



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA DETECÇÃO DE TENSÃO SEM CONTATO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5329

Autores: IGOR FORCELLI SILVA, ADELSON ATAIDE DOS SANTOS NETO, ARTHUR BERNARDO BARBOSA, CAIO CUNHA REGO DE OLIVEIRA, FRANKY FABRINY FARIAS ALVES LIMA, VITOR GABRIEL DA SILVA GUIMARÃES

Resumo: *Com enorme contribuição para o salto no progresso mais recente da humanidade, parece impensável a vida cotidiana sem a geração, distribuição e o domínio da energia elétrica. Dessa forma, é imprescindível o conhecimento técnico, o desenvolvimento de aparelhos, assim como a formação de profissionais para desenvolver, aperfeiçoar, atuar e manusear tais ferramentas e sistemas. Com intuito de alinhar as necessidades técnicas atuais, bem como a atualização das práticas de ensino adotadas hoje em salas de aula, foi proposto neste trabalho o desenvolvimento de um protótipo para detecção de tensão sem contato, de forma a integrar conceitos teóricos e práticos, em que seja possível o uso de formatos de ensino mais atuais, como o de metodologias ativas, onde o aluno torna-se protagonista da aprendizagem, buscando autonomia e independência na maneira de pensar e de agir. Portanto, ao final do trabalho foi possível concluir a viabilidade do protótipo proposto, uma vez que os materiais utilizados são de baixíssimo custo, facilmente encontrados, e entregam como produto final resultados satisfatórios. Além disso, há diversas vantagens ao associar tais metodologias de ensino citadas.*

Palavras-chave: *Aprendizagem associada à prática. Ferramenta de baixo custo. Metodologias ativas. Protótipo de detecção de tensão.*

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA DETECÇÃO DE TENSÃO SEM CONTATO

1 INTRODUÇÃO

No contexto pedagógico atual o ensino tem enfrentado cada vez mais dificuldade para extrair dos discentes a motivação e o interesse necessários acerca dos conteúdos curriculares do ensino superior e técnico. Os problemas enfrentados vão desde a sala de aula até os métodos ali implementados. Este modo de ensino tradicional expositivo frustra e desmotiva os alunos, fazendo com que a sociedade acabe por desacreditar do sistema educacional vigente, uma vez que há dúvidas em relação ao preparo desses egressos para o mercado de trabalho (Buss; Mackedanz, 2017).

Com diversas transformações sociais surgindo, as instituições de ensino também sentem os efeitos dessas mudanças, havendo a necessidade de atender às demais atualizações, buscando adaptar as metodologias de ensino para tornar o ambiente educacional propício para auxiliar no desenvolvimento e conhecimento dos discentes, de forma reflexiva e crítica. Os educadores precisam garantir um ambiente no qual os estudantes sejam capazes de criar e refletir sobre suas ideias, comparando-as com teorias apresentadas em sala de aula. Sendo assim, como tal abordagem vai de encontro ao modelo tradicional de ensino, faz-se necessário aderir a diferentes formatos, a exemplo da metodologia ativa - que inverte a abordagem tradicional - tornando o aluno protagonista da aprendizagem e estimulando-o a sair da estagnação durante as aulas (Silva; Vasconcelos, 2022).

De acordo com Aquino e Moreira (2018) as metodologias ativas podem impactar na jornada dos discentes dos cursos superiores e técnicos, contribuindo para as experiências acadêmicas, para o engajamento do aluno, e conseqüentemente para a redução da evasão escolar; sendo esta influenciada por metodologias de ensino tradicionais expositivas. Ainda de acordo com os autores, a metodologia ativa não é uma prática nova, porém no Brasil ainda é incipiente, sobretudo, na educação superior.

A engenharia é uma profissão prática, “hands-on”, e, portanto, desde a origem da educação em engenharia, os laboratórios didáticos têm constituído um dos fundamentos do curso. A utilização intensiva de laboratórios, contudo, esbarra em problemas que variam desde visões conceituais distorcidas dos professores até questões operacionais práticas, como o alto custo para manter, operar e atualizar os equipamentos do laboratório. Como consequência deste cenário, algumas alternativas para reforçar as práticas de ensino laboratorial foram planejadas. Entre elas, o desenvolvimento de aparatos educacionais de baixo custo, que vêm se mostrando como uma possível solução ativa para propiciar as experiências laboratoriais no ensino de engenharia (Gomes *et al.*, 2011).

Diariamente os técnicos e engenheiros eletricitas estão em contato com sistemas elétricos de alta, média e baixa tensão. Esses sistemas apresentam perigo iminente à vida dos profissionais, em que muitos dos acidentes que ocorrem nesses locais se dão no momento da medição da tensão, sendo inclusive pelo desconhecimento que os condutores estão energizados. Os equipamentos de detecção de tensão são de extrema importância na manutenção dos sistemas elétricos, onde alguns desses equipamentos são bastante conhecidos. Entretanto, poucos estudos apresentam melhorias no desenvolvimento dos circuitos por trás desses equipamentos (Fré, 2016).

Maria e Alves (2022) partiram da dificuldade da aquisição de equipamentos para implementação de novas práticas nas disciplinas de física, onde procuraram desenvolver um protótipo com materiais de baixo custo que pudesse ser construído por professores e estudantes. Os autores desenvolveram um medidor de pequenos sinais elétricos utilizando componentes de custo reduzido, especificamente um microvôltemetro e um nanoamperímetro, ambos baseados no hardware Arduino e no conversor analógico digital HX711. Ainda de acordo com os autores, os resultados mostraram que o aparato desenvolvido com um custo acessível apresentou bons resultados em comparação a um multímetro comercial para as faixas de tensão da ordem de milivolts, tornando o uso do produto adequado para diversas aplicações.

Aquino e Silva (2020) realizaram a fabricação de um bastão inteligente capaz de detectar tensão sem a necessidade do toque do colaborador. No trabalho dos autores foi exposto a confecção do protótipo e os testes realizados para validar a eficácia do aparato. Conforme os autores o resultado do experimento atingiu o objetivo, visto que o equipamento confeccionado conseguiu detectar a tensão sem efetuar o contato com a linha energizada, informando ao profissional que o manuseia a presença ou ausência de eletricidade. Concluíram os autores que o bastão é capaz de contribuir para a segurança no trabalho com altas tensões.

Fré (2016) realizou a análise de um sensor remoto (sensor Kelvin) de tensão portátil, através de um estudo sobre seus princípios físicos, funcionamento e aplicações para detecção de tensão sem contato físico. O autor realizou comparações entre uma simulação por soft e uma placa com o circuito do sensor. Os resultados, segundo o autor, mostraram que o sensor é bastante eficiente ao realizar seu propósito, que é detectar tensão sem o contato físico, sendo sugeridas diversas aplicações para o sistema.

Diante dos estudos apresentados, fica notório que o detector de tensão possui grande importância durante a execução de serviços elétricos, contribuindo com a segurança dos profissionais. Sendo assim, este artigo objetiva apresentar o desenvolvimento de um detector de tensão sem contato, utilizando três transistores bipolares, um LED e um buzzer, apresentando como característica o baixo custo, objetivando maior participação e compreensão por parte dos discentes, permitindo a absorção dos conceitos relacionados à eletricidade de forma significativa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Serviços com eletricidade

Por conta do risco à vida durante a execução ou manutenção de serviços com eletricidade são estabelecidas normas visando garantir a integridade física dos profissionais. A NR 10 (Norma Regulamentadora 10), cujo título é Segurança em instalações e serviços em eletricidade, é responsável por estabelecer os requisitos e condições básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, visando garantir a segurança e a saúde dos indivíduos que trabalham em instalações elétricas e serviços com eletricidade (Brasil, 2004).

Levando em consideração o exposto, durante a execução de serviços com eletricidade, se faz necessário o uso de procedimentos, equipamentos e ferramentas para garantir a proteção individual e/ou coletiva das pessoas que estão executando o serviço ou estão próximas. Dentre os equipamentos utilizados é possível citar dois grupos de equipamentos, sendo eles os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) (Cunha, 2010).

Dentre os diversos equipamentos utilizados para execução de serviços com eletricidade, o mais comum é o detector de tensão, sendo um equipamento portátil que

permite ao colaborador que esteja executando serviços com eletricidade verificar se o local está energizado. Estes detectores podem ser por contato ou sem contato. O detector sem contato (ou por aproximação) em termos de segurança é o mais adequado, visto que, ao aproximar do local energizado, será emitido um alarme visual e sonoro, não sendo necessário o contato com a área energizada (Melo, 2023).

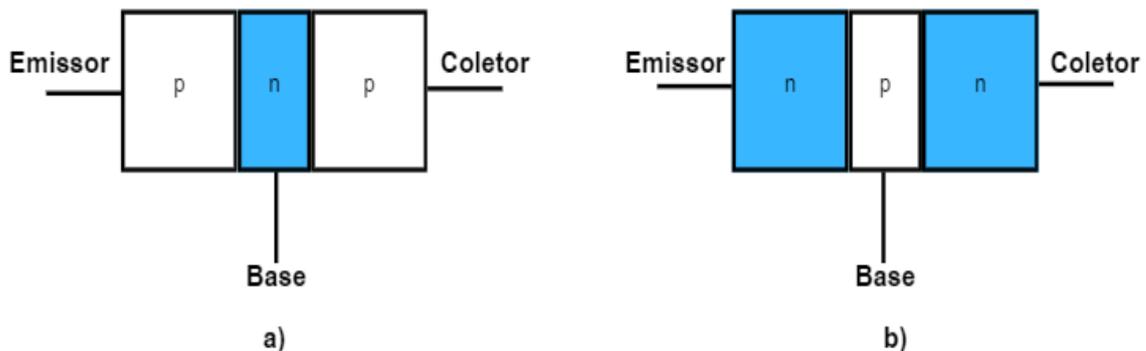
2.2 Transistor de Junção Bipolar (TBJ)

Os dispositivos semicondutores são componentes responsáveis pelo funcionamento dos mais complexos sistemas comerciais da atualidade. Os semicondutores mais conhecidos e estudados na eletrônica são os diodos e os transistores de junção. Os diodos possuem apenas dois terminais e os transistores de junção possuem três terminais, ambos possuem diversas aplicações, entretanto, os transistores são muito mais empregados, com aplicações que se estendem desde a amplificação de sinais até o projeto de circuitos lógicos digitais e de memória. Os transistores de junção mais conhecidos são os: transistor de junção bipolar (TBJ) e o transistor MOSFET (Sedra; Smith, 2007).

Se tratando de aplicações, ambos os transistores possuem suas vantagens e desvantagens, sendo o MOSFET majoritariamente utilizado. Todavia, o TBJ continua sendo um dispositivo importante que se sobressai em certas aplicações, por exemplo, a confiabilidade de circuitos TBJ sob condições ambientais severas fazem dele o dispositivo dominante em eletrônica automotiva, uma área importante e ainda em desenvolvimento. Além disso, o TBJ permanece popular nos projetos de circuitos discretos, em que uma seleção ampla de tipos de TBJ estão disponíveis para o projetista (Sedra; Smith, 2007).

O TBJ é composto por três terminais (emissor, coletor e base); e por duas junções do tipo “pn”. A junção emissor-base (JEB) e a junção coletor-base (JCB) podem ser distribuídas tanto de forma que se tenha a configuração “pnp” ou “nnp”, conforme ilustra a Figura 1. Em exercícios didáticos e aplicações de amplificadores é mais fácil encontrar a configuração “nnp”.

Figura 1 – Composição dos terminais do transistor de junção. a) Configuração pnp. b) Configuração npn.



Fonte: Elaboração própria (2024).

De acordo com a condição de polarização (reversa ou direta) de cada uma dessas junções do dispositivo, são adquiridos diferentes modos de operação para o TBJ. O Quadro 1 expõe os modos de operação mais utilizados para um TBJ npn.

Quadro 1 – Modos de operação TBJ (nnp).

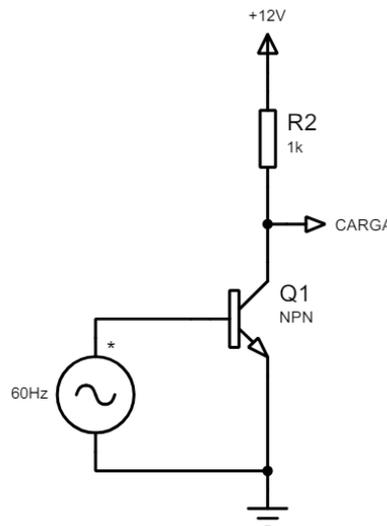
Modo	JEB	JCB
Corte	Reversa	Reversa
Ativo	Direta	Reversa
Saturação	Direta	Direta

Fonte: Elaboração própria (2024).

O modo ativo também é conhecido como modo direto, é o modo em que o transistor opera como um amplificador de transcondutância, sendo uma das formas mais utilizadas deste dispositivo. Aplicações de chaveamento (por exemplo, circuitos lógicos) utilizam o modo de corte ou modo de saturação (Sedra; Smith, 2007).

A Figura 2 ilustra a estrutura simples do amplificador TBJ mais popularmente empregado, o circuito emissor aterrado ou emissor-comum (EC).

Figura 2 – Circuito amplificador emissor comum básico.



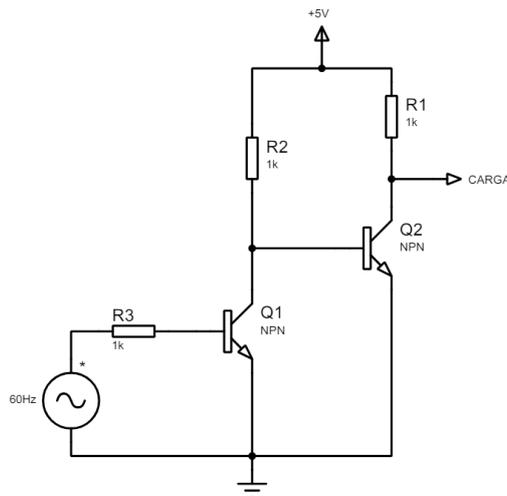
Fonte: Elaboração própria (2024).

Uma forte característica que distingue o amplificador EC dos demais é o sinal de saída (tensão sob a carga) invertido, portanto, essa configuração também é chamada de amplificador inversor, consistindo em uma defasagem inicial de 180° na tensão de saída. O amplificador EC além de se tratar de um inversor, garante uma impedância de entrada média, impedância de saída média, ganho de tensão médio-alto, ganho de corrente alto e ganho de potência alto. O ganho de tensão dos amplificadores TBJ é dado através da Equação 1 (Malvino; Bates, 2016).

$$A_v = \frac{V_{saída}}{V_{entrada}} \quad (1)$$

Para a obtenção de um ganho de tensão maior, é possível criar um amplificador com estágio cascata que pode ser com dois ou mais estágios amplificadores conforme ilustra a Figura 3. Isso significa que a saída amplificada do primeiro amplificador TBJ se conecta à entrada do segundo amplificador e assim por diante, portanto, o ganho de tensão total é o produto dos ganhos de tensões individuais.

Figura 3 – Amplificador de dois estágios.

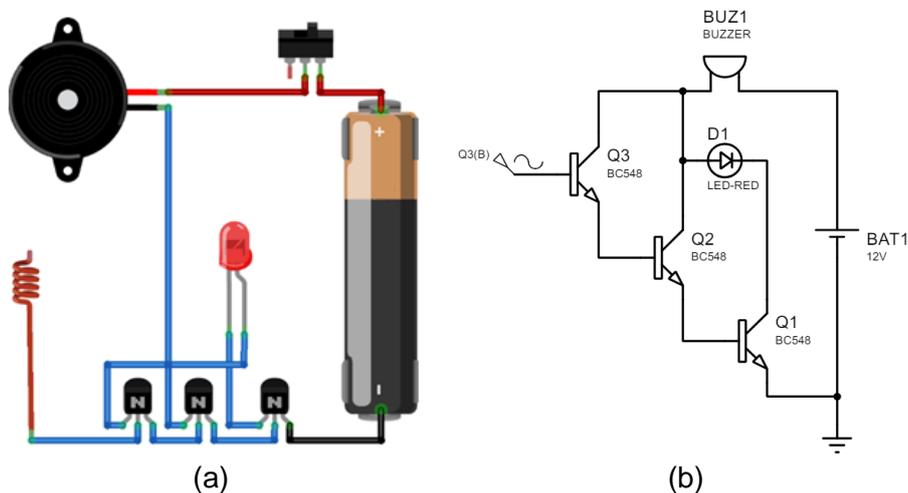


Fonte: Elaboração própria (2024).

3 METODOLOGIA

Na Figura 4 é ilustrado o esquema elétrico do protótipo desenvolvido, onde foram utilizados três transistores bipolares do tipo NPN, um *buzzer* para alarme sonoro, um *LED* para alarme visual, uma antena para detectar o campo eletromagnético de objetos energizados e uma bateria de 12 V para alimentar eletricamente todo o circuito.

Figura 4 – Esquemático elétrico do protótipo desenvolvido. (a) Desenho do circuito montado. (b) Diagrama elétrico do circuito.



Fonte: Elaboração própria (2024).

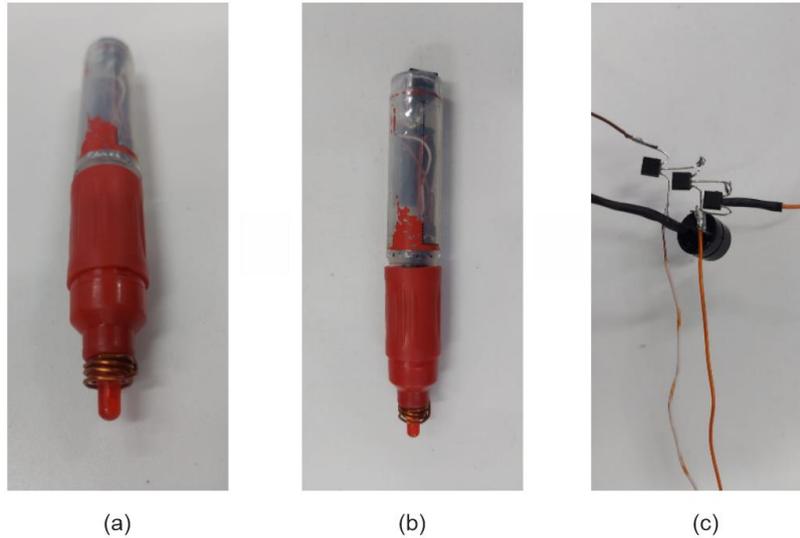
O circuito permite a detecção sem contato de objetos energizados, visto que, quando um fio condutor é energizado, ele cria um campo eletromagnético ao seu redor. Este campo induz uma pequena corrente na antena, que, por sua vez, excita a base do primeiro transistor. Essa corrente gerada passa por três etapas de amplificação, que por final faz a condução do *LED* e ativa o *buzzer*.

A condução do *LED* e a ativação do *buzzer* ocorrem a uma frequência de 60 Hz, correspondente à frequência induzida pela rede elétrica. Quanto mais intenso o campo

eletromagnético gerado pelo condutor, ou quanto menor a distância entre o condutor e a antena, maior será a sonoridade do *buzzer* e o brilho do *LED*.

Inicialmente o circuito foi montado e testado no protoboard, em seguida foram feitos cortes na caneta de quadro para encaixar o botão liga/desliga, a antena e o *LED*. Por fim, o circuito foi colocado dentro da caneta, finalizando o protótipo, que é ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Protótipo desenvolvido. (a) Visão lateral. (b). Visão superior. (c) Circuito utilizado.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Na Tabela 1 são apresentados os materiais utilizados para construção do protótipo e o seu respectivo custo.

Tabela 1 – Custo dos materiais utilizados para construção do protótipo.

Material	Quantidade	Valor (R\$)
Carcaça de caneta de quadro	1	Reciclado
BC548	3	4,50
LED Vermelho 5 mm	1	0,50
Bateria 12 V	1	10,00
Mini chave gangorra	1	2,00
Buzzer	1	2,00
Fio esmaltado	10 cm	Reciclado
Total		19,00

Fonte: Elaboração própria (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 6 ilustra a utilização do protótipo desenvolvido para realizar testes de tensão com dispositivos energizados.

Figura 6 - Utilização do protótipo para testes. (a) Com um interruptor. (b) Com uma tomada. (c) Com um quadro de distribuição. (d) Com um filtro de linha.



(a)

(b)

(c)

(d)

Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao se aproximar dos elementos energizados, o protótipo conseguiu fornecer alarme sonoro e visual, indicando que os objetos estavam energizados. Quanto mais próximo dos objetos energizados, mais alto era o alarme sonoro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consistiu no desenvolvimento de um detector de tensão sem contato, apresentando como característica o baixo custo e objetivando maior participação e compreensão por parte dos discentes, permitindo a absorção dos conceitos relacionados à eletricidade de forma significativa.

De maneira geral, os resultados alcançados neste estudo indicam que o protótipo desenvolvido pode ser utilizado para realizar experimentos voltados para a detecção de objetos energizados. Estes resultados mostram que o medidor desenvolvido pode aumentar a expectativa do discente e colocar em prática os conhecimentos adquiridos nas aulas de eletrônica, instalações elétricas e eletricidade básica.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, do Campus Itabaiana e João Pessoa, e ao PETEE-IFPB (Programa de Educação Tutorial de Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Paraíba), pelo apoio técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS

AQUINO, R. P. N.; MOREIRA, J. R. **Metodologias ativas de aprendizagem**: os reflexos no processo de retenção e evasão dos alunos da educação superior privada. Outras Palavras, v. 15, n. 2, 2018.

AQUINO, E. S.; SILVA, L. C. **Desenvolvimento de um equipamento inteligente**: bastão detector de alta tensão. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8., 2020. Anais [...]. Caruaru - PE: UNIFAVIP, 2020. ISSN: 2318-9258. Disponível em: <http://dSPACE.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32218>

BRASIL. **Norma Regulamentadora 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Publicação Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Alterações/Atualizações Portaria GM n.º 598, de 07 de dezembro de 2004. 2004.

BUSS, S C.; MACKEDANZ, L. F. **O ensino através de projetos como metodologia ativa de ensino e de aprendizagem.** Revista Thema, v. 14, n. 3, p. 122-131, 2017.

CUNHA, João Gilberto. Norma Regulamentadora nº 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade Comentada. **ABNT, São José dos Campos**, 2010.

FRÉ, P. **Sensor remoto de detecção de tensão.** 2016. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Tabuaté, São Paulo, 2016.

GOMES, F. J. *et al.* **Módulo laboratorial de baixo custo, baseado em FOSS, para Educação em Engenharia de Controle de Processos Industriais.** In: Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau, FURB. 2011.

MALVINO, A.; BATES, D. **Eletrônica.** 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. v. 1.

MARIA, T. L.; ALVES, E. G. **DESENVOLVIMENTO DE UM MEDIDOR DE PEQUENOS SINAIS ELÉTRICOS.** In: Seminário de Iniciação Científica (SIC) 2022. 2022.

MELO, André Alves de. **A importância do administrador para a gestão de segurança e saúde do trabalho: um relato de experiência numa empresa de telecomunicações.** Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Administração. IFPB. 2023.

SEDRA, A. S.; SMITH, K. C.. **Microeletrônica.** Pearson Prentice Hall, 2007.

SILVA, I. F. J.; VASCONCELOS, B. M. **Percepção do discente acerca das metodologias ativas de ensino empregadas em disciplina de projeto no curso de Engenharia Civil.** Mostra de Extensão, Inovação e Pesquisa da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco 2021, Pernambuco, 2021.

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR CONTACTLESS VOLTAGE DETECTION

Abstract: *With an enormous contribution to the leap in humanity's most recent progress, everyday life without the generation, distribution and control of electrical energy seems unthinkable. Therefore, technical knowledge, the development of devices, as well as the training of professionals to develop, improve, operate and handle such tools and systems are essential. In order to align current technical needs, as well as update teaching practices adopted today in classrooms, this work proposed the development of a prototype for contactless voltage detection, in order to integrate theoretical and practical concepts, in that it is possible to use more current teaching formats, such as active methodologies, where the student becomes the protagonist of learning, seeking autonomy and independence in the way they think and act. Therefore, at the end of the work it was possible to conclude the viability of the proposed prototype, since the materials used are very low cost, easily found, and deliver satisfactory results as a final product. Furthermore, there are several advantages when combining the aforementioned teaching methodologies.*

Keywords: *Learning associated with practice. Low-cost tool. Active methodologies. Voltage detection prototype.*

