

# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica

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

*Voltamos à Vossa presença com mais uma edição da nossa revista Neutro-à-Terra.*

*Estamos certos que a qualidade dos artigos publicados nesta edição seguramente que compensarão a curiosidade e o interesse de todos os nossos habituais leitores, que nos privilegiam com o seu interesse desde o início das nossas publicações.*

*Já são 12 anos em que sem interrupções honramos o compromisso que temos convosco.*

*José Beleza Carvalho, Professor Doutor*



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



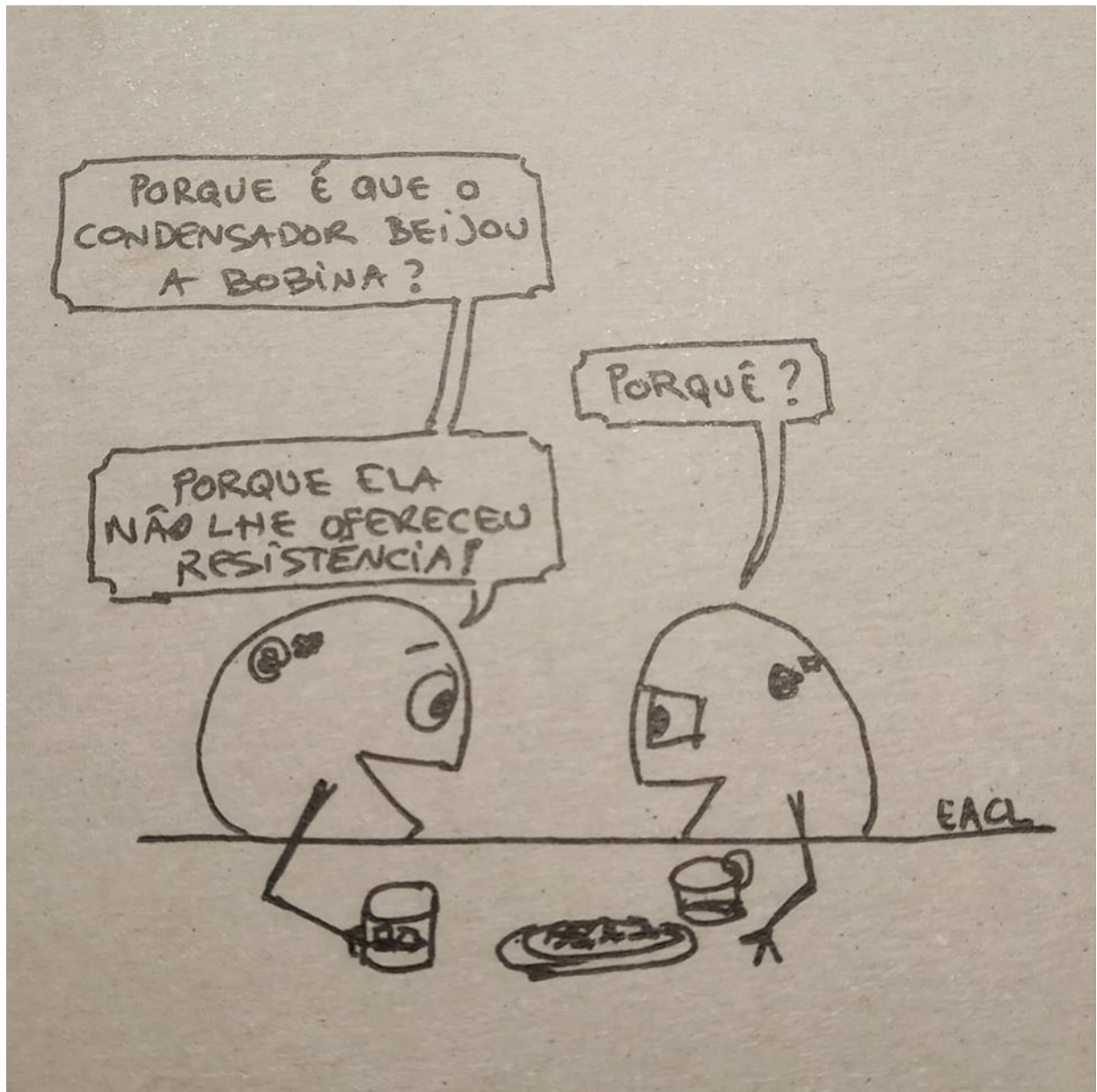
Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica



- Editorial	5
- Rede Nacional de Transporte Célia Maria dos Santos Carneiro	9
- Potencial Energético das Correntes de Maré na Ria de Aveiro João Pedro Pereira da Rocha, J.Dias	25
- Syzing and Analisis of a Photovoltaic System for Self-consumption César M. S. Santos	37
- Solar Power Support of Luxury Boat Aleksandra Wawrzyniak	43
- Evolução das Classes de Rendimento de Motores Eléctricos Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo	53
- Experimental analysis of a DC current-controlled variable inductor in a DC-DC converter André P. Mendes; Bruno Baptista; Marina S. Perdigoão; André M. S. Mendes	61
- A Engenharia ao Serviço da Segurança Alexandre Chamusca	71
- Regulamentos técnicos no âmbito das instalações eléctricas António Augusto Araújo Gomes	75
- Autores	

## 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 Eléctricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt

**Título:** Instalações Elétricas de Baixa Tensão: Dimensionamento e Proteção de Canalizações Elétricas  
**Autor:** António Augusto Araújo Gomes, Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva, José António Beleza Carvalho  
**Editora:** Publindústria  
**Data de Edição:** 2017  
**ISBN:** 9789897232046  
**Nº Páginas:** 114  
**Encadernação:** Capa mole

**Sinopse:**

Esta obra pretende ser, acima de tudo, uma ferramenta didática de apoio aos alunos de cursos de engenharia eletrotécnica, bem como a técnicos responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas. Pretende ser ainda uma ferramenta prática de estudo e de trabalho, capaz de transmitir conhecimentos técnicos, normativos e regulamentares sobre o dimensionamento e proteção de canalizações elétricas aos diversos agentes eletrotécnicos, tornando-os capazes de, para cada instalação nas quais sejam intervenientes, selecionar o tipo de canalização e o modo de instalação mais adequados, de forma a maximizar a segurança, a fiabilidade e a funcionalidade, assim como os custos de execução e exploração das instalações.

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO**

Dimensionamento e Proteção de Canalizações Elétricas

**SOBRE O LIVRO**

Esta obra pretende ser, acima de tudo, uma ferramenta didática de apoio aos alunos de cursos de engenharia eletrotécnica, bem como a técnicos responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas.

Pretende ser ainda uma ferramenta prática de estudo e de trabalho, capaz de transmitir conhecimentos técnicos, normativos e regulamentares sobre o dimensionamento e proteção de canalizações elétricas aos diversos agentes eletrotécnicos, tornando-os capazes de, para cada instalação nas quais sejam intervenientes, selecionar o tipo de canalização e o modo de instalação mais adequados, de forma a maximizar a segurança, a fiabilidade e a funcionalidade, assim como os custos de execução e exploração das instalações.

**SOBRE OS AUTORES**

**António Augusto Araújo Gomes**

Bacharel em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto – licenciado em Eletricidade (que inclui) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Professor adjunto no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador do Orçamento na CEFAEPUS – Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Sócio da empresa Realto à Terra – Gabinete de Engenharia, Lda (2002 a 2006). Prestação de serviços de formação e supervisão de trabalhos e atividades consultivas no âmbito das instalações elétricas, telecomunicações, segurança, gestão de energia, eficiência energética, a diversas entidades nomeadamente: NORVIA – Consultores de Engenharia, S.A.; Schmalz – Engenharia e Serviços, Lda; ENERPO – Consultores de Engenharia, Lda; EG – Instituto de Substituição e Qualidade, Quilóvas – Fabrica de Quadros Elétricos, S.A.; EP – Instituto Eletrotécnico Português; CEMETEC – Centro de Energia e Tecnologia; ANACOM – Autoridade Nacional das Telecomunicações; IET – Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico; ENX – Agência de Energia Entre Douro e Vouga.

**Henrique Jorge de Jesus Ribeiro da Silva**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica, ramo de Produção, Transporte e Distribuição de energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Mestre (gr. Bolonha) em Engenharia Industrial, pela Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

**José António Beleza Carvalho**

Bacharel em Engenharia Eletrotécnica pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto; Mestre e Doutor em Engenharia Eletrotécnica na especialidade de sistemas de energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, desempenhando as funções de Diretor do Departamento, vogal e direção de Escola Tecnológica de Vals de Camarã como investigador do Instituto Politécnico do Porto. Autor de vários artigos publicados em conferências nacionais e internacionais, diretor de revista neutro-ôter e integrou vários júris de provas públicas de doutoramento e para a câmara do ensino superior.

**ENGEBOOK**

Família Empresarial de Manuais de Instalações Elétricas

Com o apoio de 



Estimados leitores

Um pouco mais tarde que o habitual, pois os afazeres dos responsáveis pela edição da revista no fim de um ano letivo numa escola prestigiada de Engenharia são sempre muitos e complicados, voltamos à Vossa presença com mais uma edição da nossa revista Neutro-à-Terra. Estamos certos que a qualidade dos artigos publicados nesta edição seguramente que compensarão a curiosidade e o interesse de todos os nossos habituais leitores, que nos privilegiam com o seu interesse desde o início das nossas publicações. Já são 12 anos em que sem interrupções honramos o compromisso que temos convosco.

Numa revista focada nas áreas de especialização da Engenharia Eletrotécnica, tem sido falha dos editores a não apresentação de um artigo técnico-científico que apresente de uma forma clara e suficientemente desenvolvida o funcionamento de um Sistema Elétrico de Energia, ou seja, a produção, o transporte e distribuição de energia elétrica que todos usufruímos diariamente nas nossas atividades. Esta falta é compensada nesta edição da nossa revista, com apresentação de um artigo muito interessante sobre a Rede Nacional de Transporte e o funcionamento do Sistema Elétrico de Energia Português, da autoria da Engenheira Célia Carneiro, Mestre em Engenharia Eletrotécnica pelo ISEP, e operadora responsável no Centro de Operações da Rede de Muito Alta Tensão, localizado em Vermoim.

Os trabalhos de investigação desenvolvidos no ISEP, fundamentalmente no âmbito do desenvolvimento de Dissertações de Mestrado, permitem a realização de artigos científicos de elevada qualidade. Nesta edição publica-se dois artigos científicos em Inglês, *“Syzing and Analisis of a Photovoltaic System for Self-Consumption”* e *“Solar Power Support Of Luxury Boat”*, mantendo assim o compromisso que temos em regularmente publicar artigos científicos em língua Inglesa, fundamentalmente destinados aos nossos leitores dos países Anglo-Saxónicos. Ainda neste âmbito, merece particular destaque um artigo científico publicado conjuntamente por 2 investigadores da WEG e do Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade de Coimbra, *“Experimental Analysis of a DC Current-Controlled Variable Inductor in a DC-DC Converter”*.

No âmbito das Máquinas Elétricas, como tem sido habitual nas nossas recentes edições, publica-se mais um interessante artigo da autoria do Eng<sup>o</sup> Pedro Melo, neste caso sobre a *“Evolução das Classes de Rendimento de Motores Elétricos”*, onde se apresenta uma síntese da evolução das classes de rendimento de motores elétricos de alcance internacional. Começando pelo acordo CE/CEMEP, no contexto europeu, referindo depois as sucessivas normas internacionais CEI, as quais traduzem a evolução da classificação IE.

Nesta edição da nossa revista merecem ainda destaque alguns artigos de elevado valor técnico e científico. Apresenta-se um artigo sobre *“Potencial Energético das Correntes de Maré na Ria de Aveiro”*, onde é feita uma abordagem ao aproveitamento da energia cinética existente no movimento de água induzido pela propagação das marés na produção de energia elétrica. Apresenta-se também um artigo sobre *“A Engenharia ao Serviço da Segurança”*, onde são abordadas as exigências crescentes que se fazem sentir nesta crescente área de negócio. Finalmente, mas não de menor importância, apresenta-se um artigo sobre *“Regulamentos Técnicos no Âmbito das Instalações Elétricas”*, da autoria do Eng<sup>o</sup> António Gomes, um especialista que tem vindo aprofundar este assunto nas suas atividades profissionais e também em publicações que tem efetuado sobre o assunto.

Fazendo votos que esta 23<sup>a</sup> edição da nossa revista *“Neutro à Terra”* vá novamente ao encontro das expectativas dos nossos leitores, estes semestre um pouco mais tarde que o habitual, mas com artigos de elevado valor técnico e científico, apresento os meus cordiais cumprimentos.

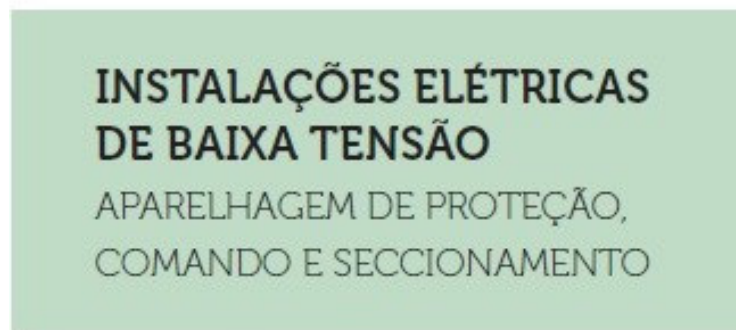
Porto, julho de 2019

José António Beleza Carvalho

**Título:** Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Aparelhagem de Proteção, Comando e Seccionamento  
**Autor:** António Augusto Araújo Gomes, Sérgio Filipe Carvalho Ramos, André Fernando Ribeiro de Sá  
**Editora:** Publindústria  
**Data de Edição:** Engebook  
**ISBN:** 9789898927187  
**Nº Páginas:** 226  
**Encadernação:** Capa mole

**Sinopse:**

A obra Instalações Elétricas de Baixa Tensão - Aparelhagem de Proteção, Comando e Seccionamento pretende ser, acima de tudo, uma ferramenta didática de apoio aos alunos de cursos de Engenharia Eletrotécnica, bem como a Técnicos Responsáveis pelo projeto, execução e exploração de instalações elétricas. Pretende ser, ainda, uma ferramenta prática de estudo e de trabalho, capaz de transmitir conhecimentos técnicos, tecnológicos, normativos e regulamentares sobre a aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão, aos diversos agentes eletrotécnicos, tornando-os capazes de, para cada instalação na qual sejam intervenientes, maximizar a segurança, a fiabilidade e a funcionalidade, assim como reduzir os custos de execução e exploração das instalações.



ENGEBOOK **ELEOTECNIA**

António Gomes  
 Sérgio Ramos  
 André Sá



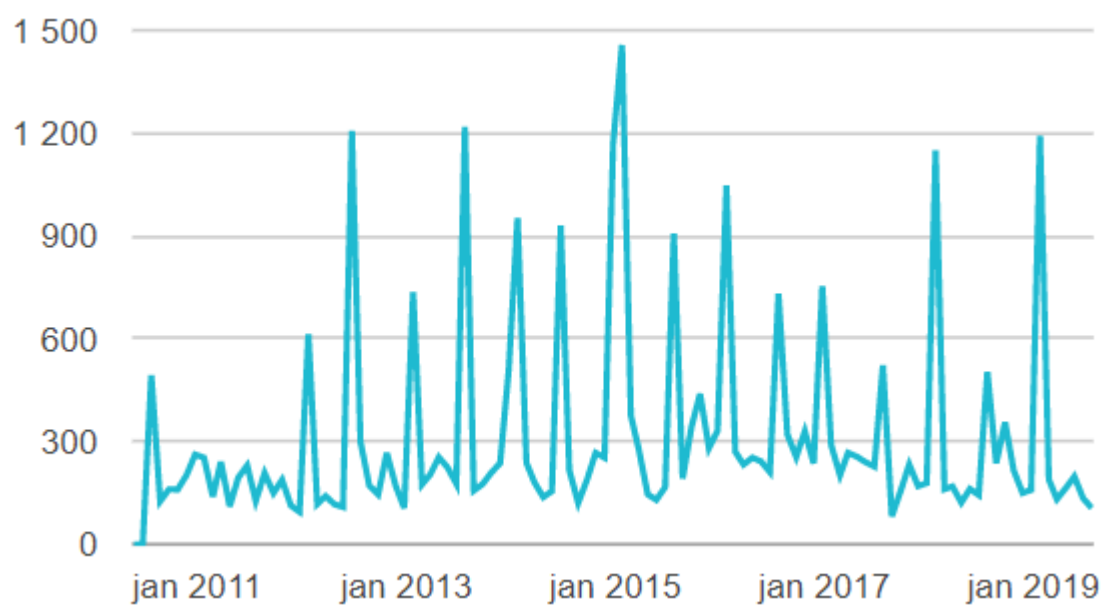
Blog:

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

Histórico de visualizações

**34 401**

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	25725
Estados Unidos	2950
Brasil	1956
Alemanha	531
França	445
Rússia	432
Angola	242
Reino Unido	205
Ucrânia	190
Espanha	137





## SYZING AND ANALISYS OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR SELF-CONSUMPTION

### ABSTRACT

*The use of photovoltaic systems is a key aspect for a sustainable energy future because allows the use of renewable energy, prevenient from the Sun, to produce the electricity needed. The present paper proposes the sizing of a PV system and his analysis to see how much impact it has on a company energy footprint and how much money they can save by not using electricity from the grid. For this project was used a simulator provided by SMA, showing that it's possible to invest on a PV system and get the payback in a few years.*

*Index Terms—Energy footprint; Photovoltaic System; Renewable Energy; Self-consumption.*

### 1. INTRODUCTION

In our world, there is an increasing trend of demand for electricity, extreme urgency to reduce the profound reliance on fossil fuels for power production and hence emissions, and energy security, among others. Intermittent energy technologies, such as wind and solar PV, are projected to reduce 80% to 90% of greenhouse gas (GHG) emissions by the year 2050 [1].

The photovoltaic systems (PV systems) are a great way to reduce the electrical energy produced by non-renewable sources because, in this systems, the electricity is obtained through the direct conversion of the sunlight. These systems follow a distributed production regime to promote the production near the point of consumption, reducing the electrical losses [2]. The integration of the electricity generated by a photovoltaic system into the grid can create problems - as excess of production – but can be solved through the development of adequate storage units [3].

Self-consumption also increases the market competition, because encourages new services that better suited the needs and in this way, the consumer becomes active in the investments transitions. Also, on residential and services, solar energy used for self-consumption protect the costumer from the volatility of the energy prices [4].

The paper presents a simulation of the sizing of a PV system to be used by a commercial store and his installation and is structured considering the following sections: Section II describes the proposed methodology; Section III presents a case study; and Section IV presents the main conclusions of the paper.

### 2. PHOTOCOLTAIC SOLAR ENERGY

The photovoltaic cell is a device made of a semiconductor material that when exposed to sunlight harvest an electron and creating a gap. The principle of the PV cell is to force the electrons to advance to the opposite side of the cell, producing a potential difference and consequently an electrical voltage. The electricity generated by the cells is formed in direct current (DC) and can be used or stored in batteries [5].

These systems are composed with a PV panel – association of PV cells encapsulated in two layers of EVA between a front glass slide and a thermoplastic polymer layer. The inverter is responsible for transforming the continuous electric current produced by the panels into alternated current (AC). This current can be injected on the grid or used for selfconsumption [6].

The electric conductor transports the electricity from its generation to the final consumer and the whole system is

controlled by an electrical panel that it's responsible for measuring all the consumptions [7].

### 3. CASE STUDY

#### A. Company and building

This project was done for a commercial store – Intermarché – located at Vila das Aves, Portugal, and is open to the public from 8AM to 22PM. The building has an area of 4000m<sup>2</sup> and about 2800m<sup>2</sup> of useful area. It is composed by two floors above the ground and has two slopes. The first floor consists in service to the public, storing area, a video surveillance room and an engine room. Regarding the second floor, this one has a much lower area, being only composed by offices for the administration. The roof of the building is made of prefabricated sandwich material and is supported by a structure of iron beams.

#### B. Analysis of the Electric Energy Bill

A photovoltaic sizing must be carried out in order to ensure maximum profitability of the same in order to obtain the shortest possible amortization period. Therefore, it is advisable to dimension the month of least consumption, in order to avoid waste of energy. These amounts are collected from the electricity bills of the company that contain the

quantities consumed and the periods in which it was consumed. With these elements it is possible to determine the power of the PV generator to optimize the investment.

After analyzing the consumptions, it is verified that the highest ones are found during the daytime regime, favoring the installation of a PV system because the consumption occurs during the periods where there is more sunlight, reducing significantly the bill during the hours where tariffs are higher.

From this table it's possible to see that the consumption varies throughout the year. This variation is directly related to the difference between the interior and exterior temperature of the building and the expenses necessary to maintain the desired interior temperature. Therefore, in order to avoid injecting electricity into the grid, this project should eliminate most of the needs in the months when consumption is lower.

#### C. Estimates of Photovoltaic Energy Produced

The location in question has a good solar exposer, having a peak solar hour (PSH) of 5.21h, which means that, each day, in average, exists 5.21 hours of hypothetical irradiation of 1000W/m<sup>2</sup> [8].

TABLE I. ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION

	Peak		Full	Normal Empty		Super Empty		
	h	kWh		h	kWh	h	kWh	
Jan	110	14916	304	32106	201	18837	124	4879
Feb	100	14421	268	29794	192	16272	112	4524
Mar	106	14006	289	31497	228	18464	124	5337
Apr	66	8138	336	35887	198	20167	120	6866
May	63	7535	343	36102	211	23456	124	7527
June	66	8201	322	39545	215	21995	120	6952
July	69	8933	350	41899	201	18357	124	6934
Aug	63	7898	329	37487	228	22049	124	6561
Sept	66	7833	336	36625	198	17006	120	6134
Oct	76	9131	340	34777	201	17370	124	6080
Nov	105	12837	275	28448	225	17697	120	5573
Dec	115	14916	304	32106	201	18837	124	4879
T		128765		416273		230507		72246

After analyzing the load diagrams obtained, and showed on figure 1., it is possible to conclude that a power of 100kWp of photovoltaic is a good solution to implement in the building to guaranteed that all the energy available from the PV installation is consumed by the company and not injected into the national electricity grid, because the best performing day requires approximately that power.



Figure 1. Estimates of PV energy produced (SMA Simulator)

In order to obtain this power, it's going to be used 324 PV panels of 305W, corresponding to an installed peak power of 98.82kW. To convert the DC electrical energy generated to AC power are used four inverters from SMA with 25kW of nominal power. Each of these inverters has two inputs. In the first will be connected 3 strings with 17 PV panels each and in the second input will be connected 2 strings with 15 panels each. This configuration was obtained using the SMA simulator, available online, and it gives the user the better system configuration, using SMA inverters.

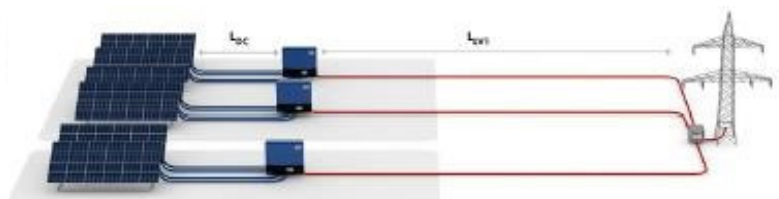


Figure 2. General configuration of the PV installation (SMA Simulator)

#### D. Physical Layout of the PV modules

As the slope of the roof is very low and is oriented with a very high azimuth angle relative to the geographical South, the PV panels are installed orientated to South. The optimized panel inclination for the zone in question will be around 30° and the spacing of the panels will be obtained to a minimum solar height which will prevent the shading. This panels will also be installed fixed in a support structure.

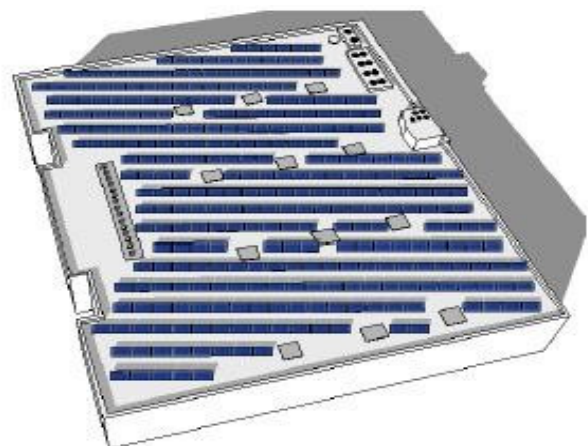


Figure 3. Physical Layout of the PV modules (Sketchup)

### E. Real Electrical Energy Produced

The energy produced by the PV installation will depend on several factors, such as solar irradiation, temperature, equipment efficiency, and others. The solution described above for a better optimization, resulted in a monthly energy output of approximately 153MWh. This data was obtained by PVGIS software, for 100kW of PV power, losses due to temperature and low irradiance of 11.2%, losses due to reflectance effects of 2.7% and other losses (cables, inverter, etc.) of 5%, that gives a total of 18% in losses [9].

TABLE II. ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION

	Global Irradiation [kWh/m <sup>2</sup> ]	Electricity Produced [kWh]
Jan	94.3	8120
Feb	120	10200
Mar	168	13800
Apr	169	13700
May	192	15400
June	200	15600
July	218	17000
Aug	217	16800
Sept	188	14800
Oct	144	11800
Nov	102	8620
Dec	88.4	7630
T	1,900.7	153470

From the table it's possible to see that the production generated it is instantly consumed on the building by selfconsumption.

### F. Annual Savings

The electricity acquire by the store is contracted to Endesa, with a four-hour contract and 228kW of contracted power.

The tariff is divided into four plots: tip (0.107413€/kWh); full (0.095732€/kWh); normal empty (0.072495€/kWh); and super empty (0.066205/kWh).

The investment amortization is achieved considering the savings in the electric energy bill.

As the electricity production is during the day, has the advantage that the tariffs in these periods are the highest, allowing a faster amortization.

It is also necessary to consider the savings in the power surcharge at rush hours, of around 2,502€ per year and the electricity tax, of around 155€. In total, the annual savings of the system will be 17,869.68€ per year.

For the PV system installation, with all the items described above, it requires an investment of 99,241.91€.

### G. Feasibility Analysis

The main objective of this analysis is to calculate several feasibility indicators, based on the evaluation of the cash flows generated, including the Internal Rate of Return (IRR), the NET Adjusted Value (NPV) and the Amortization Period (Payback).

For a better accuracy, the calculations were made considering the NPV corresponding to the cash flow of each year until the total amortization of the investment is verified.

For these calculations, the capital opportunity cost was considered to be 2.9% and an increase of 2.5% per year of the electricity tariff. With all these factors, the amortization period estimated is 5 and a half years.

TABLE III. AMORTIZATION PERIOD

	Cash Flow	NVP	Accumulated Cash Flow
0	-99241.91	-99241.91	-99241.91
1	17869.68	17366.06	-81875.84
2	18316.42	17298.56	-64577.28
3	18774.33	17231.31	-47345.97
4	19243.69	17164.33	-30181.64
5	19724.78	17097.61	-13084.03
6	20217.90	20217.90	7133.88
7	20723.35	2072335	27857.23

#### 4. CONCLUSIONS

This paper presents how to sizing a photovoltaic system and all the components involved to produce electricity from a non-renewable energy source, essential to reduce the carbon footprint that we face at the moment. It also shows how to calculate the amortization period to see if it is viable to install the system, and shows that a PV system it's a good solution to produce electrical energy during the day.

As shown before, a PV system is a very reliable system to provide electricity and although the investment maybe a little bit expensive at the moment, in only 5 and a half years it is possible to amortize it.

#### REFERENCES

- [1] I. T. Papaioannou, A. Purvins, and E. Tzimas, "Demand shifting analysis at high penetration of distributed generation in low voltage grids", *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 44, no. 1, pp. 540–546, Jan. 2013.
- [2] "Analysis of Photovoltaic Systems" in *International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Program*, France, Paris, 2000.
- [3] Bayod-Rújula, Á. A., Haro-Larrode, M. E., Martínez-Gracia, A. "Sizing criteria of hybrid photovoltaic-wind systems with battery storage and selfconsumption considering interaction with the grid". *Solar Energy*, vol 98, pp 582–591, 2013.
- [4] Solar Power Europe. "Renewable Self-Consumption - Cheap and clean power at your doorstep." [http://www.solarpowereurope.org/fileadmin/user\\_upload/documents/Policy\\_Papers/Position\\_Paper\\_self-consumption\\_June2015.pdf](http://www.solarpowereurope.org/fileadmin/user_upload/documents/Policy_Papers/Position_Paper_self-consumption_June2015.pdf), available on March, 2017.
- [5] Durand, H.L. 1979 (Sept.). "Present Status and Prospects of Photovoltaic Energy Conversion." *Proceedings of the Photovoltaic Solar Energy Conversion Conference (C21)*. pp. 93-105.
- [6] *Photovoltaic Fundamentals*, National Renewable Energy Laboratory, Document No. DE-91015001, available from National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, 5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161, 1991.
- [7] E. Romero-Cadaval, B. Francois, M. Malinowski, Q. C. Zhong, "Gridconnected photovoltaic plants: An alternative energy source replacing conventional sources", *IEEE Ind. Electron. Mag.*, vol. 9, no. 1, pp. 18-32, Mar. 2015.
- [8] A. B. Meinel and Meinel, M. P., *Applied Solar Energy*. Addison Wesley [9] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#> (09 de Março de 2016) Publishing Co., 1976. Google Scholar BibTeX RTF Tagged MARC XML RIS





## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Aleksandra Wawrzyniak**

**1150113@isep.ipp.pt**

Erasmus student at ISEP from Warsaw University of Technology from master's degree in electrical engineering - Networks and Electricity Systems. Engineering Degree in Electrical Engineering. Worked on projects in concerning power electronics and design of electrical installations.



**Alexandre Chamusca**

**achamusca@xkt.pt**

Engenheiro Eletrotécnico. Consultor Soluções Integradas Segurança. XKT - Soluções Integradas de Segurança.

**André P. Mendes**

**pereiramendes.andre@gmail.com**

Instituto de Telecomunicações, Department of Electrical and Computer Engineering, 3030-290 Coimbra, Portugal

**André M. S. Mendes**

**amsmendes@ieee.org**

Department of Electrical and Computer Engineering, University of Coimbra/Instituto de Telecomunicações, 3030-290 Coimbra, Portugal



**António Augusto Araújo Gomes**

**aag@isep.ipp.pt**

Professor adjunto do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999.

**Bruno Baptista**

**brunoricardo@weg.net**

WEGeuro - Indústria Eléctrica, S.A., 4470-605 Maia, Portugal



**Célia Maria dos Santos Carneiro**

**celia\_carneiro@live.com.pt**

Licenciada em Engenharia Electrotécnica – Ramo Sistemas de Energia, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia. Em 2016 entrou para o programa de Trainees da empresa REN, onde atualmente, desempenha funções de operadora da rede eléctrica de MAT no COR- Vermoim.

## **COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:**



**César M.S. Sanos**

**cesar.s.santos03@gmail.com**

Licenciatura em Engenharia de Sistemas de Engenharia Renovável, no Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Aluno do curso de mestrado em Energias Sustentáveis, no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

**João Dias**

**joao.dias@ua.pt**

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, UA – Universidade de Aveiro, Aveiro.



**João Pedro Pereira da Rocha**

**1181274@isep.ipp.pt**

Aluno do curso de mestrado em Energias Sustentáveis, no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

**Marina S. Perdigão**

**perdigao@isec.pt**

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra/Instituto de Telecomunicações, 3030-199 Coimbra, Portugal



**Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo**

**pma@isep.ipp.pt**

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

