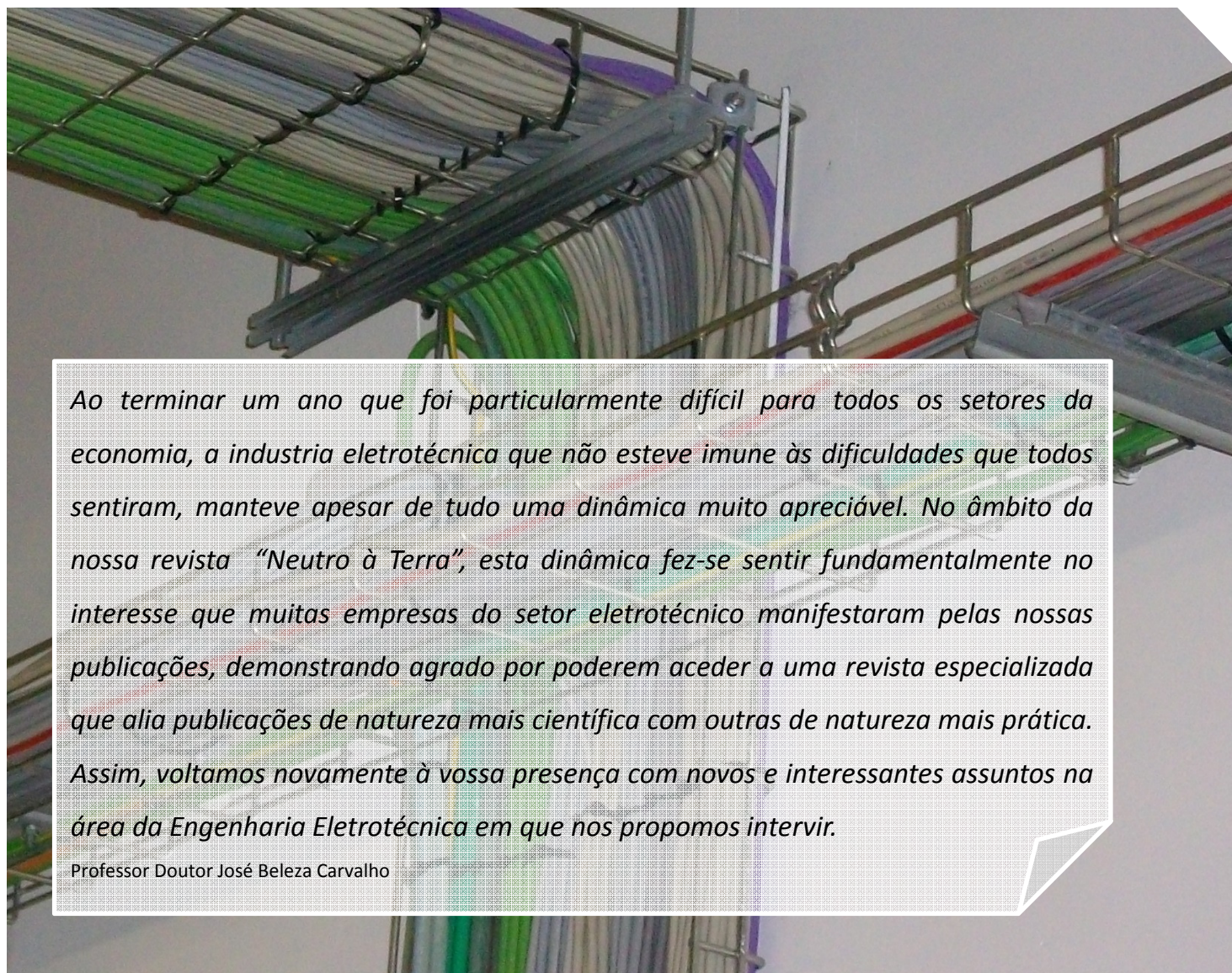




NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº12 | Dezembro de 2013

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



Ao terminar um ano que foi particularmente difícil para todos os setores da economia, a industria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que muitas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando agrado por poderem aceder a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Assim, voltamos novamente à vossa presença com novos e interessantes assuntos na área da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir.

Professor Doutor José Beleza Carvalho



**Máquinas
Elétricas**
Pág.5



**Energias
Renováveis**
Pág. 11



**Instalações
Elétricas**
Pág. 29



Telecomunicações
Pág. 45



Segurança
Pág. 51



**Eficiência
Energética**
Pág.55



**Automação
Domótica**
Pág. 61

Índice

03| Editorial

05| Máquinas Elétricas

Diagnóstico remoto de defeitos de cargas acopladas a um motor de indução.

António Manuel Luzano de Quadros Flores

11| Energias Renováveis

A tecnologia fotovoltaica de película fina. Afinal como estamos?

Nogueira F. , Paiva D. , Resende C.

17| Energy Storage Systems (Sistemas de Armazenamento de Energia)

Fábio Pereira

29| Instalações Elétricas

Secção ótima.

José Caldeirinha

37| Proposta de metodologia para avaliação de software comercial destinado ao projeto de engenharia da construção!

Ana Paula de Freitas Assis Antunes Duarte

45| Telecomunicações

Power Over Ethernet. A solução de vanguarda nas comunicações baseadas em IP.

Sérgio Filipe Carvalho Ramos

51| Segurança

Deteção automática de incêndios. Detetores lineares de calor e de fumos.

António Augusto Araújo Gomes

55| Eficiência Energética

Eficiência Energética na Iluminação Pública.

Roque Filipe Mesquita Brandão

61| Automação e Domótica

ISO 50001 norma mundial para a eficiência energética. Porquê uma norma mundial?

Paulo Alexandre Caldeira Branco

68| 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 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

Ao terminar um ano que foi particularmente difícil para todos os setores da economia, a indústria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que muitas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando agrado por poderem aceder a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Assim, voltamos novamente à vossa presença com novos e interessantes assuntos na área da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem 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.

No âmbito da publicação de artigos de cariz mais científicos, nesta edição da revista publica-se um artigo que analisa o desempenho de um motor de indução trifásico quando sujeito a uma perturbação da carga acoplada ao veio rotórico. No caso em análise, trata-se de um dente partido numa roda dentada de um redutor de velocidade. Este tipo de defeito produz uma interferência periódica com frequência igual à frequência de rotação da roda dentada que possui o dente partido. Neste artigo apresenta-se uma abordagem teórica dos fenómenos internos do motor de indução na presença de uma interferência periódica da carga mecânica revelando a presença de frequências características na corrente absorvida.

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. Em contrapartida, as energias renováveis conduzem a problemas de imprevisibilidade, devido ao facto de este tipo de produção estar dependente das condições climáticas adequadas, da época do ano e até da hora do dia. No setor elétrico é fundamental garantir o equilíbrio entre a produção e o consumo, como tal, os sistemas de armazenamento de energia elétrica, designados por *Energy Storage Systems* na literatura anglo-saxónica, podem ser usados para contribuir para esse equilíbrio. Estes sistemas permitem atenuar o problema da intermitência de produção, que é uma lacuna das energias renováveis. Nesta edição da revista publica-se um interessante artigo que analisa os diferentes tipos de armazenamento de energia, salientando a sua importância na exploração eficiente dos atuais Sistemas Elétricos de Energia.

No âmbito das instalações elétricas, publica-se um artigo que pode ser muito útil a quem tem como função dimensionar circuitos e redes de distribuição de energia elétrica. O dimensionamento da secção de um condutor elétrico deve assentar na satisfação de requisitos de natureza técnica e de natureza económica. Nem sempre a secção que satisfaz o requisito de natureza técnica, secção mínima, é a secção ótima para executar um circuito. No artigo que é publicado é feita uma análise técnica e económica sobre o dimensionamento da secção que minimiza os custos de exploração da instalação, tendo como base o regime de carga, o tempo de vida útil da instalação e o período de tempo necessário para que o investimento inicial seja amortizado.

A iluminação pública é responsável por 3% do consumo de energia elétrica em Portugal, tendo havido um crescimento do consumo neste setor entre 2000 e 2011 de cerca de 55%, com uma taxa média de crescimento anual de cerca de 5,1%. No ano de 2011, os custos com a iluminação pública rondaram os 170 M€, sendo que grande parte foram assegurados pelos Municípios. Atendendo ao panorama financeiro delicado de grande parte das autarquias do País, e sabendo que a iluminação pública tem um peso considerável nas despesas anuais de energia elétrica, faz sentido que se concentre aqui um esforço para tornar mais eficientes estas instalações. Nesta edição da revista “Neutro à Terra”, apresenta-se um artigo sobre as tecnologias possíveis de adotar que podem permitir economias diretas nos consumos de energia e/ou levar a um aumento da vida útil das lâmpadas, permitindo uma redução dos custos de manutenção das instalações de iluminação pública.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos muito interessantes e atuais, como um artigo que aborda a Tecnologia Fotovoltaica de Película Fina, um artigo muito importante sobre Detecção Automática de Incêndios, um artigo sobre Avaliação do Software Comercial Destinado ao Projeto de Engenharia da Construção e, no âmbito das telecomunicações, um interessante e agradável artigo sobre *Power Over Ethernet*, onde é feita uma resenha histórica sobre a evolução das tecnologias das telecomunicações desde Alexander Bell até aos nossos dias.

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^o Mesquita Guimarães.

Esperando que esta edição da revista “Neutro à Terra” satisfaça novamente as expectativas dos nossos leitores, e desejando a todos um Bom Ano de 2014, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, dezembro de 2013

José António Beleza Carvalho

SECÇÃO ÓTIMA



1. Introdução

Nem sempre a secção definida ou tabelada como “mínima” para uma determinada corrente de serviço é a secção ótima para executar um circuito. Esta secção dependerá do valor da carga e da quantidade de tempo a que está sujeita, podendo compensar economicamente executar o circuito com uma secção superior, obtendo-se o retorno do investimento com a redução das perdas por efeito de Joule.

2. Secção ótima de um circuito monofásico

Ponderar se compensa executar um circuito com uma secção superior à estipulada ou à mínima tabelada, passa por relacionar o investimento acrescido numa secção superior com o eventual ganho em eficiência que se alcançará. Para tal, ter-se-á que contar com o custo dos condutores e sobretudo estimar a eficiência do circuito a alimentar considerando as duas secções em ponderação. Esta relação de custo com eficiência irá permitir calcular o retorno do investimento em número de anos, ou seja, o tempo que levará a pagar o investimento acrescido realizado.

O retorno do investimento para um circuito monofásico, o chamado *Payback*, é dado pela expressão seguinte:

$$Payback_{anos} = \frac{\text{Investimento adicional em condutores}}{\text{Poupança adicional em Perdas}}$$

Em que:

- O “Investimento adicional em condutores” representa o encargo acrescido para se executar o circuito com uma secção superior;
- A “Poupança adicional em perdas” representa a poupança em perdas por efeito de Joule por ano, valorizadas ao preço do kWh, por se optar por condutores de secção superior, logo com menos perdas”.

Assim, o *Payback* em anos poderá ser obtido da seguinte forma:

$$Payback_{anos} = \frac{\text{Custo Circuito}_2 - \text{Custo Circuito}_1}{(\text{Perdas}_{\text{circuito1/ano}} - \text{Perdas}_{\text{circuito2/ano}}) * \text{Preço kWh}}$$

Considerando que as perdas por efeito de Joule são dadas pela expressão:

$$P = R * I^2 \quad \text{sendo} \quad R = \frac{\rho * L}{S}$$

A expressão do *Payback* poderá ser obtida da seguinte forma:

$$Payback_{anos} = \frac{Custo_{Circuito2} - Custo_{Circuito1}}{2 * I^2 * \rho * L * \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right) * \frac{1}{1000} * h * 365 * Preço_{kWh}}$$

Em que, relativamente ao numerador:

- O custo do circuito X contempla o custo dos 3 condutores: fase, neutro e terra, para as secções em comparação (S_1 é a secção mínima e S_2 a secção a ponderar).

Relativamente ao denominador:

- O primeiro “2” refere-se às perdas em 2 condutores, de fase e neutro;
- “ I^2 ” representa a corrente que percorre o circuito ao quadrado;
- “ ρ ” a resistividade à temperatura de serviço;
- “ L ” o comprimento do circuito;
- “ S_1 ” e “ S_2 ” são as secções dos condutores em comparação;
- “ h ” as horas de utilização diárias, ou as horas em carga.

Veja-se, a título de exemplo, um circuito monofásico com uma carga resistiva pura:

$$\cos\phi \approx 1 \Rightarrow S \approx P = 2000W ; U = 230V ; L = 15m$$

A potência do circuito é uma variável importante, pois é esta que irá definir a corrente que percorrerá os condutores, estando diretamente relacionada com as perdas por efeito de Joule.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{230} = 8,7A$$

Para a corrente e comprimento em causa e de acordo com as tabelas da corrente máxima admissível dos condutores nos vários modos de instalação (RTIEBT), a secção de 2,5mm² será suficiente para alimentar uma carga de 2000W.

A questão é:

Será que compensará, economicamente, optar por um condutor de 4mm², ou apenas em algumas condições se torna vantajoso optar por esta secção?

$$\text{Resistência do condutor } 2,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow R = \frac{\rho L}{S} = 0,135\Omega$$

$$\text{Resistência do condutor } 4 \text{ mm}^2 \Rightarrow R = \frac{\rho L}{S} = 0,084\Omega$$

As perdas por efeito de Joule instantâneas serão, por condutor:

$$Perdas_{Condutor1} = R_{C1} * I^2 = 10,22W$$

$$Perdas_{Condutor2} = R_{C2} * I^2 = 6,36W$$

Sendo o circuito monofásico, a corrente no condutor neutro é igual à corrente no condutor de fase, ou seja, as perdas por efeito de Joule são iguais em ambos os condutores, consequentemente o conjunto das perdas no circuito será o dobro das verificadas no condutor de fase:

$$Perdas_{C1} = 2 * R_{C1} * I^2 = 20,44W$$

$$Perdas_{C2} = 2 * R_{C2} * I^2 = 12,72W$$

A tabela 1 faz um resumo do anteriormente referido.

Tabela 1 – Resumo das perdas nos condutores

	Resistência do condutor	Perdas no condutor	Perdas no circuito
Circuito 1 Condutor 2,5mm ²	0,135 Ω	10,22 W	20,44 W
Circuito 2 Condutor 4mm ²	0,084 Ω	6,36 W	12,72 W

Por cada período de 1 hora de utilização do circuito, as perdas por efeito de Joule serão:

$$Perdas_{C1} = 2 * R_{C1} * I^2 = 20,44Wh$$

$$Perdas_{C2} = 2 * R_{C2} * I^2 = 12,72Wh$$

Se se considerar uma utilização de uma hora diária, durante um ano (365 horas) as perdas acumuladas serão respetivamente de:

$$Perdas_{C1} = 20,44Wh * 365dias = 7,77kWh$$

$$Perdas_{C2} = 12,72Wh * 365dias = 4,64kWh$$

Supondo que a utilização é intensiva, por exemplo, num comércio ou numa indústria em que a utilização é muito superior podendo atingir 8 horas por dia em carga, as perdas acumuladas anualmente serão nesta situação:

$$Perdas_{C1} = 20,44Wh * 365dias * 8horas = 62,16kWh$$

$$Perdas_{C2} = 12,72Wh * 365dias * 8horas = 37,12kWh$$

A tabela 2 faz um resumo do anteriormente referido.

Tabela 2 – Perdas nos condutores para as diversas situações de utilização dos circuitos

	1 Hora	8 Horas	1 Hora por dia por ano	8 Horas por dia por ano
Perdas C1	20,44Wh	163,52Wh	7,77kWh	62,16kWh
Perdas C2	12,72Wh	101,76Wh	4,64kWh	37,12kWh

Considerando o preço por kWh da tarifa regulada em 2013 de 0,14€/kWh (sem IVA) o custo em perdas é, para as várias situações, o indicado na tabela 3:

Tabela 3 – Custos das perdas nos condutores para as diversas situações de utilização dos circuitos

	1 Hora por dia por ano	8 Horas por dia por ano	1 Hora por dia durante 10 anos	8 Horas por dia durante 10 anos
Perdas C1	1,04€	8,35€	10,43€	83,46€
Perdas C2	0,62€	5,22€	4,35€	52,16€

Então, do ponto de vista económico, em que situações compensará executar o circuito com condutores de 2,5mm² ou de 4mm² de secção?

Considerando um custo médio dos condutores (sem IVA), conforme indicado na tabela 4:

Tabela 4 – Custo médio dos condutores (sem IVA)

	1 metro de condutor	15 metros de condutor	15 metros 3 condutores
Condutor 2,5 mm ²	0,36€	5,4€	16,2€
Condutor 4 mm ²	0,56€	8,4€	25,2€

O “custo dos condutores” deverá ser o custo para o cliente final, pois é este que terá de compensar o investimento adicional com a poupança nas perdas por efeito de Joule.

Sendo o cálculo do *Payback* dado pela expressão:

$$Payback_{anos} = \frac{Custo_{Circuito2} - Custo_{Circuito1}}{(Perdas_{circuito1ano} - Perdas_{circuito2ano}) * Preço_{kWh}}$$

Aplicado ao exemplo em análise, executar o circuito com condutores de 2,5mm² terá um custo inicial de 16,2€ e executar o circuito com condutores de 4mm² terá um custo de 25,2€.

$$Payback_{1h\ dia} = \frac{Investimento\ adicional\ em\ condutores}{Poupança\ adicional\ em\ Perdas} = \frac{25,2 - 16,2}{1,04 - 0,62} = 21,43\ Anos$$

$$Payback_{8h\ dia} = \frac{Investimento\ adicional\ em\ condutores}{Poupança\ adicional\ em\ Perdas} = \frac{25,2 - 16,2}{8,35 - 5,22} = 2,88\ Anos$$

Conclui-se assim que, se se considerar uma utilização diária de uma hora durante 365 dias, a secção ótima será a secção mínima tabelada 2,5mm²; no entanto, se o circuito tiver uma utilização intensiva, tomando por exemplo as 8 horas por dia, a secção ótima é 4mm² e não a mínima regulamentar.

Nota: Duas das variáveis dependem de “custos”, o Custo do Circuito e o Custo do kWh, se ambas forem variando anualmente com base na inflação, não terá impacto no *Payback* do investimento.

No entanto, se se verificar o que tem acontecido nos últimos anos, ou seja, o preço da energia tem tido uma subida superior à inflação, significa que a energia vai ficando mais cara relativamente ao custo dos condutores, existindo assim uma grande probabilidade do *Payback* em anos vir a ser menor do que o inicialmente estimado.

O gráfico 1 mostra o *Payback* do investimento em função da utilização diária.

Analizando o gráfico, considerando uma carga com uma potência de 2000W, se se pretender “oferecer” um *Payback* de 10 anos, seria necessária uma utilização de aproximadamente 2 horas e meia diárias. Já para um *Payback* de 5 anos, implicaria uma utilização diária de aproximadamente 5 horas.

Payback em anos

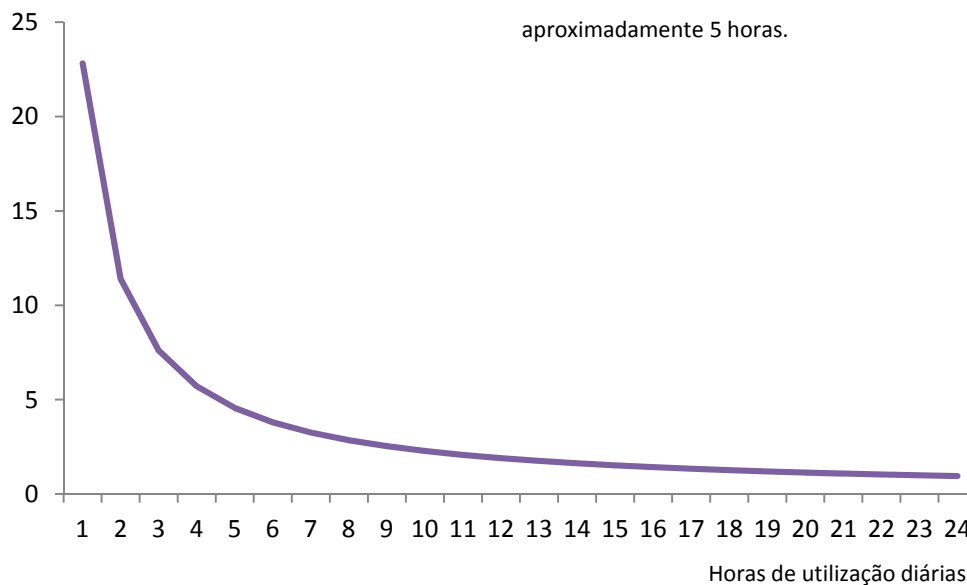


Gráfico 1 – *Payback* do investimento em função da utilização diária

Se se pretender “oferecer” um *Payback* em função das horas de utilização diárias necessárias e da potência do circuito, estas poderão ser calculadas da seguinte forma:

$$horas / dia = \frac{Custo\ Circuito_2 - Custo\ Cirtcuito_1}{Payback_{anos} * \left(\frac{P}{U}\right)^2 * 2 * \rho * L * \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right) * \frac{1}{1000} * 365 * Preço\ kWh}$$

Se o resultado da quantidade de horas de utilização diárias necessária for:

- Superior a 24 horas diárias, significa que será impossível alcançar o *Payback* desejado;
- Inferior a 24 horas diárias, mas superior à utilização expectável, o *Payback* desejado não será alcançado;
- Igual às horas de utilização expectáveis, o *Payback* desejado será alcançado no tempo desejado;
- Inferior a 24 horas diárias e inferior à utilização expectável, o *Payback* desejado será alcançado antes do tempo desejado.

A tabela 5 faz um resumo do anteriormente referido.

Relativamente à influência que as restantes variáveis têm sobre o *Payback* do investimento:

- Quanto mais baixo for o custo dos condutores, menor será a quantidades de horas de utilização diária necessária;
- Quanto maior for a Potência P do circuito, menos horas de utilização diária serão necessárias;
- Quanto maior for o comprimento L, maiores serão as perdas nos condutores, pelo que serão necessárias menos horas de utilização diária;
- Quanto maior for o preço do kWh, menos horas de utilização diária serão necessárias.

Tabela 5– *Payback* em função das horas de utilização

Horas de utilização h	h > 24	24 > h > 0 e h > expectável	24 > h > 0 e h = expectável	24 > h > 0 e h < expectável
O <i>Payback</i> será	Impossível	Impossível	Alcançado	Superado

A título de exemplo, se se considerar uma utilização diária de 8 horas, o *Payback* em função da potência do circuito é o indicado no gráfico 2.

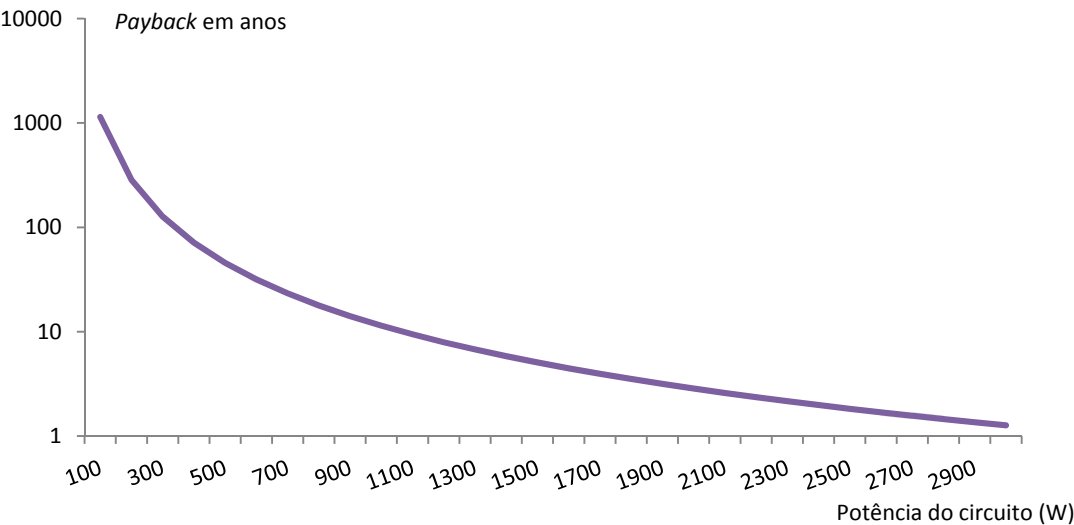


Gráfico 2 – *Payback* do investimento em função da potência do circuito

Ou seja, se se considerar 10 anos como um *Payback* aceitável, só a partir de uma potência de 1200W é que compensaria executar o circuito com uma secção superior.

combinações “Horas de utilização Vs Potência do circuito” que justificariam o investimento e a área a vermelho, as combinações que não compensariam o investimento.

Por fim, se se considerar o *Payback* de 10 anos como “aceitável”, a área a verde, da figura 1, representa as

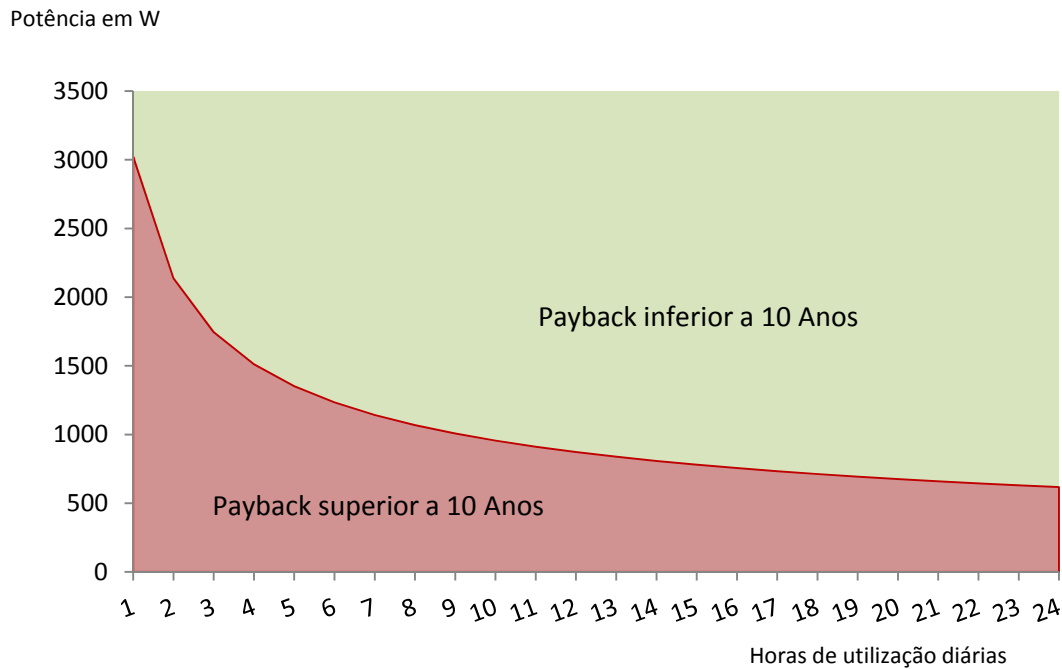


Figura 1 – *Payback* do investimento em função da potência e das horas diárias de utilização

Simplificação do cálculo:

$$Payback_{anos} = \frac{Custo\ Circuito_2 - Custo\ Circuito_1}{2 * \left(\frac{P}{U}\right)^2 * \rho * L * \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2}\right) * \frac{1}{1000} * h * ds * 52 * Preço\ kWh} \Leftrightarrow$$

$$Payback_{anos} = \frac{3 * L * (Custo\ por\ metro_2 - Custo\ por\ metro_1)}{2 * (I)^2 * L * (R_{1/metro} - R_{2/metro}) * \frac{52}{1000} * h * ds * Preço\ kWh} \Leftrightarrow$$

$$Payback_{anos} = \frac{3 * (Custo\ por\ metro_2 - Custo\ por\ metro_1)}{2 * (I)^2 * (R_{1/metro} - R_{2/metro}) * \frac{52}{1000} * h * ds * Preço\ kWh} \Leftrightarrow$$

A fórmula simplificada para o cálculo do *Payback* em monofásico será então:

$$Payback_{anos} = \frac{28,85 * (Custo\ por\ metro_2 - Custo\ por\ metro_1)}{(I)^2 * (R_{1/metro} - R_{2/metro}) * h * ds * Preço\ kWh}$$

Para se obter o *Payback* em anos, dever-se-á inserir o “Custo por metro” de cada um dos condutores (onde o índice 1 é a secção mínima e o índice 2 a secção a ponderar), a corrente “I” (em função da potência da carga a alimentar), as horas de utilização diárias previsíveis “h”, os dias de utilização semanais “ds” (de 1 a 7) e o “Preço por kWh”.

A resistência por metro de condutor a utilizar na expressão anterior é a indicada na tabela 5, tendo sido considerada a resistividade à temperatura de serviço.

3. Conclusões

A secção ótima de um circuito dependerá não só da corrente de serviço desse circuito e da corrente máxima admissível dos condutores, mas também da utilização em horas que lhe será dada.

Em situações onde existe uma “utilização intensiva” de um circuito, a opção por uma secção “ótima” em vez da secção “mínima tabelada” permite, não só um retorno rápido do investimento, mas também, após esse retorno, uma receita contínua através da poupança em perdas por efeito de Joule.

Tabela 5 – Resistência por metro de condutor

Secção em mm ²	Resistência por metro em Cobre	Resistência por metro em Alumínio
1,5	0,01500	-
2,5	0,00900	-
4	0,00563	-
6	0,00375	-
10	0,00225	-
16	0,00141	0,00225
25	0,00090	0,00144
35	0,00064	0,00103
50	0,00045	0,00072
70	0,00032	0,00051
95	0,00024	0,00038
120	0,00019	0,00030
150	0,00015	0,00024
185	0,00012	0,00019
240	0,00009	0,00015
300	0,00008	0,00012
400	0,00006	0,00009
$\rho_{cobre} = 0,0225 \Omega mm^2 / m$		$\rho_{alumínio} = 0,036 \Omega mm^2 / m$

LABORATÓRIO DE ELETROMAGNETISMO - ENG^o MESQUITA GUIMARÃES

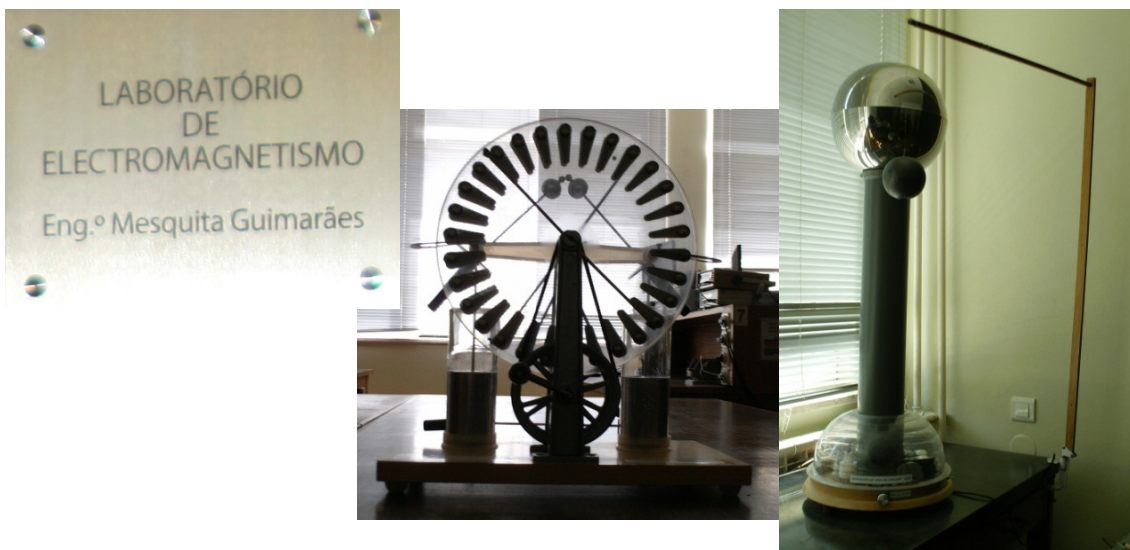
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO - DEPARTAMENTO ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

O laboratório de eletromagnetismo inicialmente localizado no 2^o. piso do edifício I, após a realização de obras de remodelação foi transferido para o 3^o. piso do mesmo edifício, onde atualmente se encontra. No ano de 2009, o seu nome sofreu uma alteração, passando a designa-se “Laboratório de Electromagnetismo – Eng^o. Mesquita Guimarães”, em homenagem a um docente deste departamento que dedicou com grande mérito 30 anos da sua carreira profissional. Este docente, desenvolveu diversas atividades no DEE e no ISEP, nomeadamente a docência, presidência do DEE, direção dos cursos de Sistemas Elétricos de Energia e dos CESE de Comandos e Proteções, membro de órgãos de gestão da escola, entre várias outras tarefas.

Este laboratório é fundamentalmente utilizado para a lecionação da unidade curricular de Eletromagnetismo das licenciaturas de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores e Engenharia Eletrotécnica - Sistemas de Elétricos de Energia. Sendo esta unidade curricular uma das primeiras a ser lecionada nestes cursos, tem por finalidade fornecer aos alunos conhecimentos no domínio dos campos elétricos e magnéticos, que serão posteriormente utilizados noutras unidades curriculares de ambos os cursos.

O laboratório de eletromagnetismo possui vários equipamentos de relevante importância para a temática do eletromagnetismo, estando disponíveis máquinas electroestáticas como o gerador de Van der Graaf ou a máquina de Wimshurst, e vários outros materiais e equipamentos de medida que permitem aos alunos efetuarem experiências relacionadas com os campos elétricos e magnéticos, indução eletromagnética, leis de Maxwell e materiais e circuitos magnéticos. Algumas experiências aqui realizadas visam detetar a presença de cargas elétricas, deteção de campos magnéticos, verificação da existência de fem induzidas, forças magnéticas, materiais magnéticos e ciclo histerético.

Estas experiências permitem aos alunos, entre outros conceitos, obter uma visão da relação entre a carga elétrica e o magnetismo. É com base nestas relações que se compreendem os princípios de funcionamento de dois componentes elétricos essenciais, os condensadores e as bobinas e das máquinas elétricas, transformadores, motores, etc.



COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Ana Paula de Freitas Assis Antunes

paula.assis@topinformatica.pt

Licenciada em Engenharia Civil - Ramo Produção e mestre em Engenharia Civil - Opção de Estruturas, Geotecnia e Fundações pela Universidade do Minho.

Docente na Universidade do Minho nas disciplinas de Materiais de Construção, Geotecnia, Hidráulica Geral, Obras Marítimas e Fluviais, entre 1988 e 1990 e nas disciplinas de Estruturas de Betão I e II, desde 2005.

Sócia da empresa Top - Informática, Lda., exerce funções de direção técnica (desde 1991) e direção geral (desde 2001).

Foi sócia fundadora da empresa TDP - Projeto e Fiscalização, Lda., em 1991, exerceu funções de direção técnica e execução de projetos de engenharia civil entre 1991 e 1994.



Top Informática, Lda.

Empresa fundada em 1988, é responsável pela conceção, adaptação e comercialização dos programas da CYPE para Portugal desde 1991. Dedicar grande parte dos seus recursos à identificação de requisitos regulamentares, da escola e práticas portuguesas, disponibilizando versões do software para a engenharia do projeto de construção. Encontra-se atualmente em fase de expansão para Angola, Moçambique e Cabo Verde.



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.



António Manuel Luzano de Quadros Flores

(aqf@isep.ipp.pt)

Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Especialidade de Sistemas de Energia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2013);

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; "M.B.A." em Gestão na Escola de Gestão do Porto da Universidade do Porto (1999);

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Produção, Transporte e Distribuição de Energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1982);

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1993;

Desenvolveu atividade na SOLIDAL no controlo de qualidade e manutenção, na EFACEC na área comercial de exportação de máquinas elétricas, na British United Shoe Machinery na área de manutenção, na ALCATEL-Austrália na área de manutenção, na ELECTROEXPRESS, em Sidney, na área de manutenção e instalações elétricas.



Carlos Alberto Gomes Resende

1120937@isep.ipp.pt

Licenciado em Engenharia Eletrónica e Automação, pelo Instituto Superior Politécnico Gaya (ISPGaya).

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).



Daniel Filipe da Silva Paiva

danielfspaiva@gmail.com

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), 2011.

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Bolseiro de Investigação em Eficiência Energética, GECAD, ISEP.

COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



Fábio Emanuel dos Santos Nogueira

1130258@isep.ipp.pt

Aluno do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Colaborador no Instituto Politécnico do Porto (IPP) e no GILT.ISEP.



Fábio Joel Gouveia Pereira

1100343@isep.ipp.pt

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, Portugal, 2013.

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, Portugal.



José Caldeirinha

jose.caldeirinha@certiel.pt

Licenciado em engenharia eletrotécnica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, mestre em engenharia eletrotécnica na área das energias renováveis, pela mesma Faculdade e especializado em Gestão pelo ISEG. Desde há 12 anos que é analista técnico do quadro da CERTIEL - Associação Certificadora de Instalações Elétricas, afeto ao Gabinete Técnico.



CERTIEL – Associação Certificadora de Instalações Elétricas

Paulo Alexandre Caldeira Branco

paulo.branco@pt.abb.com

Formação superior em engenharia eletrotécnica, na área de energia e sistemas de potência. Quadro superior da ABB, SA, no departamento de Marketing da Baixa Tensão. Responsável pelo suporte técnico e legislativo junto da área de projeto e consultoria.



ABB, S.A.

Quinta da Fonte, Edifício Plaza I, 2774-002 Paço de Arcos,

Tel. +351 214 256 000 Fax.+351 214 256 247

contactos.clientes@pt.abb.com

<http://www.abb.pt/>



Roque Filipe Mesquita Brandão

rfb@isep.ipp.pt

Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Elétricos 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.



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.

