elevado número de participantes, teve a colaboração de diversas entidades, instituições e empresas ligadas ao sector eletrotécnico. O evento foi organizado por docentes do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEP ligados às áreas das Máquinas e Instalações Elétricas, contribuindo uma vez mais para transmitir para o exterior da escola uma imagem muito forte sobre a qualidade do trabalho que é desenvolvido no Departamento nesta área da Engenharia Eletrotécnica.

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

Porto, Dezembro de 2012

José António Beleza Carvalho



JORNADAS ELETROTÉCNICAS

MÁQUINAS E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

05/06 DEZEMBRO 2012 - CENTRO DE CONGRESSOS DO ISEP



O Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto tem uma forte tradição e um grande prestígio, na formação de engenheiros eletrotécnicos que se destinam, essencialmente, às empresas que atuam nos setores de produção, transporte e distribuição da energia elétrica, aos fabricantes de máquinas e material elétrico, bem como às pequenas e médias empresas industriais e de serviços. Os seus diplomados exercem normalmente, cargos de responsabilidade ao nível da manutenção em unidades industriais, de projeto, execução e exploração de instalações elétricas, no desempenho de funções técnicos-comerciais, no ensino, etc.



Estando cientes da importância da atualização de conhecimentos e sabendo que na área da engenharia eletrotécnica, assim como em outras áreas da engenharia, se assiste a uma rápida e enorme evolução científico-tecnológica, a realização das Jornadas Eletrotécnicas tem como principal objetivo a promoção, divulgação e discussão de temas relevantes relacionados com as Máquinas e Instalações Elétricas, devidamente enquadrados com a problemática atual das energias renováveis, a gestão e eficiência energética e os veículos elétricos, passando pelos sistemas de segurança, domótica, sistemas de iluminação e infraestruturas de telecomunicações. Esta divulgação e partilha envolveu as comunidade ligadas ao ensino, investigação, profissionais e empresários do setor eletrotécnico, através da apresentação de comunicações e exposição de equipamentos.



A sessão de abertura das Jornadas esteve a cargo do Professor José Carlos Barros Oliveira, Vice-Presidente do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Professor Doutor José António Belezinha Carvalho, Diretor do Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Eng.º José Manuel Freitas, Ordem dos Engenheiros e Eng.º Técnico António Augusto Sequeira Correia, Ordem dos Engenheiros Técnicos.

O evento contou com a apresentação de comunicações das empresas REpower Portugal, EDP Inovação, Wegeuro, Sew – Eurodrive, EMEF, Televés, EDP Comercial, Iberdrola Generación Portugal, Siemens, Microprocessador, TEV2, Efacec, EDF, Energia, Layout, Vianas, Exporlux, Infocontrol, OHM-E e Schneider Electric Portugal. Decorreram ainda apresentações do ISEP, ANACOM, ERSE, Autoridade Nacional da Proteção Civil – CDOS de Leiria, Centro Português de Iluminação e do Centro de Investigação INESC TEC. Destaca-se o elevado nível das comunicações apresentadas o que permitiu momentos de questões e respostas muito interessantes e esclarecedoras.

Além disso, os participantes e convidados tiveram oportunidade, durante os dois dias nos intervalos para os *coffee-breaks*, de visitar a exposição que contou com a representação de várias empresas, com exposição e apresentação de diversificados materiais, equipamentos e sistemas.

Por conseguinte, as Jornadas, atingiram na plenitude o seu principal objetivo, de intercâmbio de ideias e soluções tecnológicas avançadas e inovadoras entre os vários intervenientes, empresas, entidades e instituições de ensino/investigação.

Toda a informação relacionada com o evento está disponível no endereço:

www.dee.isep.ipp/jornadas2012



Mercados de Energia Elétrica.

Estratégias de Comercialização de Potência em Mercado Liberalizado.

1. Introdução

Em ambientes comerciais cada vez mais competitivos, caracterizados pela importância das redes comerciais, hiper-competição e pelo ciclo de vida de produtos e serviços, a inovação e o empreendedorismo são fundamentais para o sucesso das organizações. Cada vez mais as organizações tendem a apostar na inovação com o intuito de se tornarem mais competitivas nos seus mercados. Atualmente, o mercado elétrico, em Portugal, não é uma exceção. Com as recentes mudanças que resultaram na liberalização deste setor, é importantíssimo que os comercializadores de energias se façam distinguir dos restantes.

Atualmente, os consumidores de energia elétrica possuem uma limitação no que toca à contratação do valor máximo de potência pretendida para uma instalação. Depois do cliente escolher um dos escalões de potência contratada, deverá pagar o seu respetivo preço mensalmente, mesmo que nunca utilize um valor de potência próximo do escalão que contratou. Este custo representa, em média, 20% do valor total da fatura elétrica e é neste campo que as comercializadoras podem fazer-se distinguir, permitindo aos consumidores alterar o valor de potência contratada de acordo com as suas necessidades.

2. Liberalização e mercados de energia

O início do processo da reestruturação do setor elétrico ocorreu no ano de 1973, nos EUA, na sequência do primeiro choque petrolífero. Foram então desenvolvidas pelos governos nacionais, campanhas de sensibilização apelando à necessidade de se adotarem políticas de diversificação e de redução de consumo de energia. A primeira experiência de desenvolvimento de mecanismos de mercado no setor elétrico iniciou-se no Chile, no final da década de 70, seguindo-se a reestruturação ocorrida em Inglaterra e Gales no final da década de 80. Em Portugal, o primeiro movimento em direção à abertura do setor de produção foi

realizado em 1981, impulsionado pelo ministro Luis Mira Amaral, que também integrava os quadros técnicos e de administração da EDP. Contudo, apenas em meados da década de 90 é que foi iniciado o processo de liberalização para os grandes consumidores.

Em 1995, a União Europeia (UE) publicou um documento (Comissão Europeia, 1995) onde foram delineados os objetivos da política energética Europeia: competitividade global, a segurança do abastecimento de energia e a proteção do ambiente. Desde então, foram tomadas medidas importantes para cumprir objetivos na liberalização do mercado energético. Estabeleceram-se regras para permitir uma verdadeira concorrência e dar aos consumidores a livre escolha de fornecedores de energia, pois a Agência Internacional de Energia (IEA, 2001), apontou que concorrência é a forma mais eficaz de se criar incentivos para manter sustentados custos e preços mais baixos.

Contudo, em 2004, os resultados de um memorando publicado pela Comissão Europeia, indicaram o problema da existência de empresas com excessivo poder de mercado a nível nacional, e referiram a necessidade de promover o comércio transfronteiriço, a fim de aumentar a margem para a concorrência.

O quadro legal do setor elétrico sofreu uma profunda reestruturação durante o ano de 2006 e de 2007. Estabeleceram-se regras comuns para o mercado interno da eletricidade e aprofundou-se a integração e operacionalização do Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL). Este mercado veio continuar com a tentativa de liberalizar o setor elétrico aumentando a concorrência. Desde 4 de Setembro de 2006 todos os consumidores em Portugal continental deveriam passar a poder escolher o seu comercializador de eletricidade.

Em finais de Agosto de 2006, o mercado liberalizado compreendia um conjunto de pouco mais de nove mil

clientes, cujo consumo anual representava cerca de 13,7% do consumo total de Portugal continental.

A quebra dos consumos no mercado liberalizado acontecia muito pela saída de clientes em média tensão (clientes industriais), para os quais as ofertas de preço no mercado liberalizado incorporavam já a tendência de evolução dos preços do petróleo.

A partir de 2007 verificou-se um crescimento do número de clientes no mercado liberalizado, fundamentalmente pela entrada de clientes do designado segmento doméstico (clientes de BTN).

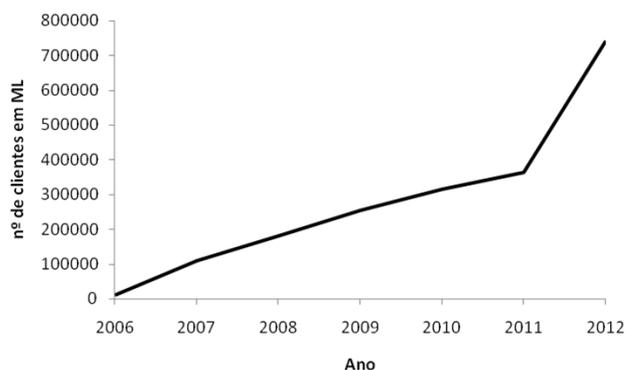


Figura 1 – Evolução nº clientes em Mercado Liberalizado

Tem-se assistido a uma evolução constante do número de clientes em mercado liberalizado até 2012. Contudo, neste último ano, observou-se uma subida bastante acentuada, pois 2012 é o limite temporal imposto para escolher um comercializador no mercado liberalizado.

A liberalização do mercado de eletricidade em Portugal irá entrar agora na sua fase plena, com a extinção gradual das tarifas reguladas para todos os clientes, de acordo com o seguinte calendário:

- **A partir de 1 de julho de 2012**, para os clientes de eletricidade com potência contratada igual ou superior a 10,35 kVA.
- **A partir de 1 de Janeiro de 2013**, para os clientes de eletricidade com potência contratada inferior a 10,35 kVA.

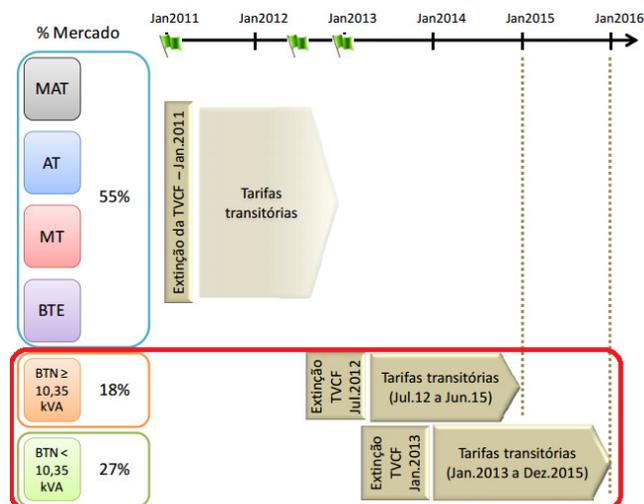


Figura 2 – Extinção das tarifas reguladas de venda a clientes finais

A partir das datas antes referidas deixará de ser possível realizar novos contratos com a EDP Serviço Universal. Os atuais clientes continuarão a ser abastecidos de energia pela EDP Serviço Universal, até escolherem um novo comercializador. Durante este período, será aplicada uma tarifa transitória com preços agravados, fixada pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE).

Os comercializadores existentes atualmente no mercado estão apresentados abaixo e existem simuladores no site da Erse que permitem ao consumidor saber qual o tarifário e qual o comercializador que mais se enquadra com as suas necessidades.

- EDP Comercial - Comercialização de Energia, SA;
- EGL Energía Iberia S.L.;
- Endesa – Endesa Energia Sucursal Portugal;
- Galp Power S.A.;
- Iberdrola Generación – Energia e Serviços Portugal, Unipessoal, Lda.;
- Union Fenosa Comercial, S.L. – Suc. Em Portugal;
- Nexus Energía, S.A.

A mais recente novidade sobre a liberalização do setor elétrico é que a partir do dia 22 de Outubro de 2012 as comercializadoras que fornecem eletricidade no mercado livre vão poder oferecer tarifas bi-horárias.

A nível europeu existem distintas formas de comercialização de energia, assim como diversos preços praticados.

No gráfico seguinte é possível observar os preços da energia nos vários países da Europa.

duas possíveis razões que justificam este anormal aumento da fatura energética.

Atualmente em Portugal continental coexiste em simultâneo o mercado livre e o mercado regulado, podendo assim todos os clientes negociarem os seus contratos de energia com um comercializador no mercado livre ou permanecer no mercado regulado e pagar as tarifas de último recurso.

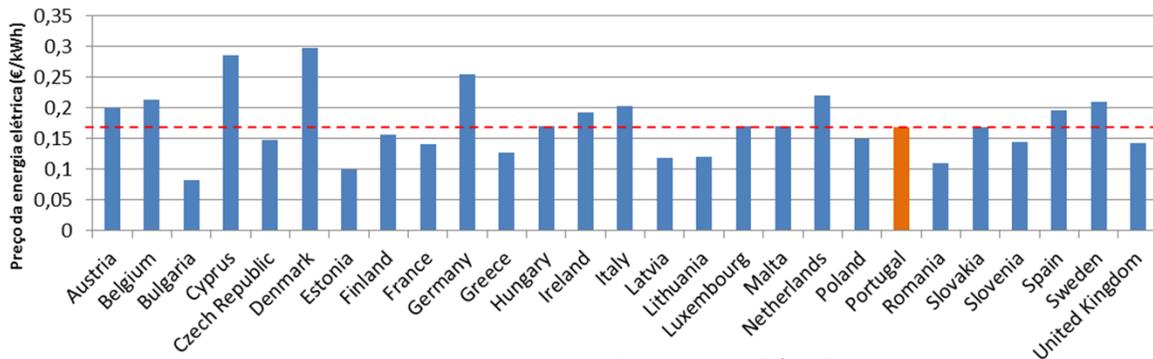


Figura 3 – Preços da energia elétrica na Europa (€/kWh)

Em Portugal, o custo da energia elétrica tem vindo a aumentar durante os últimos vinte anos. No seguinte gráfico é possível observar a evolução dos preços da energia nos vários regimes.

Nas regiões autónomas da Madeira e dos Açores os clientes não têm a opção de escolha de fornecedor, sendo fornecidos pelos respetivos distribuidores locais de eletricidade.

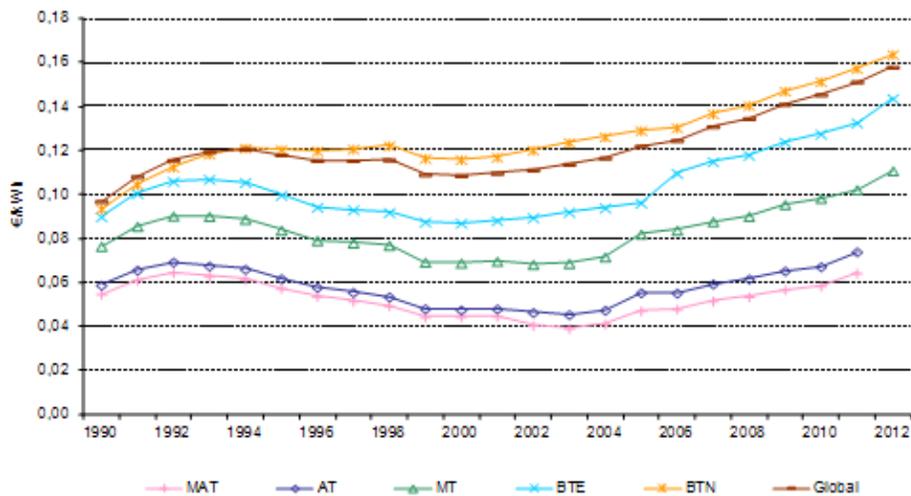


Figura 4 – Evolução dos preços de energia por nível de tensão de alimentação

As consequências positivas, esperadas pela liberalização deste setor, não são perceptíveis no gráfico anterior. Esperava-se uma diminuição do preço da eletricidade devido à concorrência entre os comercializadores. O recente investimento em energias alternativas assim como o aumento do IVA, aplicado à comercialização de energia, são

Os clientes de BTN com potência contratada inferior a 10,35 kVA, ainda podem optar por comprar energia através do mercado regulado, embora não seja muito prático porque no próximo mês de Dezembro de 2012 terão que comprar energia elétrica em mercado liberalizado. Caso o cliente pretenda continuar no mercado regulado a partir dessa data,

esse cliente terá que pagar uma tarifa transitória com preços agravados até mudar para o mercado liberalizado. Os restantes clientes já não podem aderir ao mercado regulado e já pagam as referidas tarifas agravadas caso ainda não estejam no mercado liberalizado.

Tanto no mercado regulado como no mercado liberalizado existem várias tarifas e vários escalões de potência contratada para satisfazer as diferentes necessidades dos consumidores. É da responsabilidade do consumidor fazer uma boa escolha de tarifário e do valor de potência máximo instantâneo a contratar. Para isso existem alguns simuladores na web que ajudam o consumidor a reduzir custos. A potência contratada é definida por escalões e as instalações possuem um dispositivo de controlo de potência. Esse equipamento é responsável pela segurança da instalação elétrica e limita o valor de potência instantâneo máximo definido anteriormente como potência contratada. O valor de potência contratada representa em média 20% do custo total da fatura da energia elétrica e por isso deve ser bem estimada para que os consumidores não possuam uma potência contratada muito superior ao que realmente necessitam. Em alguns casos é possível reduzir a fatura de eletricidade sem reduzir o consumo, é uma questão de ter ou não um tarifário e uma potência contratada, adequadas às necessidades do consumidor, como se pode verificar na figura seguinte.

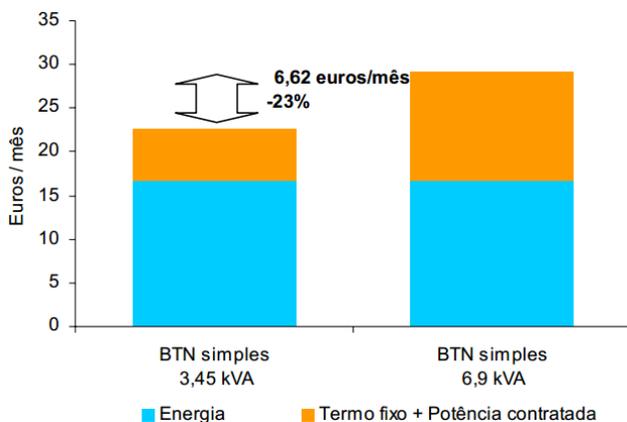


Figura 5– 3,45 kVA vs 6,9 kVA

Com o mesmo consumo anual, é possível poupar 23% (6,62€) da fatura optando por um escalão de potência contratada inferior.

Se o consumidor tiver oportunidade de variar o valor da potência contratada conforme as suas necessidades, poderá conduzir a uma redução do valor da fatura. Desta forma o consumidor paga o que consome e evita custos fixos, sendo esta a tendência a seguir a nível europeu. Parcelas fixas relevantes conduzem a um maior consumo e não fazem diferenciação temporal dos custos de produção, que erradamente traz benefícios a quem consome mais nas horas de ponta.

As vantagens de um modelo de potência contratada flexível seriam diversos e iriam beneficiar especialmente os consumidores que apresentam um fator de utilização de potência contratada (equação 1) baixo e/ou que apresentam grande irregularidade diária ou semanal nos seus consumos elétricos.

$$f.u. = \frac{E_{\text{mês}}}{P_{\text{cont}} \times N_{\text{horas:mês}}} \quad (1)$$

Onde,

f.u. – fator de utilização da potência contratada;

P_{cont} – potência contratada pelo consumidor;

$E_{\text{mês}}$ – energia elétrica consumida;

$N_{\text{horas:mês}}$ – número de horas mensais.

Quando o fator de utilização da potência contratada de um utilizador é inferior a 0.05, considera-se que é um consumidor não intensivo. Para valores superiores a 0.1, admite-se que o utilizador é um consumidor intensivo de energia elétrica.

A flexibilidade da potência contratada poderá ser um excelente argumento para que os comercializadores de energia elétrica, em mercado liberalizado, consigam convencer os consumidores a aderirem os seus serviços.

3. Metodologia proposta para comercialização de potência

Os consumidores de energia elétrica possuem uma limitação no que toca à contratação do valor máximo de potência pretendida para uma instalação.

Depois do cliente escolher um dos escalões de potência contratada deverá pagar o seu respetivo preço mensalmente, mesmo que nunca utilize um valor de potência próximo do escalão que contratou. A ideia fulcral é tornar o valor de potência contratada flexível para que o consumidor seja capaz de alterar esse valor diariamente de acordo com as suas necessidades. Imagine-se que uma família, durante a semana, passa pouco tempo em casa e que os maiores consumos energéticos apenas se verificam ao fim-de-semana, ou então, uma família que vai de férias durante 3 semanas no mês de Agosto. Estas duas famílias pagam sempre a mesma potência contratada, mesmo quando não consomem qualquer energia. Com um modelo de contratação de potência flexível, estas situações podem deixar de se verificar. No primeiro caso, a família poderia contratar, por exemplo, uma potência mínima durante a semana e uma potência superior para o fim de semana, quando realmente consomem a maior fatia do consumo mensal. No segundo caso, durante essas três semanas, bastava contratar uma potência que seja suficiente para alimentar eletrodomésticos como, por exemplo, arcas e/ou frigoríficos.

Isto seria uma metodologia muito mais justa e económica para os consumidores de energia eléctrica. Mas, para que este método seja aplicável, é necessário que o consumidor seja minimamente consciente e sabedor da potência que realmente necessita. Por outro lado, é fulcral uma fácil, rápida e eficiente forma de comunicação entre o cliente e o seu comercializador de energia eléctrica. Para isso existem, no mercado, alguns equipamentos, chamados sistemas de telecontagem. Da utilização destes equipamentos advêm benefícios tanto para o consumidor como para o comercializador, conforme representado na Tabela I.

A possível instalação de sistemas de telecontagem, para todos os clientes em BTN, assim como a esperada competitividade entre comercializadores de energia eléctrica, devido à liberalização do setor, permitem explorar a possibilidade da implementação de um método de comercialização de potência contratada.

Os contadores inteligentes de electricidade referem-se,

Tabela I – Benefícios dos sistemas de telecontagem

Benefícios do consumidor	Benefícios do comercializador
Contagem remota em locais de difícil acesso;	Possibilidade do sistema de pré-pagamento;
Evitar erros humanos;	Monitorização em detalhe dos consumos energéticos;
Cobrança não baseada em estimativas;	Deteção de erros ocorridos nos equipamentos e na distribuição;
Possibilidade de múltiplas tarifas e maior controlo de consumos;	Vantagem competitiva relativamente aos restantes comercializadores.
Facilidade de alterações na potência contratada;	
Fácil comunicação com o comercializador de energia eléctrica.	

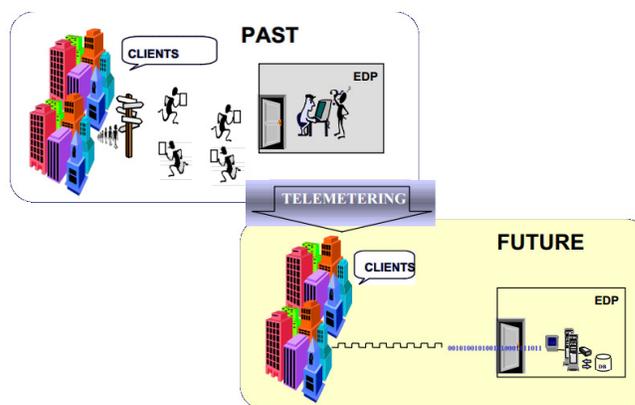


Figura 6 – Sistemas de Telecontagem

geralmente, a um tipo de contador mais desenvolvido que identifica o consumo de energia de uma forma mais detalhada que o contador convencional e transfere essa informação remotamente por intermédio de uma via de comunicação para o sistema central para operações de monitorização, processamento de dados e faturação. Permite também recolher informação de contadores de outros serviços como a água e o gás natural.

Estes contadores podem exibir, de uma forma precisa, o consumo de energia em euros para que os consumidores se apercebam facilmente da quantidade de dinheiro que despendem nesse consumo. Essa exibição pode estar localizada num lugar diferente de onde o contador está instalado, por exemplo na cozinha, de forma a providenciar aos consumidores um acesso fácil à informação. Um conjunto significativo de provas comprovou que o comportamento dos consumidores mudaria se fossem regularmente informados acerca da quantidade, e em particular o custo, de energia que consomem.

De seguida apresentam-se algumas das funcionalidades abertas a opção, pela ERSE em, nos sistemas de medida digitais e com recolha remota de dados:

- **Medição de energia:** energia ativa nos dois sentidos (para sistemas com medição própria – microgeração), registos de 15 minutos (permite conhecer os perfis de consumo reais do consumidor);
- **Capacidade de armazenamento de informação:** maior flexibilidade na aquisição de dados;
- **Tarifas:** Possibilidades de existirem pelo menos 3 períodos de tarifários.
- **Comunicação com o contador:** usar diferentes meios de comunicação, tais como DLC, GSM, GPRS (eliminação dos custos com a leitura local e da faturação por estimativa);
- **Atuação/parametrização remota do contador:** mudança de ciclo de contagem ou opção tarifária e possibilidade de interrupção/reactivação do fornecimento (ambas permitem a redução ou eliminação dos custos com a intervenção local);
- **Interface com o consumidor:** disponibilização de informação através de display autónomo e visualização gráfica do consumo (promovem comportamentos mais eficientes no consumo, fornecendo maior visibilidade aos consumos de energia);
- **Interface com outros contadores:** concentrar as leituras de outros contadores, como água e gás e comunicação bidirecional com estes contadores;

Os valores registados através do monitor energético, enviados automaticamente para o servidor do comercializador, permitem-lhe fornecer, ao consumidor, através de uma página web, um histórico de consumos e também os custos associados a estes.

A página web deverá apresentar uma interface simples e clara para o cliente. A apresentação de gráficos permite uma rápida perceção, ao consumidor, das diferenças de consumo entre diferentes períodos e dessa forma, sensibilizá-lo ao não desperdício de eletricidade.

Estes dados sobre o consumo do cliente poderiam também, por exemplo, serem enviados, remotamente, para uma aplicação de telemóvel. Nos dias de hoje estamos rodeados de meios eficazes de comunicação que podem perfeitamente cobrir as necessidades comunicativas entre o cliente e o comercializador de energia elétrica. No sentido inverso desta comunicação, é também fundamental um *feedback* da parte do consumidor que indique a potência a contratar para o/a dia/semana seguinte. Este *feedback* associado a uma utilização mais racional da energia, provocado pela análise dos consumos, são os principais responsáveis pela diminuição do preço da fatura de eletricidade.

Como todas as tecnologias, a telecontagem tem, também, associada a si algumas desvantagens, entre as quais:

- **Custo:** o custo relativo à instalação dos novos contadores e ao sistema de comunicação correspondente é a desvantagem mais evidente da telecontagem;
- Insatisfação do cliente: uma introdução descuidada e indiferente da tecnologia e das possibilidades associadas a esta podem levar a uma insatisfação do cliente.
- **Violação de privacidade:** a telecontagem vai conduzir a uma maior automação tendo como consequência um aumento das preocupações relativas à privacidade dos clientes. Assim, existe o potencial para o uso inadequado do sistema e/ou dados pelos terroristas, criminosos e hackers.
- **Despedimentos:** com o aumento da automação, consequente diminuição da probabilidade de erros, vai ocorrer um aumento de despedimentos por parte da entidade distribuidora, pois certos postos de trabalho (por exemplo, pessoal que efetua as leituras locais) vão deixar de ser necessários;

Existem também no mercado outros equipamentos que permitem a monitorização dos consumos elétricos, mas que apresentam mais restrições comparativamente aos contadores inteligentes.

O objetivo desta metodologia de comercialização de potência, com a inserção de monitores energéticos, é tornar a venda de energia elétrica mais justa e mais clara para os clientes de BTN. Com esta inovação, os consumidores poderão contratar a potência mais adequada às suas necessidades diárias, com base nos seus hábitos de consumo, conseguidos graças às leituras do monitor energético.

Os preços da energia elétrica são denominados, anualmente, pela ERSE e têm três principais componentes:

- A energia, que inclui os custos de produção e de comercialização e resulta dos preços formados no mercado de eletricidade;
- A energia, que inclui os custos de produção e de comercialização e resulta dos preços formados no mercado de eletricidade;
- As redes, necessárias à distribuição da energia desde os centros electroprodutores até aos consumidores, sujeitas a regulação, sendo as tarifas de uso das redes aprovadas pela ERSE e englobadas nas tarifas de acesso às redes;

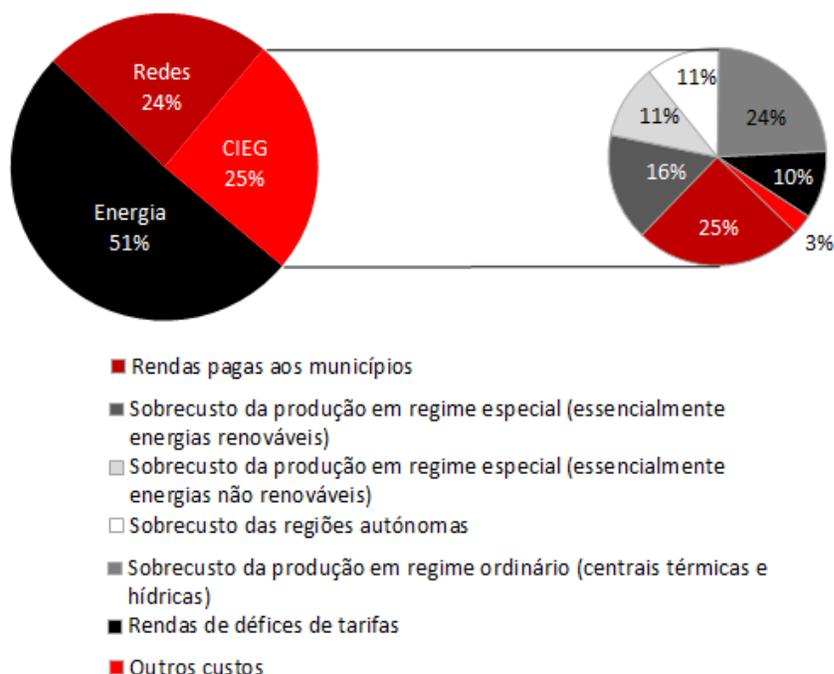


Figura 7 – Componentes dos preços de energia

- Os custos de interesse económico geral (CIEG), integrados também nas tarifas de acesso às redes, suportados por todos os consumidores [fonte: fatura EDP Serviço Universal de Maio de 2012].

No mercado elétrico existem vários escalões de potência e os preços da energia variam conforme a potência contratada pelo consumidor.

Tabela II – Tarifário da energia por escalão de potência contratada

BTN	Potência contratada (kVA)	Custo potência contratada (EUR/dia)	Custo da energia ativa (EUR/kWh)					
			Tarifa Simples	Tarifa bi-horária		Tarifa tri-horária		
				Fora do vazio	Vazio	Ponta	Cheias	Vazio
<= 2,3 kVA	1,15	0,0752	0,11	-	-	-	-	-
	2,3	0,1321		-	-	-	-	-
<=10,35kVA >2,3kVA	3,45	0,1748	0,1393	0,1551	0,0833	0,1706	0,1442	0,0833
	4,6	0,2268						
	5,75	0,2788						
	6,9	0,3308						
	10,35	0,4868						
<=20,7kVA >10,35kVA	13,8	0,6427	0,1424	0,1582	0,0864	0,1737	0,1473	0,0864
	17,25	0,7987						
	20,7	0,9546						
	27,6	1,3656						
>20,7kVA	34,5	1,7021	-	-	-	0,2779	0,1398	0,0777
	41,4	2,0385	-	-	-	-	-	-

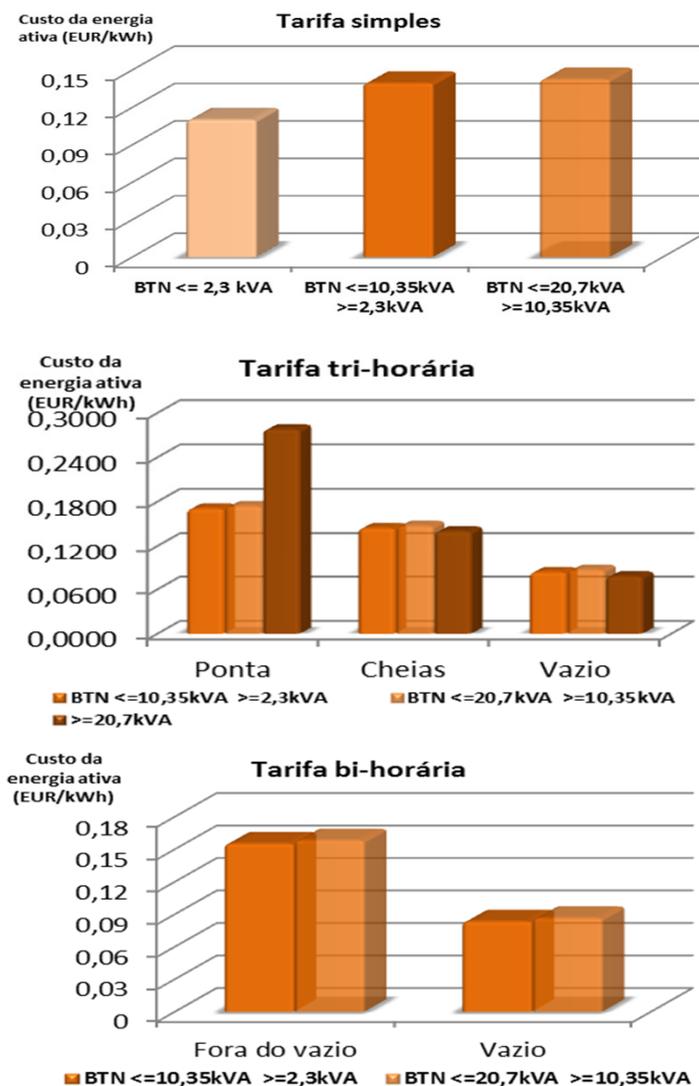


Figura 8 - Comparação dos preços de energia por escalão de potência

Nos gráficos anteriores, são bem perceptíveis as diferenças de custos de energia para cada período do dia e para cada escalão de potência.

Os escalões de potência existentes são suficientes para transcrever as diferentes necessidades dos consumidores, e por isso, nesta nova metodologia, não serão adicionados novos escalões.

Os respetivos custos de energia também não sofrerão alterações.

As tarifas bi-horárias pretendem incentivar um consumo mais eficiente de energia por parte dos clientes finais, com menor utilização nas horas fora do vazio.

Atualmente, nas faturas elétricas, já se pode verificar que a potência contratada é apresentada com um custo diário em vez do seu custo mensal.

Isto torna ainda mais fácil a aplicação da metodologia proposta, respetivamente à apresentação da fatura (figura 7 e 8).

Tabela III – Aspeto fatura atual

Eletricidade	Qtd.	Preço (€)	Valor (€)	IVA (%)
Potência contratada 10,35 kVA (dias)	30	0,4868	14,60	23
Consumo medido em horas fora do vazio (kwh)	192	0,1551	29,78	23
Consumo medido em horas do vazio (kWh)	138	0,0833	11,50	23
Outros montantes	1	2,00	2,46	23
TOTAL			58,34 €	

Caso esta metodologia seja aplicada, as faturas irão ter os seguintes itens propostos na Tabela IV.

Outro fator em que esta metodologia pode influenciar, positivamente, é a melhor racionalização do uso de energia por parte dos consumidores.

Tabela IV – Aspeto da fatura com a aplicação da metodologia proposta

Eletricidade	Qtd.	Preço (€)	Valor (€)	IVA (%)
Potência contratada 3,45 kVA (dias)	5	0,1748	0,87	23
Consumo medido em horas fora do vazio (kWh)	52	0,1551	8,07	23
Consumo medido em horas do vazio (kWh)	28	0,0833	2,33	23
Potência contratada 6,9 kVA (dias)	10	0,3308	3,31	23
Consumo medido em horas fora do vazio (kWh)	65	0,1551	10,08	23
Consumo medido em horas do vazio (kWh)	48	0,0833	4,00	23
Potência contratada 10,35 kVA (dias)	15	0,4868	7,30	23
Consumo medido em horas fora do vazio (kWh)	75	0,1551	11,63	23
Consumo medido em horas do vazio (kWh)	62	0,0833	5,16	23
Outros montantes	1	2,00	2,46	23
TOTAL			55,22 €	

Assim, se o consumidor otimizar a utilização da energia elétrica, através da passagem de equipamentos elétricos para o período em que o preço de energia é mais baixo, experimentará uma redução mais significativa no valor da fatura de eletricidade em comparação com os tarifários existentes.

Os consumidores definem a potência a contratar para os dias seguintes ao envio da solicitação ao comercializador. Desta forma, é garantido ao comercializador maior certeza do diagrama de carga para o dia seguinte, evitando maiores desvios entre a compra de potência e a utilização real da mesma. Estes desvios significam custos, assim, a informação fornecida pelos clientes, sobre a quantidade de potência que necessitam para determinados períodos, pode ser importante para o comercializador.

Se, por algum motivo, os consumidores ultrapassarem o valor de potência contratado, este será penalizado com um agravamento do preço a pagar por unidade de energia, durante o período em que a potência instantânea utilizada é superior à potência solicitada. Esse agravamento será calculado pelo comercializador com base na diferença entre as duas potências referidas.

A metodologia apresentada dependerá, sobretudo, da quantidade de energia que é utilizada e cumpre com o objetivo fundamental deste trabalho que é mudar a forma de contratação de potência para que os consumidores paguem apenas o que realmente usam.

Uma outra sugestão para o mercado de energia elétrica seria, não só tornar o valor de potência contratada mais próximo do que o consumidor realmente consome, como também tornar todos os outros montantes fixos, apresentados na fatura, em valores dependentes do consumo verificado.

4. Conclusão

Os tarifários existentes em Portugal não permitem flexibilidade para os consumidores pouco intensivos.

Para estes, a parcela fixa a pagar pelo uso de eletricidade é relevante.

Por este motivo verifica-se que, diferenças consideráveis de consumo em períodos de faturação não são traduzidas nos preços finais das faturas. Tal facto não sensibiliza o consumidor à racionalização da energia elétrica.

A sensibilização provocada pelas tarifas bi-horárias não é tão evidente devido à elevada componente fixa presente na fatura.

A instalação de contadores inteligentes nos consumidores de BTN é o primeiro passo para que se tornem mais perceptíveis os comportamentos errados no consumo de eletricidade. Bases de dados históricos, em forma de diagrama de carga, sobre os consumos de um consumidor, permitem-lhe:

- Identificar picos de consumo e corrigi-los;
- Prever utilizações futuras da energia e adaptar a potência contratada diariamente, caso a metodologia proposta seja implementada no mercado liberalizado.

A instalação de sistemas de telecontagem, em todas as habitações, e a liberalização do setor elétrico, permite pôr em prática a metodologia de comercialização de potência.

Esta metodologia permite ao consumidor controlar o preço a pagar pela eletricidade de uma forma mais eficiente, pois poderá acompanhar a evolução do preço da fatura.

As conjeturas a considerar para a simulação da metodologia apresentada influenciam significativamente os resultados e as conclusões que deles resultam. Por esse motivo, procurou-se definir essas variáveis de forma clara e justa.

A metodologia apresentada oferece maior flexibilidade a consumidores menos intensivos de energia elétrica e com escalões de potência contratada mais baixos. Este facto deve-se essencialmente à maior proximidade entre escalões entre 1,15 kVA e 6,9 kVA.

Normalmente, quanto menor é o fator de utilização da potência contratada, maiores são os benefícios provenientes da metodologia proposta. Como é óbvio, se um utilizador possuir um fator de utilização baixo, mas se os seus consumos forem muito irregulares e com potências de pico diárias muito altas, a metodologia apresentada torna-se menos proeminente.

A utilização desta metodologia é indicada para muitos casos, nomeadamente, instalações que apresentam consumos diários distintos.

Os consumidores nesta situação têm conhecimento das diferentes potências que necessitam em cada período e podem reduzir o valor de potência contratada para os períodos de menor consumo. Desta forma o consumidor paga a eletricidade quando realmente a utiliza.

Noutras situações, o cliente contrata um valor de potência elevado devido à existência de aparelhos elétricos que necessitam de maior potência para o seu funcionamento. Porém, a utilização desses equipamentos pode ser de uma forma pontual, o que conduz, em períodos de não utilização dos mesmos, a custos desnecessários.

A metodologia proposta é excelente para estes casos, pois permite satisfazer as necessidades de potência dos equipamentos de maiores requisitos elétricos sem prejudicar o custo da potência contratada nos restantes períodos de faturação.

No seguimento da metodologia apresentada, é possível ainda imaginar uma fatura de energia elétrica sem valores fixos.

Nas telecomunicações existem, por exemplo, tarifários onde apenas se paga se realizarmos chamadas ou enviamos mensagens.

Em analogia com o mercado das telecomunicações, é possível pensar que os preços de energia elétrica deveriam já estar influenciados dos custos de produção, do uso das redes de transporte e de todos os outros montantes que aparecem no valor total da fatura.

Também no seguimento desta metodologia, o futuro da comercialização de energia elétrica em Portugal poderá passar pela inserção de tarifas de energia dinâmicas que, para cada hora, são atualizadas de acordo com o preço de mercado, do preço de transporte e do preço de distribuição.

Este método já é utilizado em alguns países pelos comercializadores de energia, embora seja fundamental a existência de contadores inteligentes para informarem o consumidor do custo da energia que consome.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Hélder Nelson Moreira Martins

helmar@televes.com

Síntese Curricular: Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro, participou num projeto sobre Televisão Digital Interativa no Instituto de Telecomunicações em Aveiro e possui uma Pós-Graduação em Infraestruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica realizada no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Curso Avançado de Marketing Relacional e Fidelização de Clientes na Escola de Negócios Caixa Nova em Vigo. Desempenha funções no Departamento Técnico da Televés Electrónica Portuguesa, S.A. desde 2003 e colabora com diversas entidades na área da Formação ITED e ITUR exercendo esta atividade desde 2006.



João Emilio Almeida

jesca.msc@gmail.com

Engenheiro Informático Industrial pelo ISEP, Mestre em Segurança Contra Incêndios Urbanos pela Universidade de Coimbra e Doutorando na FEUP em Informática. Membro da Ordem dos Engenheiros e da NFPA. Membro efetivo da Ordem dos Engenheiros e da NFPA. Consultor e projetista de Segurança Contra Incêndio; responsável por projetos de grande dimensão em Portugal e no estrangeiro, centros comerciais e hospitais. Formador em cursos para Projetistas da 3ª e 4ª categoria de risco em SCI. Presentemente é doutorando em Engenharia Informática na FEUP e investigador no LIACC (Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência dos Computadores) da Universidade do Porto sendo a sua área de investigação a Modelação e Simulação do Comportamento Humano em Situações de Emergência utilizando Jogos Sérios.

José Caçote

jose.cacote@qenergia.pt

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



Jorge Manuel Botelho Moreira

jorgemoreira6870@hotmail.com

Frequência do mestrado em Engenharia Electrotécnica - Sistemas Eléctricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto.



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.



Paulo Dinis

paulo.diniz@infocontrol.pt

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

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo

pma@isep.ipp.pt

Mestre em Automação, Instrumentação e Controlo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Aluno do Programa Doutoral em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.

Desenvolveu atividade de projetista de instalações elétricas de BT na DHV-TECNOPOR.



Roque Filipe Mesquita Brandão

rfb@isep.ipp.pt

Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos 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 Manuel de Morais Sarmento

rms@isep.ipp.pt

Nasceu na cidade do Porto, Portugal, em 14 de julho de 1953. Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal, em 1975. Tirou o Mestrado de pós-graduação em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na área de Sistemas de Energia, na FEUP, em 1990. Foi professor, no Departamento de Física, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), em 1974-75. Foi professor, no Departamento de Física, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), sendo responsável em várias áreas, como Física Mecânica, Electromagnetismo e Laboratórios de Física, entre 1976 e 1990. Atualmente é professor adjunto e membro do Conselho Científico, no Departamento de Engenharia Electrotécnica, do ISEP, tendo sido responsável por várias disciplinas da área de Sistemas Eléctricos de Energia.



Sérgio Cunha de Freitas Queirós

engenharia.schumal@gmail.com

Engenheiro Electrotécnico – Sistemas Eléctricos de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Formador do curso de Técnico Responsáveis de Equipamentos de SCIE – Formação Específica | SADI, na Schumal – Engenharia e Serviços. Formador do curso de Técnico Responsáveis de Equipamentos de SCIE – Formação Geral, na Schumal – Engenharia e Serviços. No ano de 2011, exerceu funções como formador de ITED/ITUR, na Schumal – Engenharia e Serviços, num total de 199h, sendo Responsável Técnico pela formação ITED / ITUR desta entidade formadora. Projetista de Eletricidade, ITED, Gás e Segurança Contra Incêndios.



Sérgio Filipe Carvalho Ramos

scr@isep.ipp.pt

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos 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 Eléctricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.

Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica.

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

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO PÓS-GRADUADA EM

Projeto de Instalações Elétricas

OBJETIVOS

Promover competências aos pós-graduados no âmbito do projeto, execução, exploração e utilização de instalações elétricas de serviço público e serviço particular e, de uma forma integrada, abordar todos os assuntos relacionados com a conceção de instalações elétricas de média e baixa tensão.

DESTINATÁRIOS

O curso destina-se a bacharéis, licenciados e mestres recém formados na área da Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica, assim como quadros no activo que pretendam atualizar conhecimentos ou adquirir competências no âmbito da conceção e utilização de instalações elétricas.

PLANO CURRICULAR

- Equipamentos e Sistemas de Proteção
- Instalações Elétricas
- Técnicas e Tecnologias de Eficiência Energética
- Projeto Integrador

LOCAL

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto
Tel. 228 340 500 – Fax: 228 321 159

Info: jbc@isep.ipp.pt

