

NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº8 | Dezembro de 2011

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

A revista “Neutro à Terra” com esta publicação entra num segundo ciclo de vida. A edição anterior celebrou os três primeiros anos de vida com uma coletânea de todas as seis publicações anteriores. Consideramos que com a publicação nº 7 se encerrou o primeiro ciclo de vida desta revista. O sucesso obtido e os incentivos recebidos fazem-nos partir para este segundo ciclo de vida com motivação redobrada, mas também com um maior sentido de responsabilidade, pois sabemos o impacto que os artigos aqui publicados têm na indústria e nos profissionais da área da Engenharia Eletrotécnica. Continuamos com a ambição de que esta revista seja uma referência para todos os profissionais da Engenharia Eletrotécnica.

Professor Doutor José Beleza Carvalho



Instalações
Eléctricas
Pág.5



Máquinas
Eléctricas
Pág. 9



Telecomunicações
Pág. 23



Segurança
Pág. 31



Energias
Renováveis
Pág. 37



Eficiência
Energética
Pág.45



Domótica
Pág. 53

Índice

03| Editorial

05| Instalações Elétricas

Instalações Elétricas de Baixa Tensão
Dimensionamento de Condutas
António Augusto Araújo Gomes
Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva

09| Máquinas Elétricas

Transformadores
Funcionamento em paralelo na rede elétrica
Alexandre Miguel Marques da Silveira

23| Telecomunicações

Do Bloco Privativo de Assinante (BPA)
ao Armário de Telecomunicações Individual (ATI)
António Augusto Araújo Gomes
Sérgio Filipe Carvalho Ramos

31| Segurança

Segurança em Edifícios Habitacionais
Utilização de Sistemas Autónomos
António Augusto Araújo Gomes
Sérgio Filipe Carvalho Ramos

37| Energias Renováveis

Turbinas eólicas
Manutenção
Roque Filipe Mesquita Brandão

45| Eficiência Energética

Elevadores
A evolução da máquina elétrica
Miguel Leichsenring Franco

53| Domótica

Domótica
Versatilidade de implementação e as suas vantagens
José Luís Almeida Marques de Faria

59| Autores

FICHA TÉCNICA

DIRETOR:

Doutor José António Beleza Carvalho

SUBDIRETORES:

Eng.º António Augusto Araújo Gomes
Eng.º 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: 1647-5188

Estimados leitores

A revista “Neutro à Terra” com esta publicação entra num segundo ciclo de vida. A edição anterior celebrou os três primeiros anos de vida com uma coletânea de todas as seis publicações anteriores. Consideramos que com a publicação nº 7 se encerrou o primeiro ciclo de vida desta revista. O sucesso obtido e os incentivos recebidos fazem-nos partir para este segundo ciclo de vida com motivação redobrada, mas também com um maior sentido de responsabilidade, pois sabemos o impacto que os artigos aqui publicados têm na indústria e nos profissionais da área da Engenharia Eletrotécnica. Continuamos com a ambição de que esta revista seja uma referência para todos os profissionais da Engenharia Eletrotécnica.

As áreas de intervenção neste segundo ciclo serão as instalações elétricas, as máquinas elétricas, as infraestruturas de telecomunicações, a segurança, a domótica, as energias renováveis e a eficiência energética. Vamos ter uma intervenção mais incisiva, especialmente em assuntos relacionados com aspetos regulamentares, mas também vamos privilegiar a colaboração de diplomados dos cursos de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, que tenham reconhecido sucesso nas suas atividades profissionais.

Nesta edição merece particular destaque os assuntos relacionados com as instalações elétricas e a domótica, as máquinas elétricas, os sistemas de segurança, as infraestruturas de telecomunicações, a eficiência energética e as energias renováveis.

O dimensionamento das condutas nas instalações elétricas de baixa tensão deve ter em consideração o número de condutores isolados ou cabos que poderão ser colocados nessa mesma conduta, tendo por base as suas características, o modo de instalação das canalizações e o diâmetro útil (interior) da própria conduta. Nesta edição, apresenta-se um artigo que aborda o dimensionamento das condutas, enquadrando o respetivo cálculo com o especificado nas Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

Um assunto importante e que não tem sido muito abordado nesta revista tem a ver com o Transformador Elétrico. O crescimento do consumo de energia elétrica verificado nos últimos anos e o aparecimento e evolução dos sistemas de produção de energia com recurso a fontes de energia renováveis, como a eólica e fotovoltaica, levam a que sejam necessários ajustes no sistema elétrico de forma a suportar estas variações no trânsito de potências na rede de transporte. Nesta edição, apresenta-se um artigo que aborda a utilização dos transformadores nos Sistemas Elétricos de Energia, explicando as condições necessárias para o correto funcionamento de transformadores em paralelo.

O crescente aumento da criminalidade, com especial incidência nos crimes contra a propriedade, levou a um forte incremento na procura e instalação de Sistemas Automáticos de Detecção de Intrusão. A instalação de um sistema deste tipo torna-se, assim, fundamental como elemento de garantia do bem-estar e da segurança das pessoas, velando pela sua salvaguarda e pela salvaguarda dos seus bens, fazendo hoje parte dos sistemas aplicados no sector da habitação, serviços, comércio e indústria. Nesta edição, apresenta-se um artigo que analisa a utilização de sistemas autónomos de segurança, nas instalações residenciais, como forma de aumentar o nível de proteção das pessoas e dos seus bens.

O forte desenvolvimento que se tem verificado no nosso país na produção de energia elétrica com recurso a fontes de energia renováveis, especialmente de natureza eólica, levou na última década a uma grande proliferação de parques eólicos. Os equipamentos instalados impõem a necessidade de sistemas de manutenção rigorosos e sofisticados, de modo que os respetivos aproveitamentos sejam economicamente viáveis. Nesta edição, apresenta-se um importante artigo sobre a monitorização de avarias e a manutenção de turbinas eólicas.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra”, pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo sobre a evolução da máquina elétrica na sua utilização em elevadores e ascensores, um artigo sobre domótica, e um artigo que apresenta uma comparação da evolução ao nível do equipamento de receção das infraestruturas de telecomunicações em edifícios.

No âmbito do tema “Divulgação”, que pretende divulgar os laboratórios do Departamento de Engenharia Electrotécnica, onde são realizados vários dos trabalhos correspondentes a artigos publicados nesta revista, nesta edição apresenta-se o Laboratório de Eletrónica de Potência.

Esperando que esta nova edição da revista “Neutro à Terra” possa voltar a satisfazer as expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, dezembro de 2011

José António Beleza Carvalho

Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

Dimensionamento de Condutas

1 Enquadramento

O dimensionamento das condutas deverá ter em consideração o número de condutores isolados ou cabos que poderão ser colocados nessa mesma conduta, tendo por base as suas características, o modo de instalação das canalizações e o diâmetro útil (interior) da própria conduta.

Nas Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão, com excepção, das instalações coletivas e entradas, não é definido um valor máximo de ocupação da secção reta interior das condutas pelos condutores isolados e cabos, sendo o único requisito a garantir, que as condutas permitam o fácil enfiamento e desenfiamento dos condutores isolados e cabos. No entanto, as mesmas regras recomendam uma ocupação da conduta não superior a um terço da sua secção reta interna, de forma a garantir, nomeadamente, o fácil enfiamento (e desenfiamento) dos condutores isolados e dos cabos.

2 Condutas de Instalações Coletivas e Entradas

Para estas condutas, as Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão, definem o valor máximo de ocupação da secção reta interior das condutas pelos condutores isolados e cabos, conforme se apresenta seguidamente.

2.1 Primeiro Estabelecimento

No que se refere ao dimensionamento de condutas para as colunas de instalações coletivas e entradas, tendo em consideração o disposto nas Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão, no caso de nas colunas serem utilizados condutores isolados do tipo H07V e tubos do tipo VD, para as situações de primeiro estabelecimento da instalação, dever-se-à observar os diâmetros indicados na tabela 1.

Tabela 1 – Diâmetro nominal dos tubos do tipo VD, em função da secção e do número de condutores da coluna (primeiro estabelecimento)

Secção nominal condutores (mm ²)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
10	32	32	32	40	40
16	32	32	40	40	50
25	32	40	50	50	63
35	32	50	63	63	63
50	40	50	63	75	75
70	40	63	75	75	90
95	50	63	90	90	90
120	50	75	90	110	110
150	63	90	110	110	110
185	63	90	110	110	-
240	75	110	-	-	-
300	75	110	-	-	-
400	90	-	-	-	-
500	110	-	-	-	-

Para condutores de secção nominal superior a 16 mm², os valores correspondentes a quatro e a cinco condutores consideram que, respetivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida (condutor neutro - N e condutor de protecção - PE).

No caso de, nas colunas, serem utilizados cabos ou outros condutores isolados e condutas, que não os do tipo condutores isolados do tipo H07V e tubos do tipo VD, o diâmetro ou as dimensões da secção reta das condutas devem ser determinados de modo que a soma das secções correspondentes ao diâmetro exterior médio máximo dos condutores isolados ou cabos não exceda 20% da secção reta interior da conduta.

2.1 Após o Primeiro Estabelecimento

Posteriormente à execução e à entrada em funcionamento da instalação, caso se verifique a necessidade de um aumento de potência e isso implique a substituição dos condutores da coluna, com vista a minimizar os custos inerentes a essa alteração, é admissível, nessa situação uma ocupação maior das condutas.

A tabela 2 mostra quais as ocupações máximas para intervenções após o primeiro estabelecimento das canalizações elétricas, no caso de na remodelação da(s) coluna(s) ser(em) utilizado(s) condutores isolados do tipo H07V e de tubos do tipo VD.

Tabela 2 – Diâmetro nominal dos tubos do tipo VD, em função da secção e do número de condutores da coluna (em caso de aumento de potência)

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	90
185	50	63	75	90	90
240	50	75	90	90	110
300	63	75	110	110	110
400	63	90	110	110	-
500	75	110	-	-	-

Para condutores de secção nominal superior a 16 mm², os valores correspondentes a quatro e a cinco condutores consideram que, respetivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida (condutor neutro - N e condutor de protecção - PE).

No caso de na remodelação, das colunas, serem utilizados cabos ou outros condutores isolados e condutas, que não os do tipo condutores isolados do tipo H07V e de tubos do tipo VD, o diâmetro ou as dimensões da secção reta das condutas devem ser determinados de modo que a soma das secções correspondentes ao diâmetro exterior médio máximo dos condutores isolados ou cabos não exceda 40% da secção reta interior da conduta.

3 Outras Condutas

Para o dimensionamento de outras condutas, que não as de instalações coletivas e entradas são, seguidamente, sugeridas algumas regras gerais de dimensionamento, que eram as observadas no anterior regulamento.

3.1 Condutas à Vista

No dimensionamento de condutas à vista, a soma das áreas transversais da totalidade dos condutores isolados ou cabos colocados na conduta não deverá exceder 40% da secção transversal da conduta.

3.2 Condutas Embebidas

No dimensionamento de condutas embebidas, a soma das áreas transversais da totalidade dos condutores isolados ou cabos colocados na conduta não deverá exceder 33% da secção transversal da conduta.

3.3 Condutas Circulares (Tubos)

Para o caso particular de condutas circulares (tubos), as tabelas 3 e 4, indicam, para condutores do tipo H07V e condutas circulares (tubos) do tipo VD, os diâmetros comerciais em função do número de condutores colocados nas mesmas, para canalizações embebidas e canalizações à vista, respetivamente.

Para canalizações realizadas com condutas circulares (tubos), ou condutores, que não os acima referidos, será necessário atender às regras de ocupação, atrás referidas, para dimensionamento dessas condutas.

Tabela 3 – Diâmetro das condutas circulares (tubos) em canalizações embebidas

Secção nominal dos condutores (mm²)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	16	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	20	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	90
150	50	63	75	90	90
185	50	75	90	90	110
240	63	75	90	110	110
300	63	90	110	110	-
400	75	90	-	-	-
500	75	110	-	-	-

Para condutores de secção nominal superior a 10 mm², os valores correspondentes a 4 e 5 condutores consideram que, respectivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida.

Quando nas canalizações forem utilizados cabos multicondutor, o dimensionamento das condutas circulares (tubos), deverá ser realizada verificando a seguinte regra prática:

▪ **Canalizações à Vista**

$$D_{Tubo} = 1,742 \times D_{Cabo}$$

Tabela 4 – Diâmetro das condutas circulares (tubos) em canalizações à vista

Secção nominal dos condutores (mm²)	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	16	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	20	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	90
150	50	63	75	90	90
185	50	75	90	90	110
240	63	75	90	110	110
300	63	90	110	110	-
400	75	110	-	-	-
500	75	110	-	-	-

Para condutores de secção nominal superior a 10 mm², os valores correspondentes a 4 e 5 condutores consideram que, respectivamente, 1 ou 2 condutores são de secção reduzida.

▪ **Canalizações Embebidas**

$$D_{Tubo} = 1,585 \times D_{Cabo}$$

LABORATÓRIO DE ELETRÓNICA DE POTÊNCIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

O Laboratório de Eletrónica de Potência foi criado no início dos anos 90 do século passado, com o intuito de prover a então disciplina de Eletrónica de Potência de um espaço onde fosse possível a realização de trabalhos experimentais que permitissem o exercício prático dos conhecimentos teóricos adquiridos.

Inicialmente confinado a uma pequena sala no piso 1 do edifício I, o que limitou durante cerca de uma década a sua expansão e o desempenho cabal da sua missão, o Laboratório viria a ser transferido, já nos alvares do novo século, para um novo espaço no recém-inaugurado Edifício F. Essa transferência permitiu acolher em melhores condições um número crescente de estudantes e adicionar à componente meramente experimental a componente de simulação, com recurso a simuladores topo de gama de última geração.

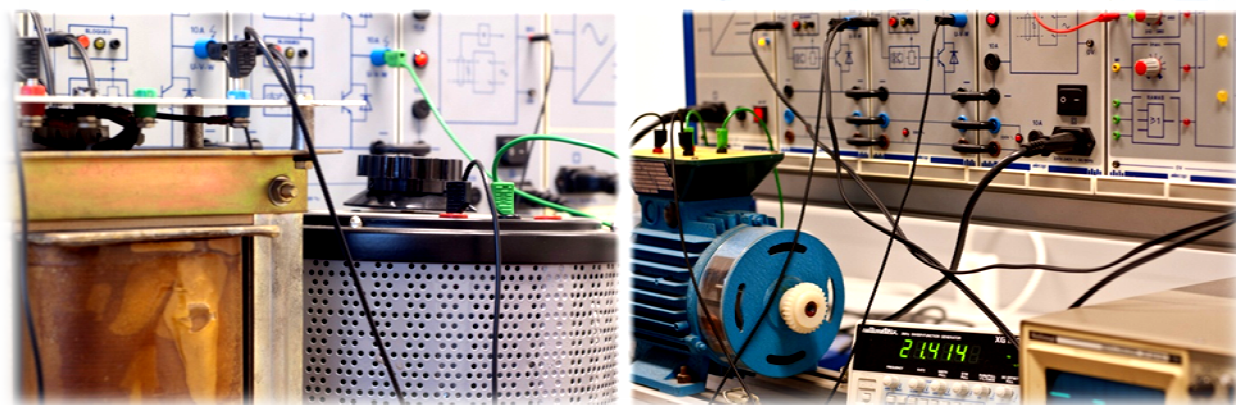
As alterações verificadas a nível curricular tiveram também a sua influência no funcionamento do Laboratório, que viria primeiro a apoiar a disciplina de Eletrónica de Potência dos Bacharelatos em Eletrónica Industrial e em Sistemas de Energia, e, posteriormente, a mesma disciplina nas Licenciaturas Biotécnicas em Engenharia Electrotécnica – Eletrónica e Computadores e Sistemas Eléctricos de Energia – e no Curso de Estudos Superiores Especializados em Engenharia Electrotécnica - Comandos e Protecções, e ainda a disciplina de Controlo de Potência do 2º ciclo da Licenciatura Biotécnica em Engenharia Electrotécnica, ramo de Automação e Sistemas.

Com a reestruturação dos cursos na sequência do Processo de Bolonha, o Laboratório manteve o apoio às Unidades Curriculares de Eletrónica de Potência das Licenciaturas em Engenharia Electrotécnica e de Computadores e Engenharia Electrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia, bem como à Unidade Curricular de Controlo de Potência do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Automação e Sistemas.

O Laboratório está dotado de bancadas de trabalho que permitem a realização em segurança, de trabalhos de retificação não-controlada e controlada, de conversão CA/CA, CC/CC e CC/CA, bem como de uma pequena variedade de máquinas motrizes. De salientar igualmente a disponibilidade de aplicativos para simulação, que permitem uma maior flexibilidade na compreensão, entre outros, dos fenómenos transitórios, típicos dos sistemas de controlo de potência.

Diretor do Laboratório

Doutor Manuel Gradim de Oliveira Gericota



COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Alexandre Miguel Marques da Silveira

(asi@isep.ipp.pt)

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica, ramo de Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto no ano de 2000.

Mestre (pré-Bolonha) em Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação, pela Universidade de Aveiro, em 2007.

Doutorando do Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Docente no Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001.



António Augusto Araújo Gomes

(aag@isep.ipp.pt)

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Electrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Doutorando na Área Científica de Sistemas Eléctricos 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 projecto de instalações eléctricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultadoria técnica.

Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 1999.



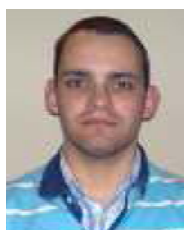
Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva

(hjs@isep.ipp.pt)

Licenciado em Engenharia Electrotécnica, em 1979, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, opção de Produção, Transporte e Distribuição de Energia.

Diploma de Estudos Avançados em Informática e Electrónica Industrial pela Universidade do Minho. Mestre em Ciências na área da Electrónica Industrial.

Professor Adjunto Equiparado do ISEP, leccionando na área da Teoria da Electricidade e Instalações Eléctricas.



José Luís Almeida Marques de Faria

(jlamfaria@gmail.com)

Mestre em Engenharia Electrónica e de Computadores, na área de Sistemas e Planeamento Industrial (Plano de estudos Bolonha - 120ECTS), Instituto Superior de Engenharia do Porto).

Director técnico na empresa Touchdomo.

Fornecer serviços à Indústria Azevedos, com a função de integrador KNX e EnOcean.

Formador na área da domótica e engenharia electrónica/eléctrica.

Funcionário da empresa Intelbus, Soluções para edifícios, Lda, com a função de integrador KNX e LonWorks, desde Agosto de 2008 até Junho de 2010.



Miguel Leichsenring Franco

(m.franco@schmitt-elevadores.com)

Licenciado em Engenharia Electrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Master in Business Administration (MBA) com especialização em Marketing pela Universidade Católica Portuguesa – Lisboa.

Licenciado em Administração e Gestão de Empresas pela Universidade Católica Portuguesa – Porto.

Administrador da Schmitt-Elevadores, Lda.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Roque Filipe Mesquita Brandão

(rfb@isep.ipp.pt)

Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Eléctricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Aluno de doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Investigador do INESC Porto, Laboratório Associado. Bolseiro da FCT.
Desde 2001 é docente no Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.
Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da electrotecnia.



Sérgio Filipe Carvalho Ramos

(scr@isep.ipp.pt)

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

