

Nº13 · 1º semestre de 2014 · ano 7 · ISSN: 1647-5496

# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº13 | Junho de 2014

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

*Nesta edição da revista, merece particular destaque a colaboração da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, com um importante artigo sobre “Prédios Inteligentes. Green Buildings”. Na realidade, o interesse crescente pela nossa revista “Neutro à Terra” vai muito para além do nosso país, verificando-se o agrado das comunidades académicas e muitas empresas do setor eletrotécnico de outros países em acederem a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática.*

Professor Doutor José Beleza Carvalho



**Máquinas Elétricas**  
Pág.05



**Energias Renováveis**  
Pág. 09



**Instalações Elétricas**  
Pág. 19



**Telecomunicações**  
Pág. 35



**Segurança**  
Pág. 41



**Eficiência Energética**  
Pág.57



**Automação Domótica**  
Pág. 63

---

## Índice

---

### 03 | Editorial

---

### 05 | Máquinas Elétricas

Regulação de velocidade em motores de corrente contínua

José António Belezinha Carvalho

---

### 09 | Energias Renováveis

Autoconsumo Fotovoltaico. A democratização da Energia.

Manuel Azevedo

Diogo Maximino Ribeiro da Silva

---

### 19 | Instalações Elétricas

Traçagem elétrica.

Mário Fernando Soares de Almeida

### 25 | Poluição harmónica em Instalações Elétricas Industriais

José Rodrigo Pereira

José António Belezinha Carvalho

---

### 35 | Telecomunicações

*ITED – 3ª Edição 2015: Manual evolutivo e reconstutivo*

Sérgio Filipe Carvalho Ramos

---

### 41 | Segurança

Incêndio. Um Risco constante com elevado potencial de perigo

Frederico Miguel Cardoso Rosa

---

### 57 | Eficiência Energética

Manual de Boas Práticas para Cadastro de IP

Alberto Van Zeller

---

### 63 | Automação e Domótica

Prédios inteligentes. Green Buildings.

Roberto Ribeiro Neli

Paulo Dênis Garcez da Luz

---

### 67 | Autores

---

## FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	Doutor José António Belezinha 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:	<a href="mailto:jbc@isep.ipp.pt">jbc@isep.ipp.pt</a> ; <a href="mailto:aag@isep.ipp.pt">aag@isep.ipp.pt</a>
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

A recessão económica que se verifica atualmente tem afetado todos os setores da nossa economia, no entanto, a indústria eletrotécnica tem mantido apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. Um facto importante, que decorreu durante o primeiro semestre deste ano, foi a discussão sobre a 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 se encontra na fase final de aprovação, vai ser determinante na intervenção dos engenheiros eletrotécnicos 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 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, com um importante artigo sobre “Prédios Inteligentes. *Green Buildings*”. Na realidade, o interesse crescente pela nossa revista “Neutro à Terra” vai muito para além do nosso país, verificando-se o agrado das comunidades académicas e muitas empresas do setor eletrotécnico de outros países em acederem a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Nesta edição da revista merecem ainda particular destaque os temas relacionados com as máquinas elétricas, as energias renováveis e a eficiência energética, as instalações elétricas, os sistemas de segurança e as telecomunicações.

A utilização de energias renováveis estão cada vez mais presentes na produção de eletricidade, pois permitem diminuir a utilização dos combustíveis fósseis na produção convencional de energia elétrica. Com a introdução da microprodução em Portugal (DL 363/2007) teve início a primeira fase da implementação do solar fotovoltaico. Os consumidores passaram a ser produtores de energia. Com o aumento do preço da eletricidade e a forte descida dos custos do fotovoltaico vai-se assistir nos próximos anos a verdadeira democratização da energia através da introdução de conceitos de autoconsumo. Nesta revista, apresenta-se um artigo sobre o autoconsumo solar fotovoltaico que pode representar uma solução para os consumidores reduzirem o impacto do aumento da eletricidade e ao mesmo tempo permitir a criação de um mercado solar fotovoltaico sustentável.

No âmbito das instalações elétricas, da eficiência energética e da qualidade da energia elétrica, publica-se um artigo sobre Poluição Harmónica em Instalações Elétricas Industriais. Este ainda é atualmente um assunto de difícil compreensão e desconhecido, cujas consequências na indústria se fazem sentir por importantes prejuízos de natureza técnica e económica. No artigo que é apresentado é feita uma análise técnica e científica ao problema das componentes harmónicas nas instalações elétricas industriais, apresenta as suas causas e consequências, e as soluções que atualmente existem no mercado para minimizar este problema.

Ao longo das últimas décadas Portugal tem assistido a um abrandamento na construção civil e, naturalmente, na construção de edifício novo. Porém, subsiste a necessidade de requalificar os edifícios já existentes que serão, indubitavelmente, o grande nicho de negócio nas décadas vindouras. Paralelamente, a legislação e as especificações e prescrições técnicas das diversas instalações específicas, designadamente as Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), devem convergir para a harmonização com as Normas Europeias e adaptadas à realidade económica do país. Neste âmbito, uma edição do Manual ITED (a 3ª Edição) será publicada no próximo ano de 2015, e visa fundamentalmente a atualização das especificações e prescrições técnicas com a normalização europeia e uma convergência com a real situação económica portuguesa. O artigo que é apresentado propõe, de uma forma sucinta, evidenciar as principais alterações decorrentes da proposta do novo enquadramento das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos muito interessantes e atuais, como um artigo sobre Regulação de Velocidade de Motores de Corrente Contínua, um artigo que aborda a Traçagem Elétrica nas Instalações Elétricas, um artigo muito importante sobre os Riscos de Incêndios nas Instalações Elétricas, e um artigo relacionado também com a eficiência energética, neste caso, sobre a elaboração de Um Manual de Boas Práticas no Cadastro da Iluminação Pública.

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

Porto, junho de 2014

José António Beleza Carvalho

## REGULAÇÃO DE VELOCIDADE EM MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA

## 1. Introdução

Uma grande parte das aplicações em que se utiliza força motriz beneficiaria, em termos de consumo de energia elétrica e de desempenho global, se a velocidade do motor se ajustasse às necessidades do processo. Existem muitas aplicações em que é necessário regulação e controlo de velocidade, como em máquinas ferramentas, ventoinhas, elevadores, veículos de tração elétrica, entre outras.

A utilização de variadores eletrónicos de velocidade (VEVs) permite responder a alterações nas condições de carga do motor através da variação da sua velocidade. Através da regulação da velocidade de rotação dos motores, os variadores eletrónicos de velocidade proporcionam uma melhoria das condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, um menor ruído de funcionamento e, fundamentalmente, uma substancial poupança de eletricidade.

Os motores de corrente contínua (DC) são ainda muito utilizados em sistemas que requerem variação de velocidade. Nestes motores, o controlo e a regulação de velocidade acima e abaixo da respetiva velocidade nominal é facilmente conseguido, sendo os reguladores de velocidade destas máquinas mais simples e menos dispendiosos que os reguladores de velocidade usados nas máquinas de corrente alternada (AC).

As tecnologias inerentes ao controlo e regulação de velocidade evoluiu muito nos últimos anos.

No sistema clássico pelo método Ward-Leonard, máquinas rotativas eram utilizadas para variar a velocidade dos motores DC. Atualmente, são utilizados conversores eletrónicos com semicondutores de estado sólido para esta finalidade.

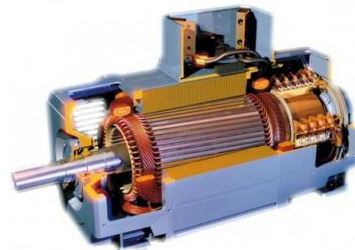


Figura 1. Motor de Corrente Contínua

## 2. Sistema Ward-Leonard

Este sistema apareceu por volta de 1890 e utiliza um grupo motor-gerador (M-G) para controlar a velocidade do motor DC, como se apresenta na Figura 2. O motor do grupo M-G (normalmente um motor AC de indução) gira a velocidade constante. Variando  $RC_1$  (reóstato de excitação do gerador) é possível variar a corrente de excitação do gerador  $i_g$ , alterando assim a tensão  $V$  quer aos terminais do gerador quer aos terminais do motor. A variação da tensão  $V$  aos terminais do motor DC permite variar a velocidade deste. Este sistema funciona em dois modos de controlo.

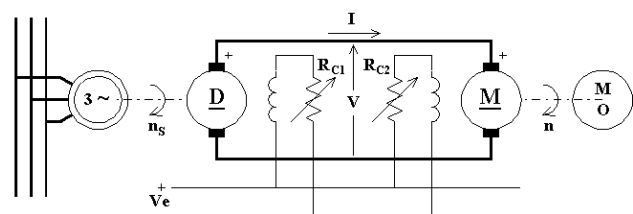


Figura 2. Sistema Ward-Leonard

a) Controlo pela Tensão na Amadura  $V$ 

Neste modo de controlo a corrente excitação do motor através de  $RC_2$  (reóstato de excitação do motor) é mantida constante e no seu valor nominal. A corrente de excitação do gerador é ajustada em  $RC_1$ , para variar a tensão desde zero até ao seu valor nominal. A velocidade do motor irá variar desde zero até à velocidade nominal, como se pode ver na figura 3.

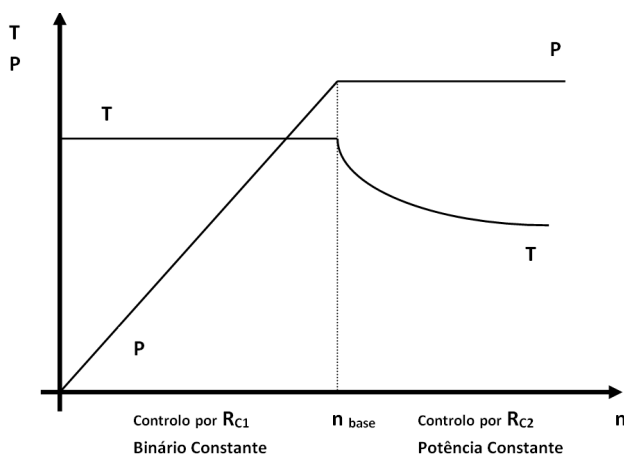


Figura 3. Sistema Ward-Leonard. Regulação mista

#### b) Controlo pela corrente de excitação

Este modo de controlo é utilizado para variar a velocidade acima do valor nominal. Neste caso, a tensão na armadura mantém-se constante e vai-se diminuindo a corrente de excitação do motor em RC2, obtendo-se assim velocidades mais elevadas. Como a corrente na armadura vai-se manter aproximadamente constante, diz-se que o motor funciona a potência constante. Obviamente que o binário do motor decresce ligeiramente com o aumento da velocidade, como se pode ver na Figura 3.

## 2. Controlo Eletrónico

Os conversores de estado sólido são atualmente usados para substituir o grupo D-M do sistema Ward-Leonard no controlo de velocidade dos motores DC. A Figura 4 apresenta o diagrama de blocos de um sistema conversor de estado sólido. Os conversores utilizados baseiam-se em retificadores e *choppers* de comutação controlada.

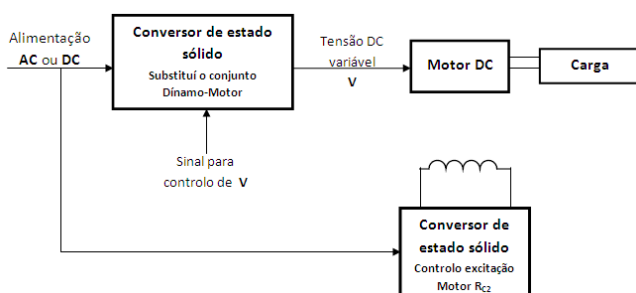


Figura 4. Diagrama de blocos de um sistema conversor de estado sólido

### 2.1 Retificadores controlados

Quando a fonte de alimentação é alternada, os retificadores podem ser utilizados para converter uma tensão constante AC numa fonte de tensão variável DC. Se os dispositivos de comutação forem todos dispositivos controlados, como os tiristores, o conversor é denominado de Totalmente Comandado. Se os dispositivos comutadores forem metade deles tiristores e a outra metade díodos, o conversor é denominado de Semicomandado. Como é apresentado na Figura 5, o ângulo  $\alpha$  de disparo dos tiristores determina o valor médio da tensão de saída  $V_t$ . O sinal de controlo  $V_c$  varia o ângulo de disparo  $\alpha$  e, conseqüentemente, varia a tensão  $V_t$ .

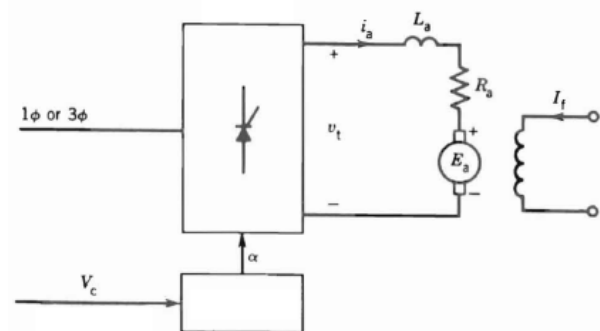


Figura 5. Retificador controlado para controlo velocidade de motores DC

Alimentação monofásica: conversor totalmente controlado

$$V_t = \frac{2\sqrt{2}V_p}{\pi} \cos \alpha \quad (1)$$

Alimentação monofásica: conversor semicontrolado

$$V_t = \frac{\sqrt{2}V_p}{\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (2)$$

Alimentação trifásica: conversor totalmente controlado

$$V_t = \frac{3\sqrt{6}V_p}{\pi} \cos \alpha \quad (3)$$

Alimentação trifásica: conversor semicontrolado

$$V_t = \frac{3\sqrt{6}V_p}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \quad (4)$$

Onde  $V_p$  é o valor eficaz da tensão alternada monofásica. A variação da tensão  $V_t$  aos terminais do motor em função do ângulo de disparo  $\alpha$  é apresentada na Figura 6, para ambos

os conversores, totalmente controlado e semicontrolado. Se a queda de tensão  $R_a I_a$  for desprezada ( $V_t = E_a$ ), as curvas da Figura 6 também representam a variação de  $E_a$  e, como tal, a variação da velocidade com o ângulo de disparo.

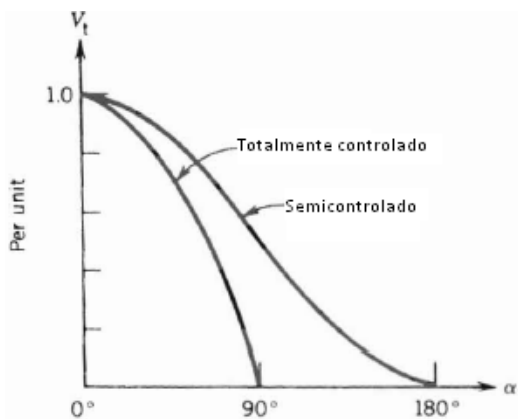


Figura 6. Características do retificador controlado

2.2 Choppers

O *chopper* converte uma tensão contínua fixa numa tensão contínua variável. O diagrama esquemático e as formas de onda são apresentadas na Figura 7.

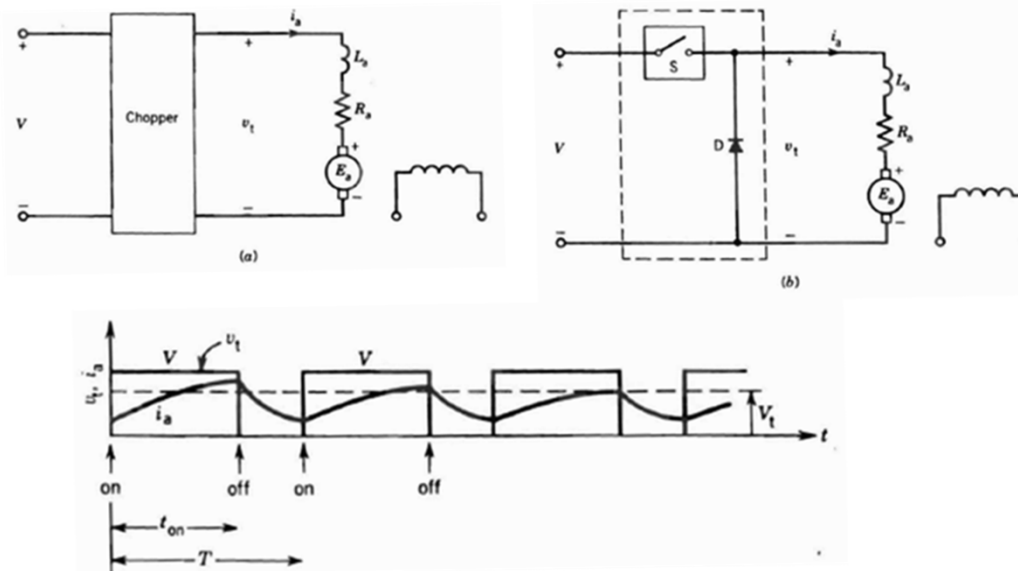


Figura 7. Circuito e Operação de um Chopper

$$V_t = \frac{t_{on}}{T} \times V = \alpha V \tag{5}$$

Em que:  $T_{on}$  representa interruptor fechado,  $\alpha$  o índice de modulação do *chopper* e  $T$  o período de comutação.

2.3 Operação em malha fechada

Em acionamentos do motor DC onde se exige uma velocidade rigorosamente constante, o controlo em malha aberta não é totalmente satisfatório.

Em malha aberta, variações no binário da carga originam variações na velocidade. Em controlo em malha fechada a velocidade pode ser mantida constante, ajustando a tensão aos terminais do motor de acordo com as variações do binário de carga. A Figura 8 apresenta um diagrama de blocos de um controlo em malha fechada

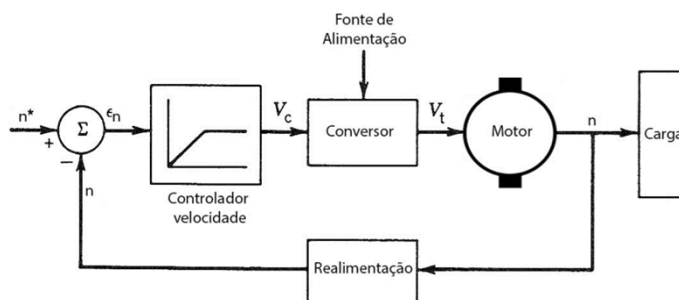
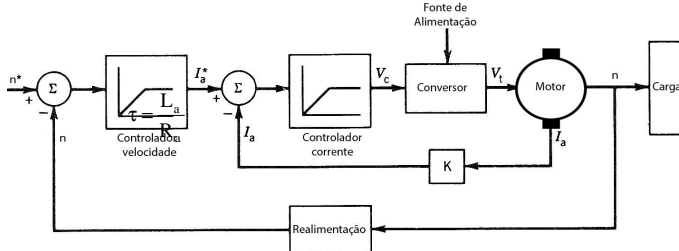


Figura 8. Controlo em malha fechada

As principais vantagens da operação em malha fechada é a possibilidade de obter velocidade de funcionamento constante, a precisão no valor da velocidade obtida, excelente resposta dinâmica e estabilidade de funcionamento.

Em malha fechada o sistema também pode ser dimensionado para funcionar a potência constante ou binário constante, ou seja, permitir uma regulação mista. Um sistema de controlo em malha fechada com anel de realimentação de corrente permite a regulação mista do motor DC. Na Figura 9 apresenta-se um diagrama de blocos dum sistema de controlo deste tipo.



**Figura 9. Controlo em malha fechada com realimentação de corrente**

No motor DC, a resistência da armadura ( $R_a$ ) e a indutância ( $L_a$ ) tomam valores reduzidos. Como tal, a constante de tempo do circuito da armadura também é reduzida. Assim, uma pequena variação da tensão aplicada resulta numa variação elevada de corrente no circuito da armadura. O anel de realimentação de corrente protege o conversor e o motor para variações que possam tomar valores elevados de corrente.

A saída do controlador de velocidade representa um comando de binário. Como o binário será proporcional à corrente  $I_a^*$ , a saída do controlador de velocidade representa o controlo da corrente  $I_a$ . O controlador de corrente vai limitar a corrente na armadura. O controlador de velocidade e o controlador de corrente podem ser do tipo Proporcional (tipo P) ou Proporcional-Integral (tipo PI). A escolha depende da qualidade e do rigor que se pretende para o controlo em malha fechada do motor.

### 3. Conclusão

Os motores de corrente contínua são ainda muito utilizados em sistemas que requerem variação de velocidade. O controlo e a regulação de velocidade acima e abaixo da respetiva velocidade nominal é facilmente conseguido, sendo os reguladores de velocidade destas máquinas mais

simples e menos dispendiosos que os reguladores de velocidade usados nas máquinas de corrente alternada.

A utilização de VEVs na regulação da velocidade de rotação dos motores de corrente contínua proporcionam uma melhoria das condições de funcionamento dos processos, um menor desgaste dos componentes mecânicos, um menor ruído de funcionamento e, fundamentalmente, uma substancial poupança de energia elétrica.

A regulação de velocidade destes motores assenta fundamentalmente no controlo e regulação da tensão aplicada na armadura e, ou, controlo da corrente de excitação do motor. Para tal, utilizam-se conversores eletrónicos baseados em retificadores controlados e *choppers*.

A operação destes conversores em malha fechada permite obter nos motores velocidade de funcionamento constante, maior precisão no valor da velocidade obtida, excelente resposta dinâmica e regimes de funcionamento com elevada estabilidade

### Bibliografia

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



## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Alberto Van Zeller**

Curso de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto. Últimos 25 anos dedicados à especialização em iluminação, frequentando cursos e seminários promovidos pela IESNA e Lighting Research Center nos USA, últimos dos quais em Fevereiro deste ano em Sta Clara/California sobre tecnologia LED. Membro da Comissão Técnica Europeia de Normalização para Luminárias, Balastros, Lâmpadas e Condensadores (CTE34A,B,C e D), entre 1989 e 1994. Vice-Presidente para a área técnica do Centro Português de Iluminação (CPI). Membro da Illuminating Engineering Society of North America (IESNA). Membro do Comité Espanhol de Iluminação (CEI). Membro do Grupo de Trabalho que elaborou o Documento de Referência de Eficiência Energética para Iluminação pública (DREEIP), sob coordenação do Ministério de Economia e Inovação (MEI). Consultor para a área de iluminação pública da Agência para a Energia (ADENE). Country manager do Grupo Indal em Portugal, entre 2000 e 2012.. Country manager da Aura Light em Portugal, desde 2012.



A Aura Light foi fundada em 1930 na Suécia e desenvolve e fornece, soluções de iluminação sustentáveis para clientes profissionais, permitindo-lhes reduzir os custos, o consumo de energia e o impacto ambiental.



**Diogo Maximino Ribeiro da Silva**

**1120105@isep.ipp.pt**

Aluno de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.



**Frederico Miguel Cardoso Rosa**

**frederico.rosa@siemens.com**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Politécnico de Leiria em 2005, formação em RCCTE pelo Instituto da Soldadura e Qualidade, em 2008, Pós Graduação em Gestão e Eficiência Energética pelo Instituto da Soldadura e Qualidade em 2009, *Executive Education Program: Silicon Valley Immersion pela University of San Francisco*, em 2012, MBA - *Master of Business Administration* pelo Instituto Superior de Economia e Gestão, em 2013.

Como experiência profissional de 2004 a 2008 na Siemens, Automation and Drives, como responsável de promoção na zona centro do país. De 2008 a 2010 na Honeywell Portugal, Honeywell Building Solutions, como responsável em Portugal pelo desenvolvimento de Soluções em Edifícios. Desde 2010, na Siemens SA, Building Technologies, como responsável pela rede de parceiros e gestor do canal de produto de deteção de incêndio e sistemas de gestão técnica, em Portugal.



**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.



**José Rodrigo Pereira**

**rodrigo.pereira@sapo.pt**

José Rodrigo de Oliveira Pereira, aluno da Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto, tendo conclusão prevista no ano letivo de 2013/2014. Desde abril de 2004 é trabalhador independente, sendo a área de intervenção principal a instalação, manutenção preventiva e corretiva de armazéns automáticos, também representando em Portugal o serviço técnico da aplicação informática WMS (*Warehouse Management System*) - PULises da empresa Catalã - SEIDOR SA.

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**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.



**Mário Fernando Soares de Almeida**

**marioalmeida06@gmail.com**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Finalista de Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Ramo de Energia e especialização em Instalações Elétricas. Inscrito na Ordem dos Engenheiros. Certificado pela EIBA em sistemas de domótica KNX (siemens - instabus).

Sócio fundador da empresa TECNITRACE LDA, onde exerce funções de direção técnica e comercial desde 1991. Dirigiu diversos trabalhos técnicos de instalações de traçagem, instalações elétricas, de aquecimento e domótica, e de instrumentação e controlo de sistemas. Representante especialista em sistemas de Traçagem Elétrica da empresa FLEXELEC. Especializado em material de corte comando, proteção automação e domótica da SIEMENS, como técnico vendedor. Colaborou na empresa Alemã BARTEC, fabricante de material elétrico ATEX. Colaborou na empresa INAPAL, fornecedora de Armários de distribuição para a rede de BT da EDP. Trabalhou no gabinete de Projetos e Fiscalização de Obras na empresa PIBETA.



**Paulo Denis Garcez da Luz**

**garcez@utfpr.edu.br**

Graduação em Engenharia Industrial Elétrica - Eletrônica / Telec 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.



**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.



**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.

## DADOS SOBRE CONSULTAS DA REVISTA:

[www.neutroterra.blogspot.com](http://www.neutroterra.blogspot.com)

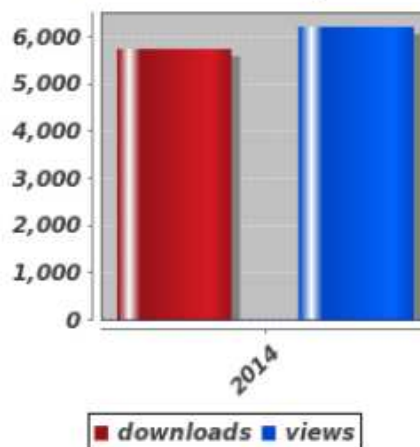
**RECIPP** | REpositório Científico do Instituto Politécnico do Porto



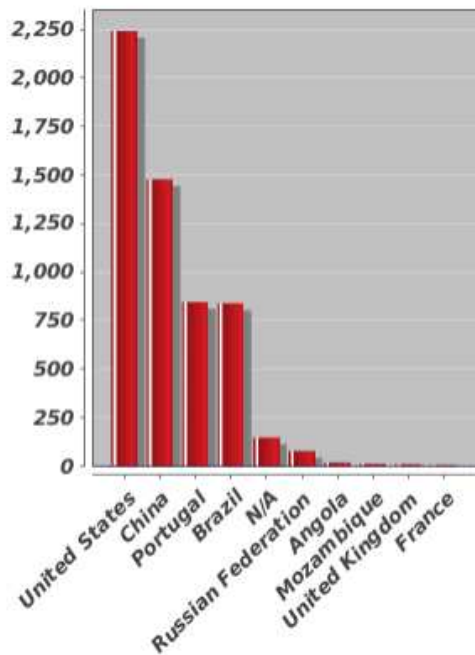
### Visualização de páginas por país

Portugal	10669
Brasil	774
Estados Unidos	423
Alemanha	201
Angola	94
Rússia	88
Andorra	50
França	49
Reino Unido	46
Espanha	38

Downloads e Consultas por ano



Downloads por país (top 10)



Consultas por país (top 10)

