

EUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica

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

Como é habitual nesta altura do ano, sem interrupções desde há catorze anos, voltamos à vossa presença com mais uma publicação da nossa revista. No meio de uma crise pandémica em que ainda não se consegue prever o seu fim, nem as consequências devastadoras que poderá deixar na nossa sociedade, particularmente na economia mundial, nunca como agora as questões relacionadas com os problemas ambientais, a sustentabilidade, a transição energética e as energias renováveis, tomam uma importância acrescida e determinante para o nosso futuro. No âmbito destas questões, fomos publicando ao longo dos últimos anos vários artigos técnicos e científicos muito interessantes, que procuraram dar uma contribuição e trazer uma mais valia na resolução, ou pelo menos na mitigação, destes problemas.

José Beleza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica

ÍNDICE

- Editorial	3
- Esquemas de Ligação à Terra e Proteção das Pessoas em Instalações Elétricas de Baixa Tensão José António Beleza Carvalho	5
- <i>Core Loss Estimation Under Sinusoidal and Non-Sinusoidal Flux Densities Waveforms: Overview and Challenges</i> Pedro Miguel Azevedo De Sousa Melo	15
- De olhos postos no futuro: do <i>Mild Hybrid</i> ao <i>Fuel Cell</i> Rui Jorge dos Santos Araújo e Conceição Baltazar	23
- Baterias: a “alma” dos veículos elétricos não para de somar vantagens Ricardo Manuel Oliveira Soares	25
- Abordagem na Remodelação e Aumento de Capacidade de Linhas Aéreas de Muito Alta Tensão Nuno Miguel de Deus Anselmo Silva	27
- Estudo de alteração de um sistema de climatização de uma unidade hospitalar: avaliação económica Paulo Sérgio Fernandes Barros	33
- Emissões de CO ₂ e Produção de Resíduos Radioativos pelas Fontes Energéticas em Portugal Ana Catarina Aguiar Leitão Barbosa, Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira	39
- Grau de Proteção Assegurados pelos Invólucros António Augusto Araújo Gomes, Sérgio Filipe Carvalho Ramos	45
- Autores	48

FICHA TÉCNICA

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

Estimados leitores

Como é habitual nesta altura do ano, sem interrupções desde há catorze anos, voltamos à vossa presença com mais uma publicação da nossa revista. No meio de uma crise pandémica em que ainda não se consegue prever o seu fim, nem as consequências devastadoras que poderá deixar na nossa sociedade, particularmente na economia mundial, nunca como agora as questões relacionadas com os problemas ambientais, a sustentabilidade, a transição energética e as energias renováveis, tomam uma importância acrescida e determinante para o nosso futuro. No âmbito destas questões, fomos publicando ao longo dos últimos anos vários artigos técnicos e científicos muito interessantes, que procuraram dar uma contribuição e trazer uma mais valia na resolução, ou pelo menos na mitigação, destes problemas.

Nesta edição da revista merece particular destaque um artigo científico, que é publicado em Inglês, sobre a estimação das perdas no ferro para formas de onda sinusoidal e não sinusoidal da indução magnética. Este é atualmente um assunto fundamental na conceção e no modo de funcionamento das máquinas elétricas, sendo um contributo determinante na conceção de máquinas elétricas especiais mais eficientes. O artigo faz uma análise científica detalhada sobre este assunto.

Os assuntos relacionados com a mobilidade e os veículos elétricos estão na ordem do dia. Atualmente, existem opções desenvolvidas com o objetivo de potenciar a eficiência energética dos veículos, procurando simultaneamente reduzir as emissões dos gases nocivos para os seres humanos e dos gases que contribuem para o agravamento do efeito de estufa. Existem, atualmente, várias soluções e tecnologias, desde soluções totalmente elétricas, a combinações de motores elétricos e a combustão; de carregamento em movimento, a carregamentos ligados à rede elétrica. Todas as soluções contribuem para o objetivo de reduzir as emissões de gases nocivos. Nesta edição da revista, publicam-se alguns artigos sobre o assunto, que efetuam uma análise comparativa das características e das várias soluções técnicas que existem atualmente disponíveis no mercado.

Outro assunto muito importante, também relacionado com a problemática da sustentabilidade ambiental, tem a ver com a remodelação e aumento da capacidade de transmissão das linhas de alta e muito alta tensão. Nesta edição, publica-se um interessante artigo sobre o aumento da capacidade de transporte de energia pelas infraestruturas existentes atualmente, contruídas nos anos 70. Estas instalações foram projetadas para um ciclo de vida económica e de engenharia de 50 anos. Agora requerem uma extensão do seu funcionamento, para conseguirem assegurar a devida qualidade do serviço. Atendendo a diversos constrangimentos para a construção de novas linhas aéreas, coloca-se a necessidade de otimização das instalações existentes torna-se uma prioridade antes de ponderar a construção de novas linhas aéreas. O artigo que é agora publicado procura definir uma metodologia na remodelação e aumento de capacidade das atuais Linhas Aéreas de Muita Alta Tensão.

Nesta edição publica-se um importante artigo técnico sobre as emissões de CO₂ e a produção de resíduos radioativos pelas fontes energéticas em Portugal. No artigo são apresentados os resultados do cálculo das emissões específicas e totais de dióxido de carbono, e da produção específica dos resíduos radioativos de alta atividade, para diferentes comercializadores de energia em Portugal Continental e Regiões Autónomas. Os resultados são obtidos através dum simulador de cálculo de emissões, desenvolvido para o estudo que é apresentado. A metodologia adotada no estudo está em conformidade com a legislação em vigor, a Diretiva nº16/2018.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos reconhecidamente importantes e atuais, como um artigo sobre os esquemas de ligação à terra e a proteção das pessoas contra contactos indiretos em instalações elétricas de baixa tensão, outro artigo sobre as instalações de climatização de uma unidade hospitalar, e outro sobre os graus de proteção assegurados pelos invólucros dos equipamentos utilizados nas instalações elétricas.

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

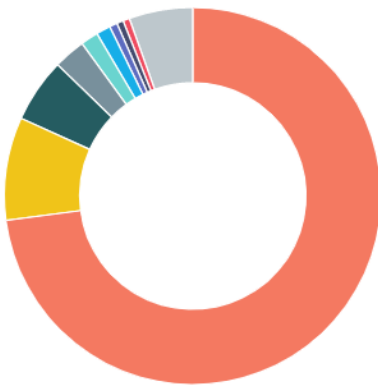
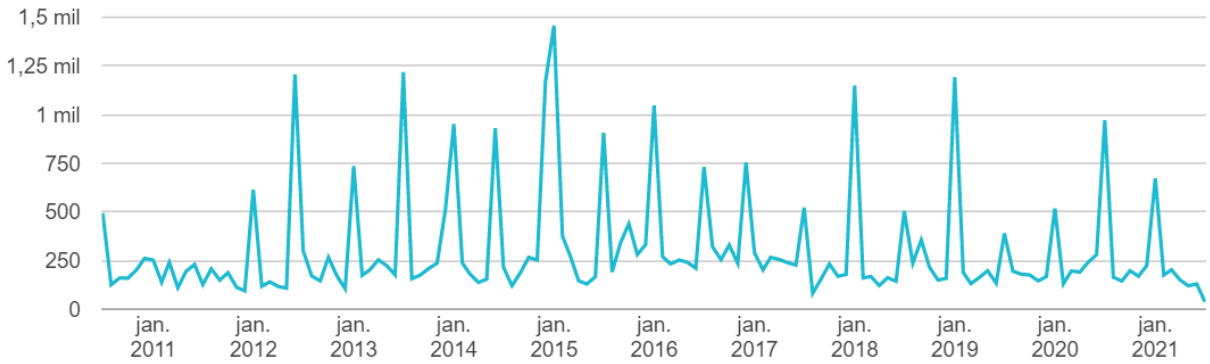
Porto, 30 de junho de 2021
José António Beleza Carvalho

Blog:

www.neutroaterra.blogspot.com

Histórico de visualizações

40 780



Portugal	29,5 mil
Estados Unidos	3,57 mil
Brasil	2,23 mil
Alemanha	1,11 mil
Rússia	613
França	497
Angola	270
Reino Unido	230
Ucrânia	226
Outros	2,22 mil

GRAUS DE PROTEÇÃO ASSEGURADOS PELOS INVÓLUCROS

1. Enquadramento

Existem dois tipos de graus de proteção, tendo cada um deles o seu sistema de codificação: Código IP e Código IK.

Cada um destes códigos encontra-se descrito e caracterizado numa norma, que indica também a metodologia de realização dos testes de verificação do código:

- Código IP: NP EN 60529;
(Aplicável a invólucros de tensão estipulada igual ou inferior a 72,5 kV)
- Código IK: NP EN 50102.

2. Definições

Invólucro: O invólucro é o elemento que assegura a proteção dos equipamentos contra determinadas influências externas e, em todas as direções, a proteção contra os contactos diretos .

Grau de proteção: O grau de proteção é o nível de proteção assegurado por um invólucro contra o acesso a partes perigosas, contra a penetração de corpos sólidos estranhos, contra a penetração de água, ou contra os impactos mecânicos exteriores, verificado por métodos de ensaio normalizados.

3. Código IP

O código IP consiste num sistema de codificação para indicar os graus de proteção assegurados por um invólucro contra o acesso a partes perigosas, a penetração de corpos sólidos estranhos, a penetração de água e para fornecer uma informação adicional relacionada com a referida proteção.

O código IP é composto por dois números de um dígito cada,

localizados imediatamente após as letras "IP" e que são independentes um do outro.

- O número que aparece em primeiro lugar (primeiro algarismo característico), indica a proteção das pessoas contra o acesso a partes perigosas (normalmente partes vivas ou partes móveis que não sejam eixos rotativos e similares), limitando ou impedir a penetração de uma parte do corpo humano ou de um objeto capturado por uma pessoa e, simultaneamente, garantir a proteção do equipamento contra a penetração de corpos sólidos estranhos.

É graduado de 0 (zero) a 6 (seis), sendo que à medida que o seu valor aumenta, proteção contra a penetração de corpos sólidos é maior.

- O número que aparece em segundo lugar (segundo algarismo característico), indica a proteção do equipamento dentro do invólucro contra os efeitos nocivos causados pela penetração da água.

É graduado de 0 (zero) a 9 (nove), sendo que à medida que o seu valor aumenta, a proteção contra a penetração de corpos líquidos é maior.

Opcionalmente, o código IP pode ser complementado com uma letra adicional (A, B, C ou D), colocada imediatamente após os algarismos característicos, que fornece informação sobre a acessibilidade de certos objetos ou partes do corpo às partes perigosas dentro do invólucro. Pode também ser complementado com uma letra suplementar (H, M, S ou W), que fornece informação suplementar, conforme indicado na tabela 2.

Caso o invólucro não tenha um algarismo característico especificado, porque não é necessário para uma aplicação específica ou porque não foi ensaiado nesse sentido, este deve ser substituído pela letra «X» (ou «XX» se forem omitidos os dois algarismos característicos).

Tabela 1. Codificação do grau de proteção assegurado pelos invólucros

Posição	1	2	3	4	5
	Letras do código	1º Algarismo característico Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de corpos sólidos	2º Algarismo característico Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de água	Letra adicional (facultativa)	Letra suplementar (facultativa)
Codificação	IP	Algarismo de 0 a 6 ou letra X	Algarismo de 0 a 9 ou letra X	A, B, C, D	H, M, S, W

Se não for exigida a especificação de um algarismo característico, este deverá ser substituído pela letra "X" (ou "XX" se forem omitidos os dois algarismos). As letras adicionais e/ou as letras suplementares podem ser omitidas sem substituição.
Se for utilizada mais do que uma letra suplementar deve aplicar-se a ordem alfabética.

Tabela 2. Significado da codificação do grau de proteção assegurado pelos invólucros

Letra	IP	Significado para a proteção		
		do equipamento	de pessoas	
Primeiro algarismo característico	Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de corpos sólidos	0	(Não protegido)	(Não protegido)
		1	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 50 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com as costas da mão
		2	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 12,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um dedo
		3	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro $\geq 2,5$ mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com uma ferramenta
		4	Protegido contra a penetração de corpos sólidos estranhos de diâmetro ≥ 1 mm	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		5	Protegido contra a penetração de poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
		6	Estanque à poeira	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio
Segundo algarismo característico	Grau de proteção dos invólucros de equipamentos elétricos contra a penetração de água	0	(Não protegido)	--
		1	Protegido contra a queda vertical de gotas de água	--
		2	Protegido contra a queda vertical de gotas de água com o invólucro inclinado no máximo 15º	--
		3	Protegido contra a chuva	--
		4	Protegido contra as projeções de água	--
		5	Protegido contra os jatos de água	--
		6	Protegido contra fortes jatos de água	--
		7	Protegido contra os efeitos de imersão temporária em água	--
		8	Protegido contra os efeitos da imersão permanente em água	--
9	Protegido contra os jatos a alta pressão e a alta temperatura	--		
Letra adicional (facultativa)	A	Protegido contra o acesso a partes perigosas com as costas da mão		
	B	Protegido contra o acesso a partes perigosas com o dedo e objetos análogos que não excedam um comprimento de 80 mm.		
	C	Protegido contra o acesso a partes perigosas com uma ferramenta com um diâmetro superior a 2,5 mm		
	D	Protegido contra o acesso a partes perigosas com um fio de diâmetro superior a 2,5 mm		
Letra supl. (facultativa)	H	Equipamento de alta tensão		
	M	Movimento durante o ensaio de água		
	S	Estacionário durante o ensaio de água		
	W	Intempéries		

1.4. Código IK

O código IK consiste num sistema de codificação para indicar o grau de proteção assegurado por um invólucro contra os impactos mecânicos nocivos, salvaguardando os materiais e/ou equipamentos que se encontram no seu interior.

O código IK é composto por um número característico de dois dígitos, localizado imediatamente após as letras "IK".

É graduado de 00 (zero) a 10 (dez), sendo que à medida que o seu valor aumenta, indica que a proteção contra impactos mecânicos é maior.

Tabela 3 - Codificação do grau de proteção contra os impactos mecânicos (código IK)

Posição	1	2
	Letras do código (Proteção mecânica internacional)	Grupo de números característico
Codificação	IK	De 00 a 10

Tabela 4 - Significado dos grupos de números característicos do grau de proteção contra os impactos mecânicos (código IK)

Número característico	Energia de impacto (Joule)
00	Não protegido
01	0.14
02	0.20
03	0.35
04	0.50
05	0.70
06	1
07	2
08	5
09	10
10	20

Quando for necessário um valor de energia de impacto superior, é recomendado a utilização do valor de 50 Joule.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:

Ana Catarina Aguiar Leitão Barbosa

Aluna do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto
1170560@isep.ipp.pt

António Augusto Araújo Gomes

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto
aag@isep.ipp.pt

José António Beleza Carvalho

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto
jbc@isep.ipp.pt

Nuno Miguel de Deus Anselmo Silva

Aluno do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto
1200314@isep.ipp.pt

Paulo Sérgio Fernandes Barros

Aluno do Mestrado Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto
1151044@isep.ipp.pt

Pedro Miguel Azevedo De Sousa Melo

Assistente 2.º Triénio, Instituto Superior de Engenharia do Porto
pma@isep.ipp.pt

Ricardo Manuel Oliveira Soares

Pós-Graduado em Engenharia da Mobilidade Elétrica, Instituto Superior de Engenharia do Porto
soares.ricardo.mo@gmail.com

Rui Jorge dos Santos Araújo e Conceição Baltazar

Pós-Graduado em Engenharia da Mobilidade Elétrica, Instituto Superior de Engenharia do Porto
ruibaltazar@hotmail.com

Sérgio Filipe Carvalho Ramos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto
scr@isep.ipp.pt

Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto
tan@isep.ipp.pt

