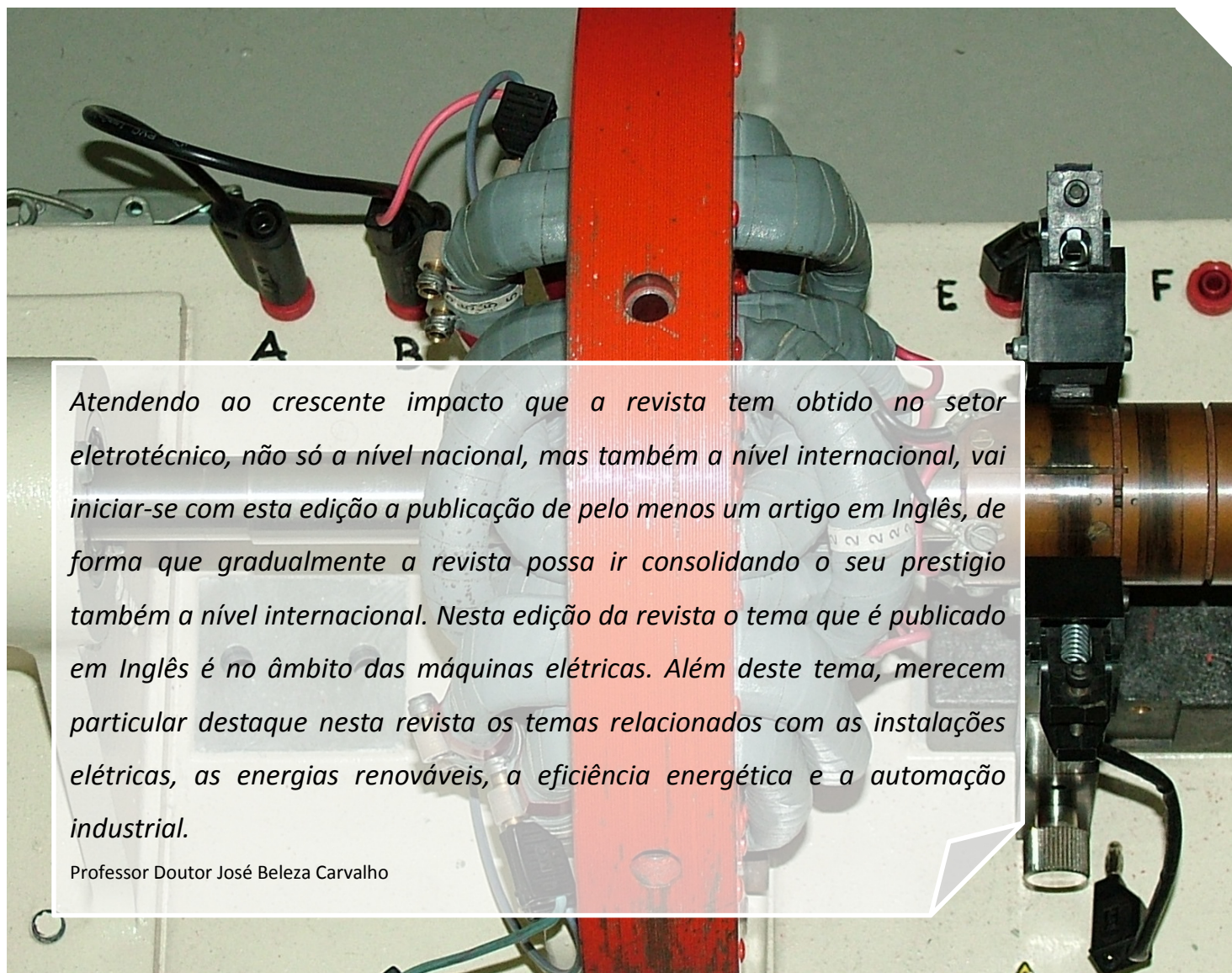


# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº11 | Junho de 2013

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



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

Professor Doutor José Bezeza Carvalho



**Máquinas  
Elétricas**  
Pág.5



**Energias  
Renováveis**  
Pág. 15



**Instalações  
Elétricas**  
Pág. 29



**Telecomunicações**  
Pág. 44



**Segurança**  
Pág. 49



**Eficiência  
Energética**  
Pág.53



**Automação  
Domótica**  
Pág. 65

## Índice

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

## FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	Doutor José António Beleza Carvalho
SUBDIRETORES:	Eng.º António Augusto Araújo Gomes Doutor Roque Filipe Mesquita Brandão Eng.º Sérgio Filipe Carvalho Ramos
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

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

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

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

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

A utilização racional de energia (URE) visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e de conforto através de tecnologias que reduzem os consumos face a soluções convencionais. A URE pode conduzir a reduções substanciais do consumo de energia e das emissões de poluentes associadas à sua conversão. Embora geralmente sejam mais dispendiosos, em termos de custo inicial, os equipamentos mais eficientes consomem menos energia, conduzindo a custos de funcionamento mais reduzidos e apresentando outras vantagens adicionais. Os motores elétricos são de longe as cargas mais importantes na indústria e no sector terciário. A União Europeia, através do organismo EU MEPS (European Minimum Energy Performance Standard) definiu um novo regime obrigatório para os níveis mínimos de eficiência dos motores elétricos que sejam introduzidos no mercado europeu. O novo regime abrange motores de indução trifásica até 375 kW, de velocidade simples. Entrou em vigor em três fases a partir de meados de 2011. Nesta publicação, apresenta-se um artigo que aborda a nova classificação, assim como algumas metodologias que se podem adotar para uma utilização mais eficiente dos equipamentos de força motriz.

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

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

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

Porto, junho de 2013

José António Beleza Carvalho

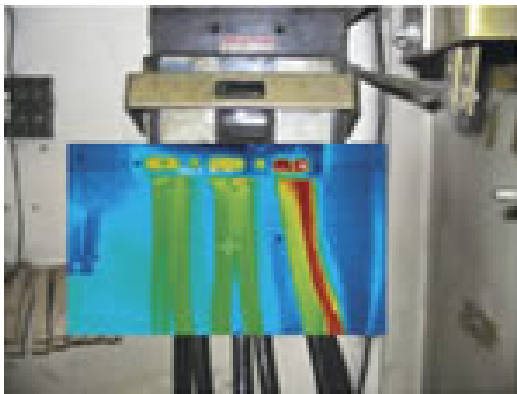


## A TERMOGRAFIA COMO A FORMA MAIS SIMPLES E RÁPIDA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ELÉTRICOS!



### 1. Detecção de desequilíbrios e sobrecargas

As imagens térmicas são uma forma simples de identificar diferenças de temperatura em circuitos de sistemas trifásicos, comparando com a sua operação em condições normais. Inspeccionando o gradiente térmico das três fases juntas, podemos rapidamente detetar anomalias, numa das fases, devido a desequilíbrios ou sobrecargas.



O desequilíbrio pode ser provocado por diferentes causas:

- problema na entrega de energia
- baixa tensão numa das fases
- um defeito de isolamento em cablagem
- mau dimensionamento de cargas na instalação elétrica.

Até um baixo desequilíbrio de tensão pode causar deterioramento nas conexões, reduzindo a tensão fornecida, enquanto motores e outras cargas irão desviar correntes excessivas, entregando um binário reduzido (com o respetivo stress mecânico), e entrando em falha.

Um desequilíbrio severo pode danificar um fusível, reduzindo as operações para uma simples fase. Entretanto, o desequilíbrio de corrente irá regressar no neutro, provocando caminho fácil para um pico de potência.

Na prática, é muito difícil equilibrar as tensões nas três fases. Para ajudar, os técnicos eletrotécnicos determinam níveis aceitáveis de desequilíbrio para diversos equipamentos, conforme as respetivas normas em vigor. Estas serão linhas de orientação úteis para comparação durante a manutenção e deteção de problemas.

### 2. O que verificar com a Câmara termográfica?

Capture imagens térmicas de todos os quadros elétricos e outras conexões de cargas elevadas, tal como barramentos de entrada do Quadro Geral de Baixa Tensão.

Onde descobrir elevadas temperaturas, siga o circuito e examine as cargas associadas.

Faça uma verificação nos quadros elétricos e conexões, retirando as coberturas dos mesmos.

Preferencialmente, deve verificar equipamentos elétricos quando estes estão a 40% da carga nominal. Desta forma, pode realizar as medidas de uma forma correta e comparar com as condições normais de funcionamento.

Carga igual deve possuir temperatura igual. Numa situação de desequilíbrio de cargas, as fases com maior carga aparecerão mais quentes, devido ao calor gerado pela resistência. No entanto, uma carga desequilibrada, uma sobrecarga, uma má conexão ou desequilíbrio harmónico, podem causar um efeito semelhante. Medir a carga é importante para diagnosticar o problema.

É procedimento normal criar uma regular de inspeção, que inclua os pontos de referência da instalação.

Use o software fornecido com a sua Fluke Ti25 para guardar as imagens que capturar no seu computador, de forma a verificar modificações ao longo do tempo. Desta forma, terá uma base de trabalho para comparar futuras anomalias ou reparações realizadas.

### 3. Como identificar uma anomalia?

As reparações devem ter em conta em primeiro lugar a segurança, isto é, se as condições do equipamento colocam a segurança em risco, e em segundo lugar o aspeto crítico do equipamento e a extensão do aumento de temperatura.

As linhas da NETA (*International Electrical Testing Association*) apontam para uma ação imediata sempre que a diferença de temperatura (DT) entre componentes elétricos semelhantes exceda os 15°C, ou quando o DT entre o componente elétrico e temperatura ambiente do ar exceda os 40°C.

Quando a imagem térmica mostrar a totalidade do condutor mais quente que outros componentes, numa parte do circuito, o condutor pode estar subdimensionado ou em sobrecarga.

Verifique se o condutor foi corretamente dimensionado para a carga que o percorre. Use para este procedimento uma pinça de corrente ou um analisador de redes, para verificar o diagrama vetorial e carga existente.

Na parte da tensão, o valor entre o neutro e a terra diz-lhe quando o seu sistema está sobrecarregado e ajuda-o a determinar a corrente harmónica. Tensões entre neutro e terra superiores a 3% necessitam de uma investigação mais detalhada. As cargas mudam, e uma fase pode rapidamente baixar 5%, se uma elevada carga monofásica entrar em serviço.

A solução mais comum para uma sobrecarga é a redistribuição da carga pelos circuitos ou a supervisão da carga durante a entrada em serviço de um determinado processo. Usando o software *SmartView* (fornecido com as câmaras Fluke), cada problema detetado pela Fluke Ti25 ou Ti10 pode ser documentado num relatório pré-formatado, com a imagem térmica e visível do problema detetado. Esta é a melhor forma de comunicar problemas e sugerir reparações.



## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Américo Manuel Marques Alves Viana**

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



**António Augusto Araújo Gomes**

**aag@isep.ipp.pt**

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Doutorando na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia (UTAD). Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 1999.



**Jorge Manuel Teixeira Tavares**

**jtv@isep.ipp.pt**

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

**José Caçote**

**jose.cacote@qenergia.pt**

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



**José António Beleza Carvalho**

**jbc@isep.ipp.pt**

Nasceu no Porto em 1959. Obteve o grau de B.Sc em engenharia eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, em 1986, e o grau de M.Sc e Ph.D. em engenharia eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1993 e 1999, respetivamente.

Atualmente, é Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Diretor do Departamento.

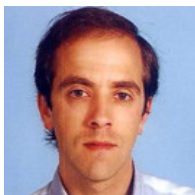


**Mário Pombeiro**

**andrepomb@gmail.com**

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

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Manuel Bravo de Faria Cruz**

**mbc@isep.ipp.pt**

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



**Manuel Maria Pereira de Azevedo**

**mpa@isep.ipp.pt**

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



**Paulo 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.



**Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo**

**pma@isep.ipp.pt**

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



**Sérgio Emanuel Carvalho Moreira**

**1980256@isep.ipp.pt**

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



**Sérgio Filipe Carvalho Ramos**

**scr@isep.ipp.pt**

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



**Tiago António de Sousa Almeida**

**1980259@isep.ipp.pt**

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



