



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA DE AULA PRÁTICA PARA ALUNOS DE ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3749

GILMAR XAVIER DOS SANTOS - gilmarsantos95@gmail.com
Universidade Federal do Pará
Travessa W E quatro 2139
68650-000 - Capitão Poço - PA

WELLINGTON DA SILVA FONSECA - fonseca.ufpa@gmail.com
Universidade Federal do Pará
RUA Oito 42
67020-460 - Ananindeua - PA

Antonio Roniel Marques de Sousa - roniel.pcp@mail.com
UFPA
Av. Gov. José Malcher, Ed. Silverstone 1649
66060-230 - Belém - PA

Elen Priscila de Souza Lobato - elenprisl@gmail.com
Universidade Federal do Pará
Rua Jardim Brasil 1 20
67015-660 - Ananindeua - PA

Jhennifer Freitas dos Santos - jhennifer.santos@itec.ufpa.br
Universidade Federal do Pará
passagem isabel, entre passagem das flores e passagem brotinho 951
66113-240 - Belém - PA

Resumo: *Resumo: Este artigo tem como intuito abordar questões que venham a corroborar com melhorias no processo de ensino e aprendizagem em salas de aula na graduação para alunos de engenharia, fazendo o uso de um protótipo de dispositivo de automação utilizando relés de estado sólido e eletromecânicos além de um microcontrolador ESP32, desta forma é possível abordar os mais diversos assuntos para compreender melhor elementos como corrente, tensão, distorção*

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

harmônica, aquecimento, programação C/C++, tornando as aulas cada vez mais iterativas, trazendo a prática experimental para as salas de aula, de maneira simples, objetiva e didática para que os discentes tenham uma melhor aprendizagem, pois a prática faz com que os alunos fixem ainda mais o conhecimento apresentado, contribuindo assim na formação de profissionais cada vez mais preparadas para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: Palavras chave: Automação residencial. Ensino-aprendizagem. Aulas práticas

Promoção:



Realização:



DESENVOLVIMENTO DE DOIS PROTÓTIPOS DE AUTOMAÇÃO PARA ILUMINAÇÃO DE BAIXO CUSTO COMO PROPOSTA DE AULAS PRÁTICAS PARA ALUNOS DE ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

O mundo se moderniza diariamente e as revoluções que já ocorreram, estão ocorrendo ou que ainda irão ocorrer contribuem de forma significativa para essa modernização, pois é através delas que ocorrem as grandes transformações. Foi assim, com as Revoluções Industriais já ocorridas até hoje, onde na Primeira Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra no século XVIII houve a criação das máquinas a vapor, na Segunda Revolução em 1792 a criação da lâmpada incandescente criada por Thomas Alva Edison e na Terceira Revolução um dos principais marcos foi a automação (OLIVEIRA; SIMÕES, 2016). Atualmente, o mundo vive a sua Quarta Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0, esta por sua vez tem como um dos seus marcos a criação dos sistemas ciberfísicos (CPS, sigla em inglês). Esses CPS representam o mundo físico em ambientes digitais, através do uso da computação, comunicação, redes e processos físicos (SCHWAB, 2016).

O conceito de Indústria 4.0 pode ser aplicado em diversas áreas da vida de uma pessoa, e não só na indústria, quando aplicado na Educação, tem-se a Educação 4.0. A Educação 4.0 usa novas tecnologias de acordo com as novas dinâmicas sociais e ajuda na formação de profissionais altamente competitivos que possam ser capazes de aplicar recursos adequados incluindo físicos / digitais para fornecer soluções inovadoras para os desafios atuais e futuros da sociedade (MIRANDA; MOLINA, 2020).

Uma das principais tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 é a Internet das Coisas (IoT, sigla em inglês). A IoT permite a conexão de "coisas" à internet e, assim como a Indústria 4.0, também pode ser aplicada na Educação, corroborando com a Educação 4.0. Dessa forma ela auxilia os professores e alunos em sala de aula para que o processo de ensino-aprendizagem tenha um melhor resultado, principalmente para os alunos. Permitindo assim que possam ser abordados diferentes assuntos e que sejam utilizadas diversas tecnologias e dispositivos nas salas de aula (MIRANDA; MOLINA, 2020).

Segundo Kenski (2012), o uso da tecnologia precisa seguir algumas etapas - como pesquisa, planejamento e criação - para que se tenha uma melhor utilização. Assim, a tecnologia é capaz de possibilitar na área da Educação inovações e mudanças que vêm transformando a forma que os professores ensinam, fazendo com que os assuntos sejam mais bem entendidos, resultando assim na melhoria do rendimento dos alunos (CHIOFI; OLIVEIRA, 2014; ARAUJO *et al*, 2017).

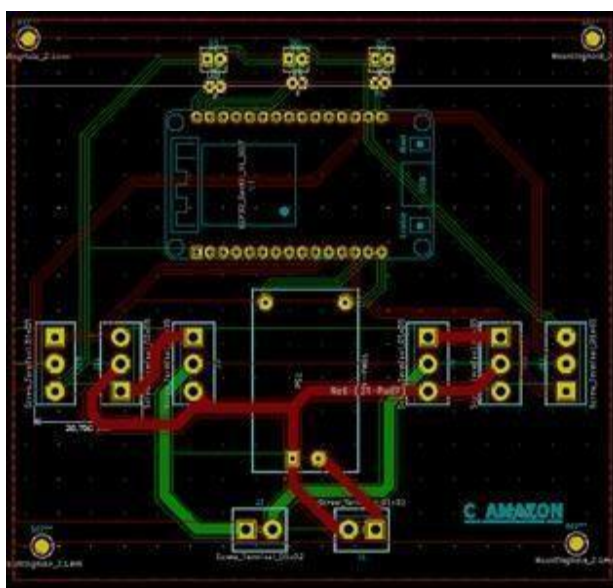
Mediante a isso, este trabalho tem como objetivo descrever o desenvolvimento de dois protótipos de um sistema de automação de iluminação como forma de colocar em prática a teoria abordada nas aulas online de uma turma do curso de Engenharia Elétrica. Com isso foi possível amenizar a ausência das aulas laboratoriais (práticas) que não ocorreram por conta da pandemia e utilizar em sala o conceito da Educação 4.0. Durante o semestre foram abordados diversos assuntos como programação, circuitos elétricos, materiais elétricos, entre outros e com o desenvolvimento dos protótipos foi possível visualizar a aplicação de todos esses assuntos.

2 DESENVOLVIMENTO DOS PROTÓTIPOS

Foram construídos dois modelos do protótipo do sistema de automação para iluminação. O que muda de um modelo para outro é apenas o tipo de relé utilizado, onde em um modelo foi utilizado o relé tradicional eletromecânico e o outro modelo utilizando o relé de estado sólido. Dessa forma o desenvolvimento de ambos modelos foi semelhante, alterando apenas o modelo do relé.

Primeiramente foram criadas no *software KiCad* as placas do circuito impresso dos módulos, conforme mostra a Figura 2. Posteriormente foi realizada a produção das placas utilizando uma placas de fenolite cobreada e uma solução aquosa de percloroeto de ferro (FeCl_3). Após isso foram soldados nas placas os componentes eletrônicos dos módulos e por fim foi realizada a sua instalação em um circuito de iluminação, conforme mostra as Figuras 3 e 4.

Figura 2 – Circuito do protótipo.



Fonte: autoria própria.

A Figura 3 apresenta o primeiro modelo do protótipo com o tradicional relé eletromecânico.

Figura 3 – Modelo do protótipo utilizando relé de eletromecânico.



Fonte: Os autores.

A Figura 4 representa o segundo modelo do protótipo com o relé de estado sólido.

Figura 4 – Protótipo utilizando relé de estado sólido.



Fonte: Os autores.

2.1 Componentes utilizados

Foram utilizados para a construção dos dois modelos de protótipos componentes eletrônicos com preços acessíveis disponíveis no mercado nacional, fazendo com que o custo total de produção dos protótipos fosse baixo, sendo de R\$ 304,66 os dois protótipo e R\$152,33 apenas um protótipo. A Tabela 1 mostra a lista dos componentes e os seus respectivos valores.

Tabela 1 – Componentes utilizados nos protótipos.

Componente	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Módulo de desenvolvimento ESP 32	2	42	84,00
Relé eletromecânico 5V 10A	2	19,90	39,80
Relé de está sólido 5V 8A	2	29,87	59,74
Mini fonte de tensão Hi-link	2	38,30	76,60
Interruptor de 3 estados	4	1,50	12,00
Leds Verde	6	0,12	0,72
Resistores de 330 ohms	6	0,30	1,80
Placa de fenolite	2	15,00	30
Valor Total dos dois protótipos			304,66
Valor Total de um protótipo			152,33

Fonte: Os autores.

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado no Laboratório de Concepção e Análise de Dispositivos Elétricos (LCADE) localizando no Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (CEAMAZON) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Na Figura 5 é possível visualizar o LCADE onde os protótipos foram instalados.

Figura 5 – Laboratório de Concepção e Análise de Dispositivos Elétricos.



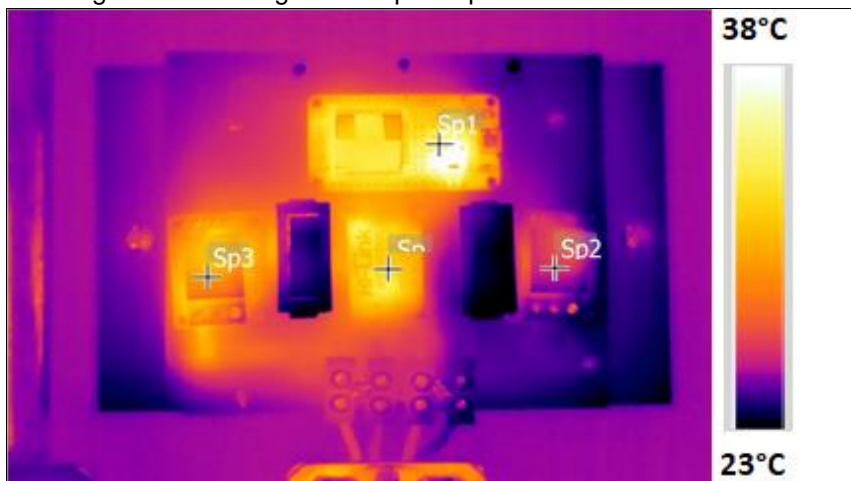
Fonte: Os autores.

Após a instalação dos protótipos, enquanto eles estavam em operação foram utilizados dois tipos de ferramentas para analisá-los, sendo elas uma câmera termográfica e um analisado de qualidade de energia elétrica. As medições realizadas experimentalmente foram feitas em um laboratório com o ambiente controlado e temperatura ambiente de 24°C.

3.1 Análise termográfica

Através da análise termográfica é possível verificar a degradação dos componentes eletrônicos com a variação da temperatura. Vale ressaltar, que de acordo com o conteúdo abordado na sala de aulas as temperaturas elevadas tendem a diminuir a vida útil dos equipamentos. Assim, com a câmera termográfica foi possível registrar a temperaturas de cada componente eletrônico presente nos protótipos. A Figura 6 mostra o termograma do protótipo com os relés eletromecânicos e a Tabela 2 a temperatura dos seus respectivos componentes.

Figura 6 – Termograma do protótipo com relé eletromecânico.



Fonte: Os autores.

Na Figura 6 e na Tabela 2, é possível visualizar que os pontos mais quentes foram: o módulo de desenvolvimento ESP32 COM (Sp1) com 35,2°C e o relé eletromecânico (Sp3) com 30,8°C.

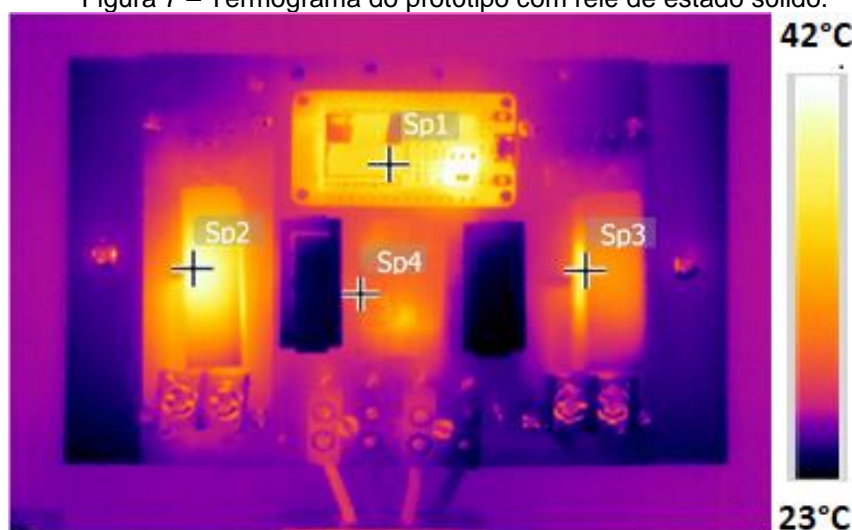
Tabela 2 – Dados do termograma com relé eletromecânico

Sp1 (ESP32)	35,2 °C
Sp2 (Relé eletromecânico)	30,8 °C
Sp3 (Relé eletromecânico)	27,5 °C
Sp4 (Fonte de tensão hlk-pm01)	32,9 °C

Fonte: Os autores.

A Figura 7, abaixo, mostra o termograma do protótipo com os relés de estado sólido e a Tabela 3 a temperatura dos seus respectivos componentes.

Figura 7 – Termograma do protótipo com relé de estado sólido.



Fonte: Os autores.

Na Figura 8 e na Tabela 2, é possível visualizar que os pontos mais quentes foram: o módulo de desenvolvimento ESP32 COM (Sp1) com 41,3°C e o relé de estado sólido (Sp2) com 34,7°C.

Tabela 2 – Dados do termograma com relé estado sólido

Sp1 (ESP32)	41,3 °C
Sp2 (Relé estado Sólido)	34,7 °C
Sp3 (Relé estado Sólido)	29,2 °C
Sp4 (Fonte de tensão hlk-pm01)	31,0 °C

Fonte: Os autores.

Os relés eletromecânicos e de estado sólido na posição Sp2 atingiram maiores temperaturas pelo fato de terem mais lâmpadas alocadas nesse circuito. Contudo, mediante a análise dos termogramas gerados, foi possível verificar que o protótipo com relé eletromecânico atingiu temperaturas menores o que ao longo do tempo levaria a uma degradação menor dos seus componentes eletrônicos de acordo com o conteúdo abordado nas aulas teóricas.

3.2 Análise de qualidade de energia elétrica

Utilizando um analisador de qualidade de energia da HIOKI foi possível aferir corrente e tensão do protótipo e das lâmpadas e a distorção harmônica de cada protótipo. As medições realizadas experimentalmente foram feitas com intervalo de um (1) em um (1) minuto, totalizando dez (10) minutos cada. O mesmo experimento foi realizado três vezes em cada um dos protótipos, assim, foram colhidas três (3) amostras para cada experimento. Além disso foram simulados dois cenários: um cenário com todas as lâmpadas constantemente ligadas durante todo o experimento e outro cenário ligando e desligando as lâmpadas (ON-OFF). Como o protótipo com relé de estados sólido foi o que atingiu maiores temperaturas dos seus componentes, serão os resultados dele que serão abordados neste trabalho. A Figura 8 mostra o HIOKI realizando as medições em um dos protótipos.

Figura 8 – Medições com o analisador de qualidade de energia elétrica.



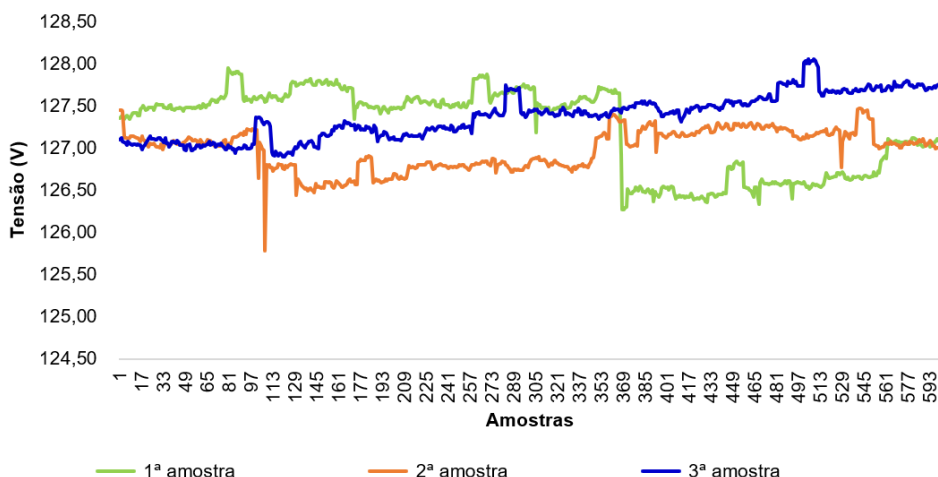
Fonte: Os autores.

1º Cenário: todas as lâmpadas ligadas constantemente

No primeiro momento com todas as lâmpadas ligadas, pode-se observar a tensão e corrente do protótipo. A Figura 9 apresenta o gráfico com a variação da tensão do protótipo com relé de estado sólido com as lâmpadas ligadas.



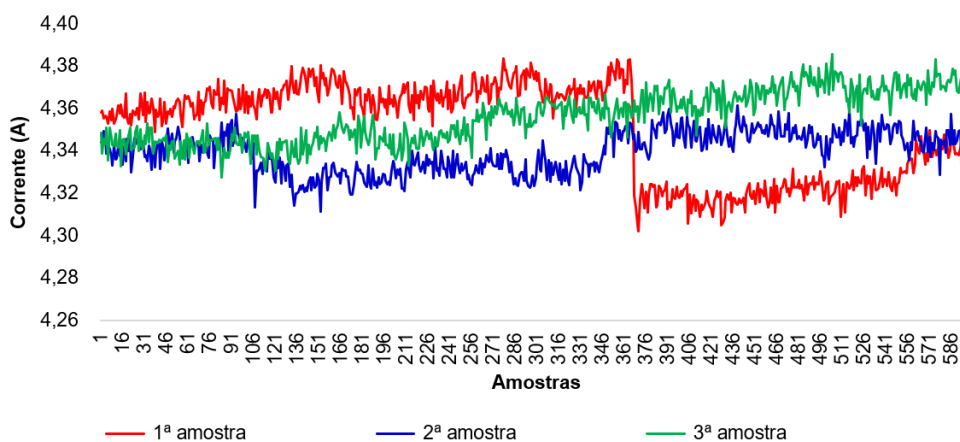
Figura 9 – 1º Cenário: variação de tensão do protótipo com relé de estado sólido.



Fonte: Os autores.

Na Figura 9, acima, é possível visualizar que em ambas as amostras a curva característica da tensão foram bastante parecidas nas três (3) amostras colidas e valor máximo atingido em alguns momentos foi de 128 V e o valor mínimo 124V. Na Figura 10, abaixo, é possível visualizar a variação da corrente no protótipo.

Figura 10 – 1º Cenário: variação da corrente do protótipo com relé de estado sólido.



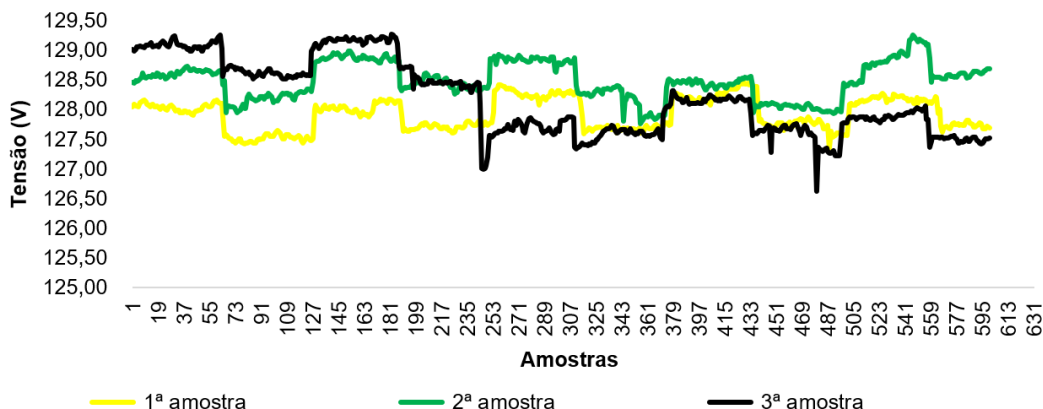
Fonte: Os autores.

Na Figura 10 é possível visualizar que a corrente máxima medida foi de 4,38A e a mínima de 4,30A.

**2º Cenário: lâmpadas ligadas e desligada (ON-OFF)**

No segundo cenário criado todas as lâmpadas foram ligadas e desligadas (ON-OFF) a cada 1 minuto durante o experimento. A Figura 11 apresenta o gráfico com a variação da tensão do protótipo com relé de estado sólido com as lâmpadas ON-OFF.

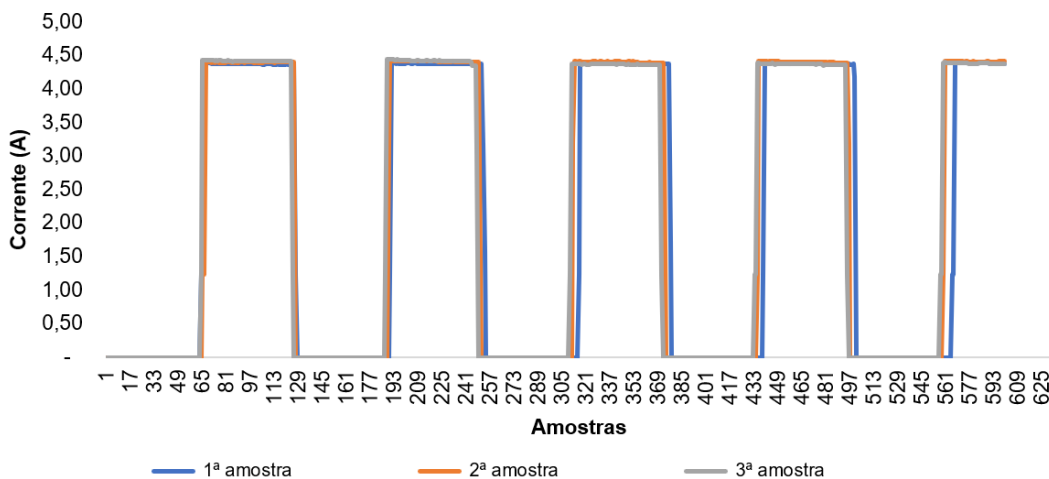
Figura 11 – 2º Cenário: variação de tensão do protótipo com relé de estado sólido.



Fonte: Os autores.

Na Figura 11, acima, é possível visualizar que em ambas as amostras a curva característica da tensão foram bastante parecidas nas três (3) amostras colidas, o valor atingido máximo atingido foi de 129 V e o valor mínimo 127V. Na Figura 12, abaixo, é possível visualizar a variação da corrente para este segundo cenário.

Figura 12 – 2º Cenário: variação da corrente do protótipo com relé de estado sólido.



Fonte: Os autores.

Na Figura 11, acima é possível visualizar que a corrente máxima medida foi de aproximadamente 4,5ª quando todas as lâmpadas estavam ligadas e a mínima de 0A quando todas as lâmpadas estavam desligadas. Mediante aos experimentos realizados, foi possível visualizar importantes assuntos teóricos do curso de engenharia elétrica ministrados em circuitos elétricos como como tensão e corrente.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o auxílio do protótipo, o professor pode abordar de forma mais prática e visual os assuntos teóricos e consequentemente melhorar o entendimento dos alunos sobre o conteúdo. Além disso, com essa aplicação foi possível ao professor abordar outros importantes assuntos, como programação, automação, Indústria 4.0, Internet das Coisas, entre outros. Deste modo, os protótipos serviram como ferramentas para ajudar tanto o professor quanto os alunos nesse processo de ensino-aprendizagem, tornando a matéria mais dinâmica e prática.

Agradecimentos

A Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (CEAMAZON).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Sérgio Paulino de *et al.* **TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO: CONTEXTO HISTÓRICO, PAPEL E DIVERSIDADE.** IV Jornada de Didática III Seminário de Pesquisa do CEMAD 31 de janeiro, 01 e 02 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/IV%20Jornada%20de%20Didatica%20Docencia%20na%20Contemporaneidade%20e%20III%20Seminario%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD/TECNOLOGIA%20NA%20EDUCACAO%20CONTEXTO%20HISTORICO%20PAPEL%20E%20DIVERSIDADE.pdf>. Acessado em: 03 de jan. 2021.

CHIOFI, Luiz Carlos; OLIVEIRA, Marta Regina Furlan. **O USO DAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.** III Jornada de Didática: Desafios para a docência e II Seminário de Pesquisa do CEMED. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/III%20Jornada%20de%20Didatica%20Desafios%20para%20a%20Docencia%20e%20II%20Seminario%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD/O%20USO%20DAS%20TECNOLOGIAS%20EDUCACIONAIS%20COMO%20FERRAMENTA.pdf>. Acessado em 15 de jan. 2021.

KENSKI, Vani Moreira. Educação e tecnologias: Um novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012. p. 15-25.

MIRANDA, Jhonattan; MOLINA, Arturo. Designing Hybrid Learning Programs in Higher Education by Applying Education 4.0: The Innovation Challenge Bootcamp as Case Study. In: **2020 IEEE Learning With MOOCS (LWMOOCS)**. IEEE, 2020. p. 31-36.

OLIVEIRA, Thaís Fernanda; SIMÕES, Wagner Lourenzi. **A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia.** Simpósio de Engenharia de Produção, 2016.

SCHWAB, Klaus. **A quarta Revolução Industrial.** 1ª. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

DEVELOPMENT OF TWO AUTOMATION PROTOTYPES FOR LOW COST LIGHTING AS A PRACTICAL CLASS PROPOSAL FOR ENGINEERING STUDENTS

Abstract: This work aims to describe the development of two prototypes of a lighting automation system as a way to put into practice the theory discussed in online classes of a



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

class of the Electrical Engineering course. With this, it was possible to alleviate the absence of laboratory classes (practical) that did not occur due to the pandemic and to use the concept of Education 4.0 in the classroom. During the semester, several subjects were discussed, such as programming, electrical circuits, electrical materials, among others, and with the development of prototypes, it was possible to visualize the application of all these subjects.

Keywords: *Teaching-learning, Education 4.0, Internet of Things and Automation.*

Promoção:



Realização:

