

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

The background is a dark purple gradient with a pattern of white and light blue mathematical and engineering icons. These include gears, a compass, a pencil and ruler, a scale, a network diagram, a calculator, a chemical structure, a magnifying glass, a graph of a bell curve, a graph of a sine wave, a graph of an absolute value function, a graph of a hyperbola, a book, and various geometric shapes like circles and lines.

Estudos (Inter)
Multidisciplinares
nas Engenharias

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 1 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-697-3 DOI 10.22533/at.ed.973190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 25 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA (INTER) MULTIDISCIPLINARIDADE NAS ENGENHARIAS PARA O DESENVOLVIMENTO E OPERAÇÃO DAS CIDADES INTELIGENTES	
Roberto Righi Roberta Betania Ferreira Squaiella	
DOI 10.22533/at.ed.9731909101	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DOS MÉTODOS DE ENSINO E AVALIAÇÕES UTILIZADOS NA GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL	
Elaine Cristina Lengowski Carla Cristina Cassiano	
DOI 10.22533/at.ed.9731909102	
CAPÍTULO 3	26
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE POSTO DE TRABALHO EM UM ATELIÊ DE SOUVENIRS COM USO DOS MÉTODOS OWAS E DE SUZANNE RODGERS	
Jordy Felipe de Jesus Rocha Maria Vanessa Souza Oliveira Leila Medeiros Santos Bento Francisco dos Santos Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9731909103	
CAPÍTULO 4	40
AVALIAÇÃO ERGONÔMICA: ESTUDO DE CASO DE VIGILANTES	
Gustavo Francesco de Moraes Dias Diego Raniere Nunes Lima Renato Araújo da Costa Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho Fernanda da Silva de Andrade Moreira Hugo Marcel Flexa Farias Jessica Cristina Conte da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9731909104	
CAPÍTULO 5	53
ESTILO DE LIDERANÇA QUE O ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO DEVE POSSUIR NA ÓTICA DOS ENGENHEIROS DE PRODUÇÃO DA FACULDADE PARAÍSO DO CEARÁ	
Emmanuela Suzy Medeiros José Valmir Bezerra e Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.9731909105	
CAPÍTULO 6	66
EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL	
Lídia Silveira Arantes Thales de Oliveira Costa Viegas	
DOI 10.22533/at.ed.9731909106	

CAPÍTULO 7	80
GOVERNANÇA, RESPONSABILIDADE SOCIAL E SUSTENTABILIDADE: ENTENDENDO OS FENÔMENOS DE GESTÃO ORGANIZACIONAL	
Leonardo Petrilli Denize Valéria dos Santos Baia Juliana Fernanda Monteiro de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.9731909107	
CAPÍTULO 8	93
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA DA REDE PÚBLICA MUNICIPAL DE PARAUAPEBAS	
Diego Raniere Nunes Lima Renato Araújo da Costa Gustavo Francesco de Moraes Dias Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.9731909108	
CAPÍTULO 9	105
ANÁLISE DO RISCO DE ACIDENTE CAUSADO PELA ALTA TEMPERATURA EM ALTO-FORNO SIDERÚRGICO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
Diego Raniere Nunes Lima Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho Gustavo Francesco de Moraes Dias Renato Araújo da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.9731909109	
CAPÍTULO 10	120
CONFECÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS COM PERSPECTIVA À INTEGRAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	
Kariston Dias Alves Gustavo Catusso Balbinot Artur Vitório Andrade Santos	
DOI 10.22533/at.ed.97319091010	
CAPÍTULO 11	131
DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE TERMELÉTRICAS A BIOMASSA NO BRASIL	
Beatriz Gabrielle de Carvalho Pinheiro Josiane do Socorro Aguiar de Souza Oliveira Campos Luciano Gonçalves Noleto Maria Vitória Duarte Ferrari Tallita Karolline Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.97319091011	
CAPÍTULO 12	143
DESENVOLVIMENTO DE UM REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO MICROCONTROLADO UTILIZADO EM GERADORES SÍNCRONOS ISOLADOS	
Guilherme Henrique Alves Lúcio Rogério Júnior Antônio Manoel Batista da Silva Wellington Mrad Joaquim	

Luciano Martins Neto

DOI 10.22533/at.ed.97319091012

CAPÍTULO 13 157

DESPACHO ÓTIMO DAS UNIDADES GERADORAS DA USINA HIDRELÉTRICA
LUIS EDUARDO MAGALHÃES

Henderson Gomes e Souza

Brunno Henrique Brito

Vailton Alves de Faria

Jabson da Cunha Silva

DOI 10.22533/at.ed.97319091013

CAPÍTULO 14 170

DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE ÓPTICA E TÉRMICA DE UM COLETOR
PARABÓLICO COMPOSTO COM E SEM EFEITO ESTUFA

Joaquim Teixeira Lopes

Ricardo Fortes de Miranda

Keyll Carlos Ribeiro Martins

Camila Correia Soares

DOI 10.22533/at.ed.97319091014

CAPÍTULO 15 177

EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO DE ENDURECIMENTO POR
PRECIPITAÇÃO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS EM
LIGAS DE AL-SI-MG FUNDIDAS

Albino Moura Guterres

Daniel Beck

Cláudio André Lopes de Oliveira

Juliano Poleze

DOI 10.22533/at.ed.97319091015

CAPÍTULO 16 186

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A REDE PARA CONSUMIDORES DO GRUPO A

Roberto Pereira de Paiva e Silva Filho

Murilo Miceno Frigo

Gustavo Francesco de Moraes Dias

Diego Raniere Nunes Lima

Renato Araújo da Costa

Timóteo Gonçalves Braga

DOI 10.22533/at.ed.97319091016

CAPÍTULO 17 199

GESTÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS
ELETRÔNICOS NA IMAGEM SOM ELETRÔNICA LTDA

Carla Ruanita Pedroza Maia

Leila Medeiros Santos

Maria Vanessa Souza Oliveira

Bento Francisco dos Santos Júnior

DOI 10.22533/at.ed.97319091017

CAPÍTULO 18	212
INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Jean Carlos da Luz Pereira Felipe Guimarães Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.97319091018	
CAPÍTULO 19	225
INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DE MODIFICAÇÕES NA CÉLULA FOTOVOLTAICA MONOCRISTALINA DE SILÍCIO	
Marcus André Pereira Oliveira Ana Flávia de Sousa Freitas Thiago Barros Pimentel Adão Lincoln Montel	
DOI 10.22533/at.ed.97319091019	
CAPÍTULO 20	234
UMA APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA EXERGÉTICA DAS TURBINAS A VAPOR NAS INDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS	
Nancy Lima Costa Maria de Sousa Leite Filha Arthur Gilzeph Farias Almeida Jaciera Dantas Costa Antônio Daniel Buriti de Macêdo José Nunes de Oliveira Neto Jordany Ramalho Silveira Farias José Jefferson da Silva Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.97319091020	
CAPÍTULO 21	242
THE STEAM GENERATION CENTERS AS A VECTOR FOR THE SUGARCANE MILLS EVOLUTION TO THE SUCRO-ENERGETICS PLANTS FORMAT	
Roque Machado de Senna Henrique Senna Rosimeire Aparecida Jerônimo	
DOI 10.22533/at.ed.97319091021	
CAPÍTULO 22	252
ANÁLISE DE CERTIFICADOS DIGITAIS EM DOMÍNIOS BRASILEIROS	
Matheus Aranha Diogo Pereira Artur Ziviani Fábio Borges	
DOI 10.22533/at.ed.97319091022	
CAPÍTULO 23	264
ANÁLISE DO IMPACTO DO ROTEAMENTO ALTERNATIVO EM REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS TRANSLÚCIDAS CONSIDERANDO DIFERENTES CENÁRIOS DE DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DE TRANSMISSÃO	
Arthur Hendricks Mendes de Oliveira Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.97319091023	

CAPÍTULO 24	271
SENSORIAMENTO ELETRÔNICO DE BAIXO CUSTO NO MONITORAMENTO HIDRÁULICO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS	
Lidiane Bastos Dorneles Samuel dos Santos Cardoso Samanta Tolentino Ceconello Jocelito Saccol de Sá	
DOI 10.22533/at.ed.97319091024	
CAPÍTULO 25	283
TUTORIAL SOBRE REPETIDORES DE DADOS MÓVEIS	
Carine Mineto Lyang Leme de Medeiros Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.97319091025	
SOBRE O ORGANIZADOR	295
ÍNDICE REMISSIVO	296

INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Jean Carlos da Luz Pereira

Centro Universitário Ritter dos Reis, Engenharia
Elétrica

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Felipe Guimarães Ramos

Centro Universitário Ritter dos Reis, Engenharia
Elétrica

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: A medição do consumo de energia elétrica na maioria das residências é feita de forma geral, ou seja, é calculada pelo consumo total de todos os equipamentos. Desta forma, não é mensurado o consumo individual de cada equipamento e sendo assim, não é possível identificar quais equipamentos mais consomem energia elétrica. O artigo propõe implementar um protótipo de baixo custo utilizando a plataforma Arduino, que permite indicar o consumo de energia elétrica, ou seja, capaz de fazer as medições das principais grandezas elétricas em equipamentos individuais e armazenar os dados em nuvem. A metodologia utilizada para implementar o protótipo foi: teste de funcionalidade dos sensores de tensão e corrente, montagem dos componentes, programação do Arduino, aferição dos valores medidos no protótipo utilizando instrumentos de medição em bancada, teste em equipamentos ligados à rede elétrica e adição de funcionalidade

para envio dos dados para plataforma em nuvem, de acordo conceito de Internet das Coisas. O resultado obtido foi a implementação de um protótipo de baixo custo capaz de medir tensão, corrente elétrica, fator de potência e calcular a potência elétrica e o consumo de energia em equipamentos individuais com o diferencial de enviar as informações para plataforma em nuvem.

PALAVRAS-CHAVE: Medidor, Internet das coisas, energia, indicador.

ELECTRIC POWER CONSUMPTION INDICATOR

ABSTRACT: Measuring electricity consumption in most residences is done in a general way, which means it is calculated by the total consumption of every piece of equipment. Thus, the consumption of each individual piece of equipment is not measured, and therefore it is not possible to identify which piece of equipment consumes more electricity. The article aims to implement a low cost prototype using the Arduino platform, which allows a device to indicate the power consumption, in other words, to be able to measure the main electrical quantities for an individual piece of equipment and store the data in the cloud. The methodology used to implement the prototype was: testing the functionality of voltage and

current sensors, assembling components, Arduino programming, measuring prototype values by using benchtop measuring instruments, testing equipment connected to the power grid, and adding functionality to send data to a cloud platform in accordance with IoT concepts. The result was the implementation of a low cost prototype capable of measuring voltage, electrical current, the power factor, and calculating the electrical power and energy consumption in individual pieces of equipment with the distinguishing factor of sending the information to a cloud platform.

KEYWORDS: Meter, IoT, energy, indicator.

1 | INTRODUÇÃO

Empresas e residências utilizam energia elétrica diariamente e possuem medidores que mostram o consumo. O medidor de energia é instalado pelas empresas de energia na entrada da rede elétrica das residências para mensurar o consumo de energia. Com base neste consumo é calculado o valor a ser pago pelo consumidor mensalmente.

Os medidores convencionais são utilizados, basicamente, para que as empresas de energia façam o faturamento do consumo, sob o ponto de vista do consumidor, o sistema de medição tradicional permite ao usuário do serviço conhecer sua demanda de energia apenas ao receber a fatura no final do mês. Uma leitura mais específica da demanda torna-se necessária quando se pretende reduzir o consumo de energia elétrica. Com o objetivo de diminuir os custos com energia, a medição direta nos equipamentos ajuda conhecer quais deles consomem mais energia e o histórico de utilização individual.

O presente artigo apresenta um protótipo de medidor de consumo de energia elétrica de baixo custo, que pode ser utilizado na medição de equipamentos individuais. A vantagem de ter a medição individualizada é poder verificar o consumo de um equipamento específico a qualquer momento. O protótipo do medidor de energia não possui o intuito de evitar que gaste energia elétrica, mas que seja possível controlar e ter as informações ao alcance da mão e em tempo real com a mesma facilidade de consultar um extrato de cartão de crédito.

Para questões mais técnicas, onde precisa observar o comportamento de uma carga, com viés de entender se existe algum consumo excessivo ou baixa eficiência, o protótipo proposto permite ao técnico fazer a avaliação através da medição das principais grandezas elétricas de tensão, corrente e fator de potência. A delimitação do escopo do protótipo é fazer a medição em equipamentos domésticos ligados em sistemas monofásicos ou bifásicos utilizados em residências e até pequenos comércios.

2 | INTERNET DAS COISAS

Traduzido do inglês *Internet of Things (IoT)*, Internet das coisas transmite a ideia de que todas as coisas podem estar ligadas à internet. Diante disso, pode-se pensar em uma infinidade de dispositivos interagindo e conectados entre si e entre as pessoas. A inclinação de que sejam oferecidos serviços diversos baseados em IoT, demonstra a importância deste assunto nas dimensões acadêmicas, industrial e governamental, pois a Internet das Coisas pode contribuir para o avanço nas áreas social, econômica e industrial (DE MORAIS, IZABELLY SOARES; et al 2018).

Com base neste contexto de IoT, o protótipo indicador de consumo de energia foi desenvolvido nos seguintes moldes: um dispositivo capaz de se conectar à internet, utilizar serviços em nuvem para armazenar os dados e permitir a visualização das informações a partir de um celular ou computador. O dispositivo irá realizar a medição da energia e, com o advento da Internet das Coisas, agregar funcionalidades que ainda não existem nos medidores convencionais.

Os medidores de energia são dispositivos que podem ser instalados nas residências com o propósito de mensurar a quantidade de energia consumida pelos equipamentos elétricos. A instalação física do medidor de energia é feita numa caixa lacrável. Após a instalação do medidor, a energia é enviada através do ramal alimentador até a unidade consumidora. Ao verificarmos a fatura de energia elétrica, observa-se o valor do custo da energia baseado na quantidade de kWh (kilo watt hora), ou seja, a unidade de medida que os medidores utilizam é o kWh para mensurar o consumo de energia elétrica (FRIEDRICH; et al, 2018).

Os medidores somam os valores de kWh ao longo do tempo. Geralmente, uma vez por mês as empresas de energia fazem a leitura nos medidores de energia e verificam o consumo do mês corrente subtraindo o valor indicado no medidor pela leitura do mês anterior (RODRIGUES; GUIMARÃES; SOUZA, 2017). Nos medidores de energia convencionais, na maioria das residências é necessário ir até o local onde está o dispositivo (o acesso não fica dentro da residência) e não é possível identificar o consumo de um equipamento específico. A proposta de um protótipo que indique o consumo de energia com capacidade de fazer a medição de equipamentos individuais e que também seja de fácil acesso para verificar as informações a qualquer momento, contribui para solucionar estas limitações impostas pelos medidores de consumo de energia convencionais.

O protótipo desenvolvido faz a medição da corrente, tensão e fator de potência e com base nestes três valores calcula o consumo de energia e a potência dos equipamentos. Este protótipo também envia automaticamente os dados para uma plataforma de serviços na nuvem. Alguns exemplos de serviços em nuvem são: vídeo, e-mail, música, editores de texto, serviços que são utilizados pela internet sem a necessidade de uma infraestrutura própria, ou seja, usando a infraestrutura do próprio provedor de serviços (VERAS,2015).

A plataforma escolhida foi a Cayenne (MYDEVICES, 2018), devido à interface de fácil utilização, gráficos, possibilidade de salvar os dados e fornecer bibliotecas prontas para utilização com a plataforma Arduino. A utilização de serviços em nuvem economiza gastos em computação, investimento de tempo para programar um aplicativo faça a interface com o usuário. O serviço em nuvem também elimina a necessidade de um computador sempre ligado para receber e armazenar as informações enviadas pelo protótipo, com o intuito de preservar um histórico.

3 | PRINCIPAIS ELEMENTOS DO PROTÓTIPO INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Neste capítulo será apresentado como foram implementados os principais elementos do protótipo, dividido em três partes: sensores, comunicação e processamento. No tópico de sensores serão cobertos as informações mais relevantes para a calibração do dispositivo, na parte de comunicação será possível ter uma visão macro de como os dados são gerados e enviados para a nuvem e por último, no item processamento serão descritos os microcontroladores e as rotinas que o protótipo utiliza para fazer as medições e enviar os dados.

4.1 Sensores

A medida da tensão elétrica foi realizada através de um divisor de tensão, reduzindo a tensão para um valor que a porta analógica do Arduino pudesse fazer a leitura. A figura 1 mostra o divisor de tensão com 3 resistores em série (R1, R2 e R3) rebaixando a tensão até a porta A2 do Arduino. Conforme Boylestad (2004, p.104) descreve na regra dos divisores de tensão: “A tensão entre os terminais dos elementos resistivos divide-se na mesma proporção que os valores de resistência”. A tensão no terminal do Arduino pode ser calculada como:

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = V_{in} \cdot \frac{1k}{100k + 100k + 1k} = V_{in} \cdot 0,004975$$

Onde:

V_{in} – Tensão da rede elétrica.

V_{out} – Tensão no terminal do Arduino.

R_1, R_2, R_3, R_5, R_6 – Resistores. A letra “k” significa valores estão em kilo ohms (10^3 ohms).

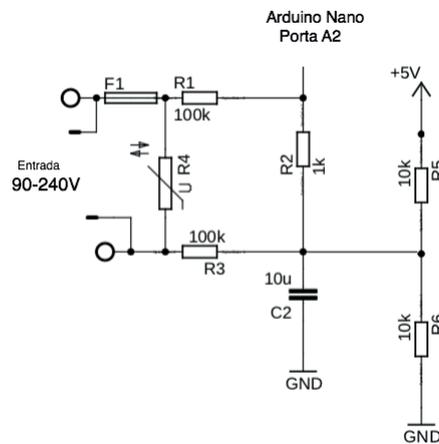


Figura 1 - Divisor de tensão

Fonte: Autores

Adicionalmente, o capacitor C2 e os resistores R5 e R6 foram inseridos para obter um nível de tensão contínuo e que seja possível detectar a excursão negativa da tensão na rede elétrica. Este circuito adicional é necessário, pois o Arduino não é capaz de fazer a leitura de tensões negativas no seu terminal (MIRON ALEXE, 2017). O fusível F1 e o varistor UR4 são utilizados para proteção em caso de sobrecorrente e sobretensão.

Pelo fato de não utilizar um adaptador descrito no projeto OpenEnergy, não foi possível fazer o cálculo do parâmetro de calibração da tensão conforme é sugerido para o uso da biblioteca Emonlib. Para resolver o problema, a aferição da da tensão foi realizada através de sucessivas leituras, variando a tensão com um Variac e comparando as leituras do instrumento calibrado com as leituras do protótipo. Desta maneira, foi possível traçar a curva de resposta e definir a seguinte equação, onde V_{real} é a tensão correta, medida pelo instrumento calibrado e V_{prot} significa Tensão medida pelo protótipo:

$$V_{real} = -0.0001 \cdot V_{prot}^2 + 1.0069 \cdot V_{prot} - 0.3293$$

O papel do adaptador para fazer a leitura da tensão no OpenEnergy é reduzir o valor da tensão na rede elétrica antes de ser conectado ao protótipo. A opção por não utilizar o adaptador reduziu o custo do protótipo e ajudou na instalação em locais onde o espaço é reduzido.

O sensor de corrente elétrica utilizado foi o SCT013-030 (SCT) mostrado na figura 2, o SCT baseia-se no princípio de funcionamento dos transformadores de corrente para diminuir o valor da corrente que passa por um condutor, numa razão conhecida. Idealmente, o transformador de corrente tem a capacidade de diminuir a corrente de acordo com a relação de espiras do primário (N1) e do secundário (N2) na razão $N1/N2$ multiplicado pela corrente no primário (I_p) (UMANS, 2014).



Figura 2 - Sensor de corrente
Fonte: YHDC

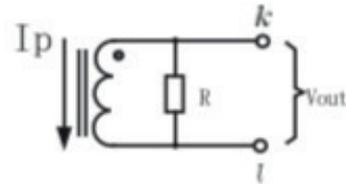


Figura 3 – Diagrama do sensor SCT
Fonte: YHDC

O sensor é instalado de forma que envolva o condutor, de acordo com o diagrama elétrico na figura 3, a corrente que passa neste condutor (I_p) induz uma corrente no secundário na razão de 1:1800 (conforme indica a descrição de produto do fabricante) e o resistor R é utilizado para fornecer a saída do sensor em forma de tensão elétrica (V_{out}), quando a corrente elétrica passar pelo resistor. Para fazer a medida através da biblioteca EmonLib é necessário calcular o parâmetro de calibração, onde: *CT Ratio* é a relação de transformação e *burden resistance* é o Resistor interno do sensor de corrente (OPENENERGY, 2019):

$$\frac{CT\ Ratio}{Burden\ resistance} = \frac{1800}{62} = 29$$

O valor dos resistores pode variar de acordo com o modelo do sensor SCT e nem todos os sensores de corrente possuem a resistência interna, alguns deles mostram apenas uma corrente na saída. Para esses casos, é necessário inserir um resistor (representado pela letra R) conforme a figura 3 e fazer o cálculo com base nos parâmetros da folha de dados de cada sensor. A exemplo da tensão, também foi necessário inserir um nível de tensão contínuo no sinal de saída do sensor para leitura dos valores negativos da corrente. Também optou-se por inserir um amplificador operacional não-inversor para aumentar o ganho do sinal.

4.2 Comunicação

O processo de medição e envio dos dados é realizada em duas etapas distintas no protótipo indicador de consumo de energia. A primeira etapa é feita pelo Arduino NANO, que mede a tensão e a corrente, fator de potência e calcula a potência e a energia consumida. Na segunda etapa o ESP8266 NodeMCU recebe as informações pela interface serial e padroniza os dados no formato de tópicos, de acordo com o protocolo MQTT.

O protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) é um protocolo projetado para ser simples e leve, com o objetivo de ser utilizado para comunicação em redes com baixa largura de banda, alta latência ou baixa confiabilidade. É um protocolo que possui grande utilidade para ser implementado em dispositivos para Internet das Coisas, onde é necessária uma comunicação que requer uma certa confiabilidade, sem demandar uma alta largura de banda ou exigir muitos recursos de *hardware* (MQTT.ORG, 2019).

O tópico é um rótulo enviado na mensagem transportada pelo protocolo MQTT. Numa rede de dispositivos que utilizem o MQTT, um dispositivo cliente pode assinar/publicar tópicos específicos através de filtros, com base no interesse de ler ou alterar os dados de um determinado tópico (OASIS, 2019). A figura 4 mostra a dinâmica da comunicação com MQTT entre os dispositivos, o sensor de temperatura publica a informação de temperatura sob o tópico “temp”, aqueles dispositivos que precisam verificar a informação fazem uma assinatura para o tópico “temp”. Toda a informação passa necessariamente pelo *Broker* MQTT.

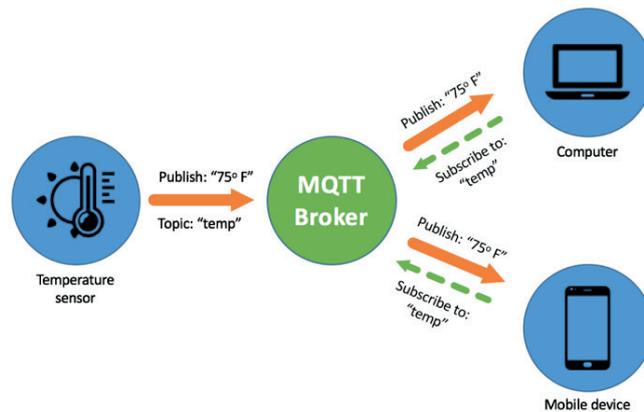


Figura 4 – Comunicação MQTT

Fonte: Brenman (2018)

O *Broker* funciona como um concentrador, onde todos os sensores atualizam as informações sobre o tópico no *Broker*, na outra ponta os dispositivos que desejam obter a informação fazem uma assinatura no tópico através do *Broker*, o que significa que os dispositivos assinantes não acessam o sensor diretamente. Isto garante acuracidade na informação especialmente nos casos de múltiplos dispositivos alterando e verificando o estado de uma chave, por exemplo. No exemplo da figura 4, o sensor de temperatura publica, o computador e o celular assinam e todos comunicam com o *Broker*. Caso adicione mais equipamentos na rede, o *Broker* informa a temperatura atualizada para todos os dispositivos que assinarem o tópico “temp” na rede, se houver mudança na temperatura.

O *Broker MQTT* é um serviço que pode ser disponibilizado na nuvem e encontra-se com facilidade na internet provedores ofertando plataformas para serviços IoT. A plataforma escolhida foi a Cayenne, disponibilizada por MyDevices, ela é uma plataforma gratuita que disponibiliza baixar no site as bibliotecas e tutoriais que explicam como realizar a conexão com o MQTT na nuvem, o que reduz bastante o tempo de desenvolvimento comparado com desenvolver aplicativos e instalar o serviço em computadores/servidores locais.

4.3 Processamento

Os recursos utilizados para a implementação do protótipo foram o Arduino NANO e o ESP8266 NodeMCU. Possuindo o processador ATmega328P, 16MHz, o Arduino NANO tem a função de fazer a leitura dos sensores através das entradas analógicas (ARDUINO,2019). A função do ESP8266 NodeMCU é realizar a conectividade entre o protótipo e o serviço em nuvem através da internet, o NodeMCU possui embarcado o um processador da família ESP8266 que possibilita a conexão com redes Wifi com suporte às redes 802.1b/g/n (ESPRESSIF, 2018).

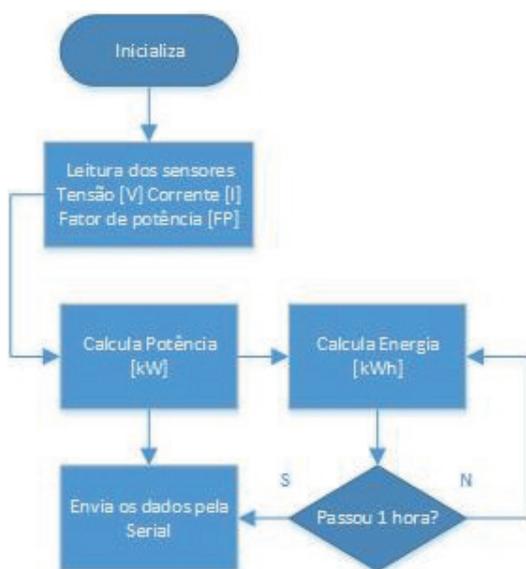


Figura 5 – Rotinas do Arduino Nano

Fonte: Autores

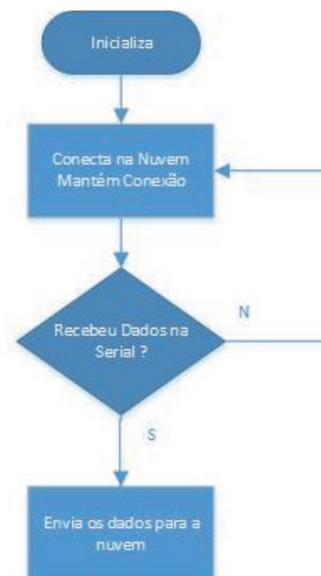


Figura 6 – Rotinas do ESP8266 NodeMCU

Fonte: Autores

As rotinas que os microcontroladores executam encontram-se listadas nas figuras 5 e 6. O Arduino Nano faz a leitura dos sensores e calcula as potências para em seguida enviar pela porta serial ao NodeMCU que por sua vez, é responsável por conectar na nuvem e enviar os dados.

4 | METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma prova de conceito com a montagem dos componentes em uma placa padrão, ligando os sensores no Arduino através de fios. Após a prova de conceito, o protótipo do medidor de energia foi desenhado no *software* CAD (termo do inglês *Computer-aided design*) chamado Eagle, permitindo a manufatura de uma placa eletrônica com todas as conexões necessárias para o funcionamento do dispositivo.

A plataforma escolhida para fazer o protótipo foi o Arduino NANO, devido sua quantidade de portas analógicas e dimensões reduzidas e para o envio dos dados foi

utilizado o ESP8266 por ser compatível com a plataforma Arduino. Podemos definir o Arduino como uma placa de arquitetura aberta, de fácil prototipagem e que possui o microcontrolador Atmel AVR embarcado na sua placa (OLIVEIRA;ZENETTI, 2015).

O sensor de corrente utilizado foi o SCT013- 030, conforme a figura 1, este sensor foi escolhido devido a possibilidade de realizar uma medição não intrusiva da corrente elétrica (sem a necessidade de abrir o circuito e fazer a medição). Segundo o *datasheet* (folha de dados) do fabricante, o sensor SCT013- 030 pode medir correntes elétricas de 0 até 30 amperes, fornecendo a saída em forma de tensão que varia de 0 até 1 volt e temperatura de trabalho de -25 à 70° Celsius.

Para fazer a medição da tensão foi implementado um divisor de tensão resistivo e ligado diretamente à entrada analógica do Arduino NANO. Não é possível ligar o terminal do Arduino diretamente à tensão da rede elétrica, porque isso danificaria o componente. Então foi calculado um divisor de tensão com resistores em série para obter uma fração conhecida da tensão da rede nos terminais do microcontrolador. Desta forma, inserindo baixa tensão na entrada do Arduino e conhecendo o valor dos resistores, pode-se calcular a tensão real da rede elétrica. Conforme Boylestad (2004, p. 101): “A tensão aplicada a um circuito em série é igual a soma das quedas de tensão nos elementos em série”.

Para fazer a leitura da tensão, corrente e fator de potência recorreu-se à biblioteca EmonLib disponibilizada pelo projeto OpenEnergyMonitor. Com base nestes valores foi calculado a potência real consumida pelos dispositivos que se pretende medir, conforme veremos no decorrer deste artigo.

A calibração do protótipo foi realizada através de medições com instrumentos calibrados. Foram registradas diversas medidas de tensão e corrente na faixa de 0-240V / 0-30A e inseridas em planilha eletrônica. Assim, foi possível estabelecer a comparação entre o valor dado no protótipo e o valor real fornecido pelo instrumento de medição. Após registrar todos os valores, gerou-se o gráfico e a equação da curva de resposta. Por sua vez, a equação foi adicionada à programação do Arduino para obtenção de medidas mais precisas pelo protótipo. Para calibração da tensão foi utilizado um Variac (utilizado uma fonte de tensão alternada variável) e um voltímetro (instrumento que mede a tensão entre dois terminais). A corrente elétrica foi calibrada utilizando equipamentos de drenam diferentes valores de corrente e um amperímetro (instrumento de medição de corrente elétrica). Os principais passos utilizados para calibração da tensão foram os seguintes:

- Alimentação do protótipo;
- Ligação dos terminais de medição do protótipo no Variac;
- Variação da tensão de 0V até 236V de 2 em 2 volts;
- Registro dos valores no instrumento de medição (voltímetro) e no protótipo para gerar a equação da curva de resposta.

Para a corrente elétrica medida no protótipo foram necessários pequenos ajustes, pois a biblioteca nativamente já mostrava o valor da corrente elétrica com precisão. Os passos para calibração da corrente foram:

- Alimentação do protótipo;
- Conexão do sensor de corrente de forma que ele envolva o fio condutor onde está ligada a carga;
- Alimentação de cargas com diferentes valores de corrente elétrica;
- Registro dos valores no instrumento de medição (amperímetro) e no protótipo para gerar a equação da curva de resposta.

No fator de potência (FP) verificou-se que o protótipo fez a medida de valores aproximados do ideal, a avaliação foi realizada através de testes de funcionalidade em cargas puramente resistivas e puramente capacitivas, onde os valores de FP já são conhecidos. Para circuitos puramente capacitivos, o $FP=0$ enquanto para circuitos puramente resistivos $FP=1$ (BOYLESTAD, 2004).

5 | RESULTADOS

A implementação do protótipo de baixo custo para medição da energia elétrica pode ser visualizada na figura 7. Externamente pode-se verificar uma fonte de 5V externa de tamanho reduzido que permite a alimentação do protótipo e um *display* modelo Nextion de 2,4” para mostrar os valores de potência, tensão, corrente e fator de potência. O *Display* foi inserido no projeto para que também seja possível fazer medições sem a necessidade de uma conexão com a *internet*. Os principais componentes estão discriminados conforme a numeração abaixo:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1- Conector para ligar à rede elétrica | 4- ESP8266 NodeMCU |
| 2- Conector para ligar o sensor de corrente | 5- Arduino NANO |
| 3- <i>Display</i> LCD | 6- Fonte de alimentação |

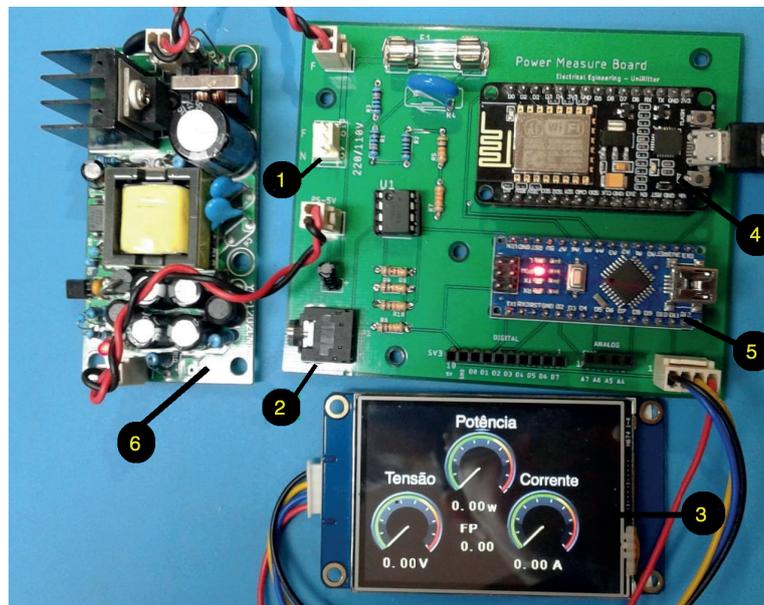


Figura 7 – Protótipo do indicador de consumo de energia

Fonte: Autores

O envio das informações para o servidor em nuvem permitiu armazenar o histórico dos dados e a criação de gráficos automaticamente no painel. Com base nas informações do gráfico, pode-se verificar os picos de consumo durante um intervalo de tempo. As figuras y e z mostram os gráficos da potência medida em kW e a energia consumida em kWh. A atualização do gráfico da potência é em tempo real e o gráfico de energia atualiza a cada hora.

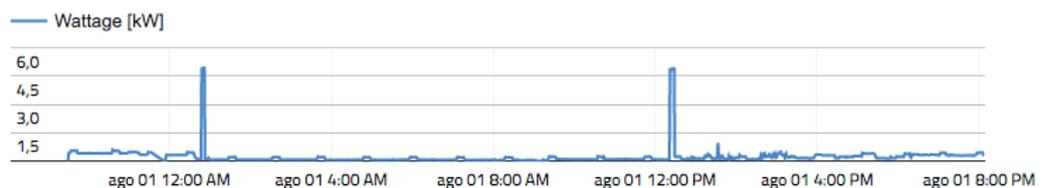


Figura 8 – Gráfico da potência

Fonte: Autores

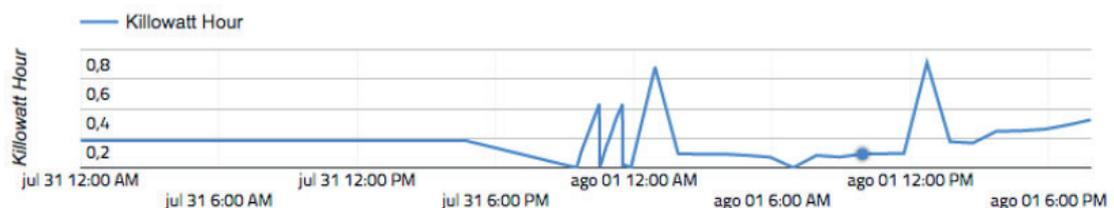


Figura 9 – Gráfico do consumo de energia

Fonte: Autores

Estes dois gráficos representam um teste de funcionalidade quando o protótipo estava ligado diretamente na entrada de energia de uma residência. Os picos de

potência foram observados ao ligar um chuveiro elétrico.

Um fato importante neste tipo de resultado, é a possibilidade de identificar os horários de pico de consumo do dispositivo/equipamento. Desta forma, pode-se verificar o padrão de utilização e tentar evitar que sejam ligados nos horários onde as empresas de energia cobram adicional dependendo da bandeira tarifária (CPFL,2019).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi apresentar a implementação de um protótipo de um indicador de consumo de energia de baixo custo, capaz de medir o consumo de energia em equipamentos individuais e enviar os dados para a nuvem. Para isso, foram utilizados microcontroladores compatíveis com a plataforma Arduino, sensores e serviços gratuitos em nuvem.

O resultado deste protótipo foi um dispositivo capaz de medir o consumo de energia elétrica em equipamentos domésticos com o envio dos dados para uma plataforma em nuvem, onde é possível verificar em tempo real a potência, corrente, tensão e fator de potência em forma de painéis e gráficos. A principal contribuição dessa abordagem com indicador de energia conectado à nuvem foi a obtenção de informações sobre os equipamentos. As informações obtidas podem contribuir na redução de custos com energia elétrica.

Uma limitação técnica encontrada neste protótipo foi a impossibilidade de medir correntes abaixo de 0,5 A, devido à resolução das portas analógicas no Arduino. Outro ponto de melhoria refere-se à precisão da medida do fator de potência. À proporção que forem avançando os estudos, pode-se adicionar melhorias na precisão do protótipo e na capacidade de medir tensões e correntes maiores. Portanto, será viável extrapolar o uso do indicador de consumo de energia para empresas, onde será possível investigar problemas relacionados ao consumo e baixo fator de potência de equipamentos.

REFERÊNCIA

ARDUINO. **Compare board specs**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/products.compare> . Acesso em: 02 ago. 2019.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à Análise de Circuitos**. 10 edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

BRENMAN, Leor. **API Builder and MQTT for IoT – Part 1**. Disponível em: <https://devblog.axway.com/apis/api-builder-and-mqtt-for-iot-part-1/> . Acesso em: 01 ago. 2019.

CPFL. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/atendimento-a-consumidores/bandeira-tarifaria/Paginas/default.aspx> . Acesso em: 02 ago. 2019.

DE MORAIS, IZABELLY SOARES; et al. **Introdução a Big Data e Internet das Coisas (IoT)**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

ESPRESSIF. **Datasheet ESP Wroom-02**. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp-wroom-02/resources> . Acesso em: 02 ago. 2019.

FRIEDRICH, Delmonte N. et al. **Equipamentos Elétricos**. São Paulo: SAGAH Educação, 2018.

Miron Alexe, Viorel. **IoT Power Consumption Monitoring System For Off-Grid Households**. University of Pitesti. Scientific Bulletin. 17, (2017).

MQTT.ORG. **Frequently Asked Questions** Disponível em: <http://mqtt.org/faq> . Acesso em: 01 ago. 2019.

MYDEVICES. **Cayenne**. Disponível em: <https://mydevices.com/cayenne/features/> . Acesso em 01 ago. 2019

OASIS. **OASIS Standard MQTT Version 5.0**. Disponível em: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/os/mqtt-v5.0-os.html>. Acesso em: 02 ago. 2019.

OLIVEIRA, Cláudio Luiz Vieira; ZENETTI, Humberto Augusto Piovesana. **Arduino Descomplicado: Como Elaborar Projetos de Eletrônica**. São Paulo: Érica, 2015.

OPENENERGY. **Calibration Procedure**. Disponível em: <https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ctac/calibration> . Acesso em: 01 ago. 2019.

OPENENERGY. **How to build an Arduino energy monitor - measuring mains voltage and current**. Disponível em: <https://learn.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/ctac/how-to-build-an-arduino-energy-monitor%20> . Acesso em: 01 ago. 2019.

RODRIGUES, Rodrigo; GUIMARÃES, Rafaela; SOUZA, Diogo Braga da Costa. **Instalações Elétricas**. São Paulo: SAGAH, 2017.

UMANS, Stephen D. **Máquinas Elétricas de Fitzgerald e Kingsley**. 7 edição. Porto Alegre: AMGH, 2014.

VERAS, Manoel. **Computação em Nuvem Nova Arquitetura de TI**. Tijuca: BRASPORT,2015.

YHDC. **Product Specification**. Disponível em: <http://statics3.seeedstudio.com/assets/file/bazaar/product/101990028-SCT-013-030-Datasheet.pdf> . Acesso em: 30 jul. 2019

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alto forno 105, 108

B

Bancada didática 120, 123, 129, 273, 274, 277, 281, 282

C

Cartografia 131

Casca de arroz 131, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Cidades Inteligentes (CI) 1, 5, 7, 8

Comissionamento das unidades hidrelétricas 157, 165, 167

Concentrador solar 170

Conscientização ambiental 93

CPC 170, 171, 172, 175, 176

D

Dimensionamento 170, 171, 175, 176, 193

E

Educação ambiental 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Educação na escola 93

Energia solar 170, 171, 186, 187, 228, 233

Engenheiro de produção 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 64

Ensino universitário 13

Ergonomia 26, 27, 28, 35, 40, 41, 42, 51, 52, 58, 295

Estilo de liderança 53, 54, 55, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64

F

Fenômenos organizacionais 80

Função de produção hidrelétrica 160, 169

G

Gerador síncrono isolado 143

Governança corporativa 80, 82, 88, 89, 90, 91

I

Índice de aproveitamento 13

Indústria 4.0 120, 122, 123, 125, 126, 128, 129, 130

Inovação 3, 6, 7, 8, 57, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 281, 295

(Inter) Multidisciplinaridade 1, 2, 9

L

Liderança 38, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65

M

Método de Suzanne Rodgers 26, 28, 29, 34

Métodologias ativas 13

Método OWAS 26, 42, 44, 45, 50, 51

Microcontrolador PIC 143

Miniusinas 131, 139

O

Óptica 170, 175, 264, 265, 266, 268, 282, 285, 286, 287

P

Plano diretor 1

Política industrial 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79

Política pública 66

Prevenção a acidentes 105

Programação não-linear inteira-mista 157, 158, 162

Projetos urbanos 1

Q

Questionário nórdico 26, 30, 34, 37

R

Regulador automático de tensão 143, 144, 145, 149, 150

Responsabilidade social 58, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 200

S

Saúde do colaborador 26

Segurança do trabalho 38, 40, 52, 58, 295

Sistema de excitação 143, 145

Sistemas hidrelétricos 120, 121, 123, 124, 129, 130, 157

Sustentabilidade 7, 10, 58, 71, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 104, 295

T

Tecnologia da informação e comunicação (TIC) 1, 2, 3, 12

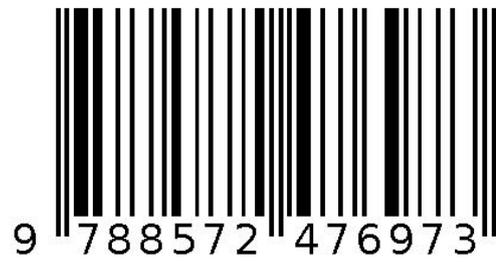
Temas transversais 93, 96, 98, 103, 127

Temperatura 36, 37, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 116, 117, 118, 143, 147, 170, 172, 173, 174, 175, 179, 218, 220, 225, 226, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 238, 282

V

Vigilância 40, 45, 47, 50

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-697-3



9 788572 476973