

Uso de software libre na proposição de práticas laboratoriais para as disciplinas de Circuitos Elétricos

Use of free software in the proposal of laboratory practices for the subjects of Electrical Circuits

Empleo de softwares libres en la propuesta de las prácticas de laboratorios para las asignaturas de Circuitos Eléctricos

Maykop Pérez Martínez^{1,*}, Josnier Ramos Guardarrama¹, Janette Santos Baranda¹, Raimundo Carlos Silvério Freire^{II}

^IUniversidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae, Cuba

^{II}Universidad Federal de Campina Grande, Brasil

* autor da correspondência: maykop@electrica.cujae.edu.cu

Recebido: 5 de noviembre de 2022

Aprovado: 15 de enero de 2022

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) 

RESUMO/ABSTRACT/RESUMEN

O objetivo deste trabalho é propor um sistema de práticas de laboratório para as disciplinas de Circuitos Elétricos na carreira de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica de Havana, José Antonio Echeverría, a partir do uso de software livre, permitindo um aprendizado personalizado e autorregulado. colaborativo nos alunos. O estudo baseou-se numa metodologia descritiva qualitativa em que foram utilizados os métodos de análise documental e a sistematização de fontes documentais e como métodos empíricos foi utilizado o inquérito, para o tratamento e análise da informação recolhida foi utilizado o cálculo como método estatístico .de frequências absolutas e relativas. A amostra para identificar quais são os softwares livres mais adequados para usar e orientar as diferentes práticas de laboratório virtual propostas e como realizá-las, foi composta por 10 Doutores em Ciências, 4 Mestres em Ciências e 3 Engenheiros Eletricistas com experiência no ensino.

Palavras-chave: circuitos elétricos, práticas laboratoriais, processo ensino-aprendizagem, softwares livres, TIC.

The objective of this work is to propose a system of laboratory practices for the subjects of Electrical Circuits in the Electrical Engineering career of the Technological University of Havana, José Antonio Echeverría from the use of free software, enabling personalized, self-regulated learning. and collaborative in students. The study was based on a qualitative descriptive methodology in which the methods of documentary analysis and the systematization of documentary sources were used and as empirical methods the survey was used, for the processing and analysis of the information collected the calculation was used as a statistical method. of absolute and relative frequencies. The sample to identify which are the most appropriate free software to use and to guide the different proposed virtual laboratory practices and how to carry them out, was made up of 10 PhDs in Sciences, 4 Masters in Sciences and 3 Electrical Engineers with experience in teaching.

Key Works: electrical circuits, laboratory practices, teaching-learning process, free software, ICT.

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema de prácticas de laboratorio para las asignaturas de Circuitos Eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana, José Antonio Echeverría a partir del empleo de softwares libres, posibilitando un aprendizaje personalizado, autorregulado y colaborativo en los estudiantes. El estudio se basó en una metodología cualitativa descriptiva en la que se utilizaron los métodos de análisis documental y la sistematización de fuentes documentales y como métodos empíricos se empleó la encuesta, para el procesamiento y análisis de la información recopilada se utilizó como método estadístico el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas. La muestra para identificar cuáles son los softwares libres más adecuados a utilizar y para orientar las diferentes prácticas de laboratorios virtuales propuestas y cómo llevarlas a cabo, estuvo compuesta por 10 Doctores en Ciencias, 4 Máster en Ciencias y 3 Ingenieros Eléctricos con experiencias en la docencia.

Palabras clave: circuitos eléctricos, prácticas de laboratorios, proceso de enseñanza – aprendizaje, softwares libres, TIC.

Como citar este artículo:

Maykop Pérez Martínez, et al. Uso de software livre na proposição de práticas laboratoriais para as disciplinas de Circuitos Elétricos. Ingeniería Energética. 2023. 44(1), enero/abril. ISSN: 1815-5901.

Sitio de la revista: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/index>

INTRODUÇÃO

Atualmente no Ensino Superior está a decorrer um processo de transformação e melhoria curricular, caracterizado por um conjunto de aspectos em que se verificam: o reforço da formação de base, maior flexibilidade na duração dos estudos, diminuição dos níveis de assiduidade e a desenvolvimento de novas habilidades de desempenho; professores e alunos, resultado da generalização do uso das TIC, o que leva a uma reanálise do desenho, desenvolvimento e avaliação curricular. Como consequência dessas mudanças, os currículos do Ensino Superior cubano estão sujeitos a uma melhoria contínua. [1]. Um exemplo disso é a transformação curricular que ocorreu na carreira de Engenharia Eléctrica na Universidade Tecnológica "José Antonio Echeverría" de Havana, CUJAE.

Em suas bases conceituais, destaca-se a premissa, de acordo com o Ministério do Ensino Superior em suas bases para a elaboração do Plano de Estudos E, de "alcançar transformações qualitativas no processo formativo como consequência de um uso amplo e generalizado das TIC, essas transformações devem se expressar fundamentalmente na renovação de concepções e práticas pedagógicas que implicam a reformulação do papel do professor e o desenvolvimento de modelos de aprendizagem diferentes dos tradicionais. Nesse sentido, atenção especial deve ser dada ao uso das tecnologias de informação e comunicação.

A carreira de Engenharia Eléctrica, por sua vez, tem a missão de garantir a formação de engenheiros de perfil básico e amplo, capazes de realizar a projeção e exploração das instalações de geração, armazenamento, transporte, distribuição e consumo de energia eléctrica, com qualidade, fiabilidade e eficiência, sentindo-se empenhados na poupança e utilização racional dos recursos energéticos e na utilização de fontes de energia renováveis, para responder, de forma criativa e inovadora, às necessidades cada vez maiores da sociedade. Por outro lado, na os autores da referência [2], afirmam que neste momento a nível internacional a geração, transmissão e distribuição de electricidade está passando por uma mudança considerável em termos de estrutura, operação e formas de regulação. Todos esses fatores criaram novos ambientes, exigindo avaliação aprofundada de novas instalações, otimização das configurações do sistema, melhorias na confiabilidade e redução dos custos de construção e operação.

Além disso, considera-se que o fornecimento de energia a nível global experimentará tendências dominantes nos próximos 25 anos, caracterizadas por: aumento da energia solar, criação de redes eléctricas inteligentes e geração de energia fotovoltaica pelo próprio consumidor (telhados das residências, empresas e outros sistemas fotovoltaicos locais), resultando em mudanças na matriz energética. Em correspondência ao exposto, a direção técnica da União Eléctrica (UNE), solicita que seja incluída na carreira uma série de tópicos que farão parte dos conteúdos a serem ministrados, entre os quais estão fundamentalmente:

- Estudo de Sistemas Flexíveis de Transmissão de Corrente Alternada (FACTS na sigla em inglês).
- Energia renovável.
- Redes neurais.
- Análise de Contingência.
- Segurança da operação dos SEPs.
- Estabilidade de tensão, frequência e pequenas sinais.
- Aprofundar o estudo das proteções eléctricas.

Conforme consta nos documentos regulamentares [3], as disciplinas de Circuitos Eléctricos constituem a base fundamental do perfil do Engenheiro Eletricista, pois nela são estudados os principais métodos de análise de circuitos e os fundamentos das medidas eléctricas. Utilizando a lei de Ohm e as leis de Kirchhoff, apresenta-se um conjunto de ferramentas analíticas que acompanharão o desempenho do aluno ao longo de sua vida profissional. As disciplinas não abordam apenas a análise de circuitos eléctricos, mas também abordam alguns tópicos, o projeto de configurações eléctricas com determinadas características, garantindo o cumprimento dos requisitos funcionais. Os estudos realizados sobre o desenho das disciplinas de Circuitos Eléctricos durante o processo de validação do plano de estudos D permitiu verificar a falta de práticas laboratoriais, o que resultou no aprofundamento não prático das leis e teoremas estudados nas disciplinas, a insuficiente compreensão destes conteúdos por parte dos alunos e a pouca ligação entre a teoria e a prática, o que motivou a realização deste trabalho para mostrar as diferentes formas de solução, através da utilização das TIC, especificamente nas práticas laboratoriais.

O exposto aponta para a necessidade de aproveitar as novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC) para promover essa mudança rumo a um novo paradigma educacional mais personalizado e centrado na atividade do aluno. Por outro lado, os autores da referência [4], afirmam que o progresso do software livre, poderoso e livre facilita o acesso a alunos de todos os níveis sociais e educacionais e que o professor é responsável por planejar corretamente o assunto, com o objetivo que um determinado programa se integre perfeitamente com os objetivos propostos. Por tudo o exposto, o objetivo deste trabalho é propor um sistema de práticas de laboratório para as disciplinas de Circuitos Eléctricos, na carreira de Engenharia Eléctrica da Universidade Tecnológica de Havana, José Antonio Echeverría, a partir do uso de software livre, permitindo personalização e aprendizagem autorregulada nos estudantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dada a importância e a necessidade da utilização das novas possibilidades proporcionadas pelas TIC nas disciplinas de Circuitos Eléctricos na carreira de Engenharia Eléctrica, nomeadamente as relacionadas com a prática laboratorial, optou-se pela realização deste trabalho para o qual foi utilizada uma metodologia qualitativa descritiva.

Para isso, foram utilizados os métodos de análise documental e a sistematização de fontes documentais que servem de referência para este trabalho, principalmente aqueles em que é exposta a importância do uso de laboratórios virtuais para melhorar o processo ensino-aprendizagem, expressa nas investigações das referências [6 - 9]. Durante o seu desenvolvimento, foram analisados diversos documentos, como os atuais planos de estudos (D e E) e os planos de aulas dos cursos anteriores, além disso, foram realizadas entrevistas com alunos já formados e os que estão cursando a engenharia. Além disso, como método de nível empírico, foi aplicada a entrevista estruturada com o objetivo de identificar quais são os softwares livres mais adequados para o desenvolvimento do sistema de práticas de laboratório virtual proposto que se ajustam aos conteúdos das atuais transformações curriculares, foi tomado como mostra 10 doutores em ciências, 4 mestres e 3 engenheiros com experiência na docência.

Como método estatístico, utilizou-se o cálculo das frequências absolutas e relativas para o processamento e análise das informações obtidas nas entrevistas realizadas. Também foram realizadas reuniões metodológicas com os professores das disciplinas para orientar as diferentes práticas laboratoriais propostas e como realizá-las para obter os resultados mais úteis para os alunos. Do trabalho metodológico realizado, obtiveram-se como resultado as premissas para a elaboração do programa analítico para o plano de estudos E, identificando o software mais significativo a ser utilizado nas disciplinas de Circuitos Eléctricos, bem como a proposta de um sistema de práticas de laboratório. Importa esclarecer que a investigação teve início no ano letivo 2019-2020, coincidindo com a implementação do plano de estudos E, para as disciplinas de Circuitos Eléctricos e tem prosseguido no contexto atual, caracterizado pela situação sanitária convulsiva de pandemia provocada pelo COVID-19; tudo isso tem permitido minimizar o impacto negativo imposto pelo isolamento social e os custos tecnológicos a ele associados, melhorar o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Circuitos Eléctricos sem a necessidade de atendimento presencial nos laboratórios.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Caracterização das Disciplinas de Circuitos Eléctricos do Plano de Estudos E

Nos planos de estudos anteriores, as Disciplinas de Circuitos Eléctricos eram compostas por três disciplinas: Circuitos Eléctricos I, Circuitos Eléctricos II e Circuitos Eléctricos III. Neste novo plano de estudos (E) foram reduzidos a duas disciplinas Circuitos Eléctricos I e Circuitos Eléctricos II. Essas mudanças levaram a uma análise das transformações no processo de ensino-aprendizagem, em primeiro lugar nos componentes didáticos: os objetivos, os conteúdos, os métodos, os meios a serem utilizados, as formas de organização do processo de ensino-aprendizagem e as formas de avaliação.

Tradicionalmente, o ensino de circuitos eléctricos era dividido em dois grandes grupos: circuitos de corrente contínua e circuitos de corrente alternada, aspecto que, de acordo a experiência dos autores, resultava na repetição de conteúdos teóricos, uma vez que se repetiam as mesmas leis e métodos de análise de circuitos eléctricos primeiro para corrente contínua e depois para corrente alternada. Outro aspecto identificado prende-se com os resultados de aprendizagem dos alunos em anos letivos anteriores (2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 e 2018-2019) e as experiências de outras disciplinas que são leccionadas nos anos finais da licenciatura. Ao analisar os resultados, foi possível constatar que existem dificuldades dos alunos em integrar os conhecimentos e competências adquiridos nas disciplinas de Circuitos Eléctricos com os novos conteúdos que são abordados.

No atual plano de estudos (plano E), as disciplinas de Circuitos Eléctricos pertencem à disciplina de Circuitos Eléctricos e fazem parte do currículo básico. Estas são constituídas por duas disciplinas, Circuitos Eléctricos I e Circuitos Eléctricos II, com 72 horas cada uma. Nas reuniões metodológicas realizadas pelo coletivo da disciplina e de acordo com as premissas fundamentais para a concepção dos planos de estudos “E”, orientados pelo Ministério do Ensino Superior determinou-se elaborar o programa analítico dessas disciplinas, com base nas seguintes premissas que servirão de guia no processo de ensino-aprendizagem:

- Práticas em laboratórios virtuais com exercícios práticos em situações profissionais reais.
- Resolução de situações de aprendizagem com abordagem de problemas, PBL na sigla em inglês, que exijam pesquisa prévia, que desenvolvam compreensão leitora, hábito de leitura para atualização, raciocínio, autogestão e interação para atingir um objetivo.
- Estudos de casos prováveis que requerem por parte do aluno, uma análise, uma reflexão, uma discussão desenvolvendo a análise, a síntese, o pensamento crítico, o trabalho em equipe e a tomada de decisão com inovação e criatividade.
- Desenvolvimento de estratégias que favoreçam as habilidades teórico-práticas do aluno, sempre com base no modelo do profissional a ser formado.
- A preparação e desenvolvimento das aulas, aulas práticas e laboratórios devem ser feitos com recurso às TIC, com software profissional atualizado que possa ser utilizado pelos alunos, promovendo a utilização de software livre.
- Realização de visitas técnicas aos diferentes órgãos do Sindicato Eléctrico como gabinetes provinciais de carga, Subestações, centrais termoelectricas e oficinas de manutenção e construção de equipamentos eléctricos.
- Uso de tutoriais em vídeo para complementar as aulas.
- Ensinar em unísono o comportamento dos circuitos eléctricos diante de estímulos de corrente contínua e alternada onde o aluno aprende o comportamento de cada elemento passivo do circuito eléctrico diante de diferentes estímulos.
- Outra proposta é que na disciplina de Circuitos Eléctricos I sejam abordados apenas os conceitos de circuitos monofásicos e na disciplina de Circuitos Eléctricos II sejam abordados os conceitos de circuitos trifásicos, garantindo assim a organização dos conteúdos para o entendimento dos alunos.

Com resultado, as disciplinas de Circuitos Elétricos são constituídas, de forma geral, conforme tabela 1:

Tabela 1. Distribuição das atividades das disciplinas do Plano E de Circuitos Elétricos

Matéria	atividades totais	conferências	conferências PBL	Aulas práticas	laboratórios reais	laboratórios virtuais
Circuitos Elétricos I	36	4	5	14	4	9
Circuitos Elétricos II	36	4	4	15	2	11

No caso da matéria de Circuitos Elétricos I, a percentagem de horas totais dedicadas a aspectos teóricos é de 25%, a exercícios práticos de 75%, dos quais 30% serão dedicados a laboratórios virtuais e 15% a laboratórios reais. A disciplina de Circuitos Elétricos II comportar-se-á de forma semelhante, com 20% das horas totais dedicadas a aspectos teóricos, 80% a exercícios práticos, dos quais 39% serão dedicados a laboratórios virtuais e 7% a laboratórios reais. Entendendo por laboratórios virtuais, o que foi proposto por [10], a série de montagens experimentais simuladas que tem como objetivo ajudar os alunos a adquirir conhecimentos de natureza procedimental e a compreender melhor a natureza das relações quantitativas que existem entre as variáveis de um circuito elétrico.

Potencialidades de utilização das TIC nas disciplinas de Circuitos Elétricos

As TIC abrangem todas as ferramentas que permitem o armazenamento, processamento, manuseio e transmissão de informações digitalizadas. Actualmente, a utilização das TIC tem suscitado enormes expectativas no âmbito educativo, pela possibilidade que oferece de gerir a informação, facilitar a compreensão de conceitos e resolução de problemas, aumentar a motivação dos alunos para a aprendizagem; facilitar a tarefa do professor, entre outras vantagens. Essas vantagens devem se basear não apenas no potencial tecnológico das TICs, mas também em um novo modelo de aprendizagem que leve em consideração a forma como o processo ensino-aprendizagem é concebido, o papel ativo do sujeito como construtor de seu conhecimento e da interação professor-aluno e aluno-aluno no processo educacional [11].

De acordo com [12], a presença das TICs representa modificações substanciais nas formas, processos e conteúdos culturais de ensino; mas é importante enfatizar que aprender e ensinar com essas tecnologias é um processo complexo, portanto, os diferentes fatores do processo educacional devem ser levados em consideração. Por isso, o professor deve estar atento às possibilidades das tecnologias dentro do contexto educacional para utilizá-las com modelos inovadores de ensino-aprendizagem, pois em correspondência com os elementos mais significativos das TIC, que do nosso ponto de vista influenciarão para estabelecer novos ambientes e cenários para treinamento são:

- Expansão da oferta de informação.
- Criação de ambientes de aprendizagem mais flexíveis.
- Eliminação das barreiras espaço-temporais entre o professor e os alunos.
- Aumento das modalidades de comunicação.
- Aprimoramento de cenários e ambientes interativos.
- Promover a aprendizagem independente e a autoaprendizagem, bem como a aprendizagem colaborativa e em grupo.
- Quebrar os cenários clássicos de formação, limitados às instituições escolares.
- Oferecer novas possibilidades de orientação e tutoria dos alunos.
- E facilitar o treinamento contínuo.

Por outro lado, a necessidade de transcender a abordagem das TIC para as tecnologias de aprendizagem e conhecimento (TAC) indica a importância de concebê-las com finalidades muito mais formativas, tanto para alunos quanto para professores em de forma a possibilitar a autorregulação da aprendizagem, aspecto essencialmente importante para o desenvolvimento de práticas de laboratório virtual [13 -15]. Os autores da referência [16], planteiam que em qualquer sistema de aprendizagem por excelência no aspecto técnico, as seguintes recomendações devem ser atendidas, que podem ser vistas em quatro dimensões: dimensão teórica, simulação, montagem e fixação de conceitos. Recomenda-se associar os laboratórios e softwares de experimentos, pois esses instrumentos são essenciais para a consolidação das aulas práticas, permitindo ao aluno um conhecimento mais completo e aprofundado do funcionamento do sistema e uma visão mais ampla dos métodos de tratamento e resolução de problemas reais problemas.

Com a ajuda do computador, o trabalho em laboratório pode ser muito mais eficiente, pois o tempo gasto no processamento de dados e sua análise matemática pode ser automatizado e isso permite que os professores dediquem mais tempo à interpretação dos experimentos realizados. A critério do autor da referência [17], e com o qual os autores concordam, a simulação elétrica mostra-se uma ferramenta de apoio de enorme importância para a compreensão do funcionamento dos circuitos, bem como a formação de valores da profissão. Por um lado, a simulação permite verificar o funcionamento de circuitos para os quais, pela sua complexidade, o seu estudo teórico "à mão" é trabalhoso. Por outro lado, a análise de circuitos simples, mas com dependências de parâmetros e elementos não lineares, é facilitada. Além disso, usar um simulador de circuito permite analisar sem correr o risco de danificar algum componente do circuito.

Além disso, em correspondência com o afirmado pôr [5] o software livre apresenta quatro liberdades essenciais:

- Liberdade para executar o programa em qualquer lugar, para qualquer finalidade, para sempre.
- Liberdade para estudá-lo e adaptá-lo às necessidades, isso requer acesso ao código-fonte.
- Liberdade de redistribuição.
- Liberdade para melhorar o programa para publicar as melhorias, claro que você precisa conhecer o código fonte.

Os próprios autores afirmam que essas liberdades trazem muitas vantagens como consequências, entre elas a econômica, questão que deve ser aproveitada pelas instituições de ensino para incorporá-las à sala de aula, na educação, as vantagens de usar software livre são:

- O acesso ao código-fonte permite a inovação e a apropriação de novas tecnologias.
- Pode ser adaptado às necessidades locais e de qualquer pessoa.
- Permite que o usuário copie e distribua o software.
- Disseminar conhecimento, modificar, construir, cooperar com os pares.
- Que o aluno possa contribuir para melhorar o software.

Simuladores propostos

De acordo com a informação que se pode obter das características dos simuladores e/ou software livre encontrados, os objetivos das disciplinas de Circuitos Elétricos e a experiência de outras universidades como a Universidad Central de las Villas "Marta Abreu", além de Com base nos critérios recolhidos nos diferentes encontros metodológicos da disciplina de Circuitos Elétricos, foi aplicada uma entrevista estruturada a 10 Doutores em Ciências, 4 Mestres em Ciências e 3 engenheiros com experiência na docência.

No formulário que serviu de guia para a realização da entrevista, foram avaliados dois aspectos fundamentais: a necessidade de promover o uso da telefonia móvel no processo ensino-aprendizagem e as vantagens do uso de software livre, nas figuras 1 e 2. Os resultados obtidos são mostrados.

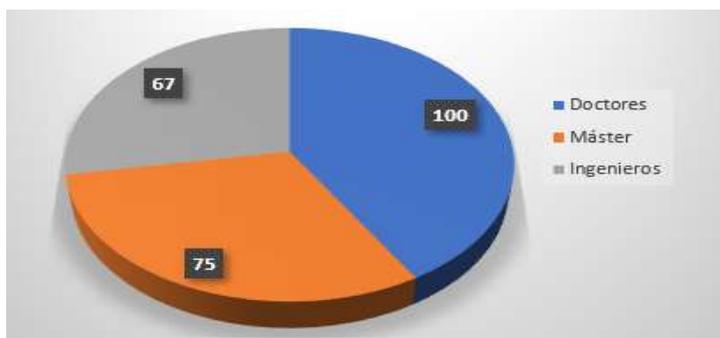


Fig. 1. Resultados da entrevista sobre o critério "necessidade de promover o uso da telefonia móvel"

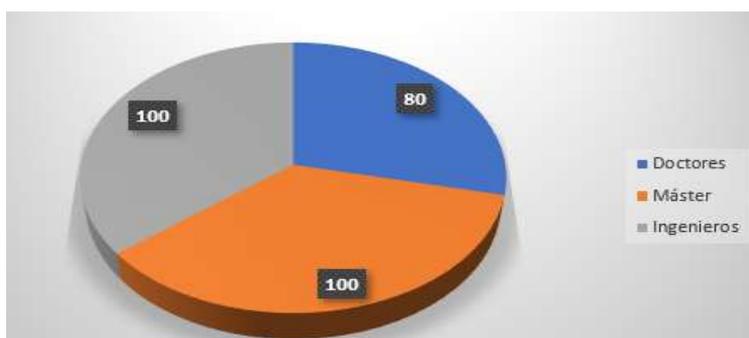


Fig. 2. Resultados da entrevista sobre o critério "vantagens do uso de software livre"

Verifica-se que 100%, 75% dos mestres e 67% dos engenheiros entrevistados, respectivamente, como se mostra na figura 1, apoiam a necessidade de promover o uso da telefonia móvel no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de Circuitos Elétricos. Por outro lado, 100% dos mestres e engenheiros e 80% dos doutores pesquisados, respectivamente, como se mostra na figura 2, defendem a necessidade de utilizar as vantagens do software livre no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas de Circuitos Elétricos. Com base em todos esses critérios, propõe-se a utilização dos seguintes simuladores e softwares nas práticas laboratoriais das disciplinas de circuitos elétricos, são eles:

- Utilizar as funcionalidades do software livre Scilab para realizar práticas laboratoriais de ressonância, circuitos trifásicos contaminados, análise de Fourier, circuitos operacionais, projeto de amplificadores operacionais, etc., pois é um programa com facilidades para análise e projeto de circuitos e medição instrumentos. O potencial deste software é mostrado nas investigações dos autores das referências [18 - 21], nos quais foram desenvolvidos aplicativos que visam, entre outras coisas, o uso da simulação como método do processo de ensino-aprendizagem de circuitos.

- Utilizar o simulador PhET em práticas de laboratório de circuitos tanto para corrente contínua quanto para corrente alternada, as funcionalidades do simulador auxiliam o aluno em sua preparação autodidata, nele ele pode apreciar de forma real o comportamento dos elementos passivos de circuitos elétricos frente estímulos atuais e alternados, a natureza dos diferentes estímulos pode ser interpretada. O PhET *Interactive Simulations Project da University of Colorado* em Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As simulações PhET são baseadas em extensa pesquisa educacional e envolvem os alunos por meio de um ambiente intuitivo semelhante a um jogo, onde eles aprendem explorando e descobrindo.
- Utilizar o Everycircuit em sua versão para Android em práticas laboratoriais de circuitos monofásicos e trifásicos de corrente contínua e alternada, é uma ferramenta que permite visualizar, construir e realizar simulações interativas de circuitos. As simulações são animadas e as mudanças no circuito podem ser feitas em tempo real. Desta forma, aprenda como os circuitos funcionam e como as mudanças nos diferentes elementos os afetam [22].
- Utilização do simulador online PartSim para realização de práticas laboratoriais e explicações através da simulação de conteúdos teóricos; O Partsim é um simulador de circuitos online gratuito baseado na web que permite criar e simular circuitos eletrônicos online sem a necessidade de instalação de outros softwares no computador, com sua integração ao processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Circuitos Elétricos destina-se ao aluno desenvolver habilidades para resolver problemas profissionais por tentativa e erro, aprender sistematicamente e aplicar seus conhecimentos em atividades práticas
- A plataforma Moodle, com características que a colocam entre as mais poderosas ferramentas virtuais de apoio à educação, principalmente como suporte à modalidade semipresencial e a distância. Possui mais de 10800 sites em cerca de 152 países e está traduzido para mais de 50 idiomas. Cuba não é uma exceção, já que esta plataforma interativa está crescendo na maioria de suas universidades [11].

Proposta de sistema de prática de laboratórios

Para realizar as propostas de práticas de laboratório, foram realizadas diferentes atividades metodológicas na disciplina com o objetivo de identificar quais são os aspectos mais importantes que devem ser promovidos por meio de programas profissionais de simulação de circuitos elétricos.

Das análises realizadas, foi possível confirmar que os aspectos onde os alunos se deparam com maior grau de dificuldade e que devem ser reforçados são:

- Aplicação das Leis de Ohm e Kirchhoff.
- Operações com fasores.
- Faça diagramas fasoriais.
- Aplicação de métodos gerais na resolução de circuitos.
- Análise de circuitos em ressonância.
- Equilíbrio de potência e melhoria do fator de potência.
- Circuitos com indutância mútua.
- Circuitos trifásicos com estímulos periódicos senoidais, balanceados e desbalanceados.
- Circuitos trifásicos com estímulos periódicos não senoidais.

O sistema de práticas de laboratórios permite articular os conteúdos que serão abordados nas disciplinas e garantirá as relações coerentes entre cada uma das de laboratórios propostas, de forma que o seu nível de hierarquia e complexidade garanta aos alunos a transição para níveis superiores de assimilação, melhorando os níveis de aplicação e criatividade.

Com base nesses critérios, são propostas as seguintes práticas de laboratório virtual.

Circuitos Elétricos I

- Comportamento de Circuitos Elétricos de Corrente Contínua e Alternada.
- Lei de Ohm e Kirchhoff em circuitos elétricos ramificados. diagramas fasoriais
- Circuitos elétricos ramificados aplicando Métodos Gerais.
- Potências em circuitos elétricos. Equilíbrio de poder. Potência reativa para instalar para melhorar o fator de potência.
- Comportamento de circuitos com indutância mútua. o transformador
- Comportamento de circuitos de primeira ordem e segunda ordem com elementos em série e/ou paralelo perante estímulos CD e CA.
- Simulação de exercícios aplicando a transformada de Laplace.

Circuitos Elétricos II

- Simulação de circuitos com estimulação periódica não senoidal.
- Circuitos com cargas trifásicas em paralelo, balanceadas e desbalanceadas conectadas em estrela e triângulo.
- Comportamento das potências ativa e reativa e cálculo do THD em circuitos trifásicos conectados em estrela e triângulo com presença de harmônicos.
- Ressonância elétrica em circuitos trifásicos e suas aplicações.
- Simulação de circuitos com cargas não lineares e seus efeitos.

Nas práticas de laboratório, pretende-se simular exercícios típicos da profissão e estabelecer nós de articulação interdisciplinar, de forma que possam ser trabalhados conteúdos de outras disciplinas, como Sistemas Elétricos, Processos Transitórios, Proteções Elétricas, Máquinas Elétricas e Controle Engenharia, só para citar alguns. Para o desenvolvimento das práticas de laboratórios é também tido em conta o princípio da ligação Universidade-Empresa, de forma a promover a formação e o desenvolvimento de competências nos contextos de trabalho em que os alunos irão trabalhar após a conclusão do curso. Isso promoverá uma aproximação com os problemas reais da profissão. Os laboratórios reais transmitem segurança ao aluno, aproximam a teoria da realidade, oferecem-lhe a possibilidade de raciocínio, aumentam a sua capacidade de utilização de instrumentos e permitem-lhe lidar com problemas inesperados [22]. Por outro lado, os laboratórios virtuais destacam os aspectos dinâmicos e visuais dos fenômenos elétricos, inclusive nas simulações instrumentos de medição que permitem que as mudanças que ocorrem em várias grandezas do circuito sejam mostradas de forma interativa e instantânea, modificando qualquer variável deste circuito.

Por isso, na nova proposta das disciplinas de Circuitos Elétricos estão vinculadas aulas práticas e práticas de laboratórios reais e virtuais. Com isso pretende-se que o aluno, antes de realizar o laboratório virtual, tenha previamente realizado um trabalho de mesa.

Para isso, de acordo com [11], serão seguidos os seguintes passos, que constituem uma estratégia integradora:

- Resolução teórica dos exercícios que serão montados na prática.
- Simulação dos circuitos no programa designado.
- Montagem dos circuitos e medições com os equipamentos de laboratório, para os laboratórios designados.
- Análise de medições reais.
- Relatório técnico abrangente.

Proposta de relatório de laboratório

As práticas de laboratório devem gerar motivação, devem permitir uma ampliação do grau de compreensão da teoria explicada em aula, verificar teorias, desenvolver habilidades e valores da profissão. Não é apenas seguir instruções e manusear instrumentos. A prática de laboratórios no ensino de ciências é essencial. O trabalho prático em laboratório proporciona ao aluno a experimentação e a descoberta pessoal. A experiência de laboratório também oferece uma oportunidade valiosa para os alunos desenvolverem habilidades em comunicação oral e escrita, liderança e cooperação. O desenho de uma prática laboratorial não é rígido, pode sempre ser objeto de enriquecimento pela experiência do docente e pelas características dos alunos.

Como resultado, é proposta uma estrutura para práticas de laboratório que fornece alguns elementos sobre o ensino e aprendizagem do laboratório.

- Título: é um termo ou expressão que comunica a denominação ou o tema a ser desenvolvido, podendo também ser identificado como o nome da prática; que coincida com o objetivo a ser alcançado.
- Objetivo(s): incluir reflexões sobre o que se pretende alcançar como conquista ou meta a ser alcançada pelo aluno, expressa com base nos conhecimentos, habilidades valores a serem alcançados por eles.
- Aspectos teóricos: inclui conceitos relacionados ao assunto da prática laboratorial, definições, esquemas, imagens, fórmulas, diagramas, teorias, entre outros.
- Materiais e instrumentos: Todos os recursos materiais (componentes, equipamentos, acessórios e instrumentos), incluindo desenhos e gráficos da montagem experimental e ilustrações explicativas.
- Desenvolvimento da prática: Constitui o conjunto de procedimentos que descreve a técnica cirúrgica que cada aluno deve realizar e algumas ações que os professores devem realizar.
- Relatório: Expressa os resultados experimentais alcançados através da tabulação dos dados e da realização dos gráficos, incluindo a interpretação da teoria. Pode incluir questões de controle previamente concebidas pelo professor como consolidação do que foi discutido na prática laboratorial desenvolvida.
- Demonstração: Pode ser incluída como elemento de motivação para um próximo tema a ser tratado nas aulas teóricas ou numa próxima prática.

O relatório do laboratório será entregue pelas equipes na data marcada pelo professor da disciplina. Deve ter o seguinte formato:

- Apresentação com nome da disciplina, número da disciplina, número do laboratório, título, nomes, número da lista, grupo de participantes e data.
- Introdução.
 - Problema.
 - Hipótese.
 - Objetivos.
- Desenvolvimento com tabelas e figuras de dados e resultados.
- Conclusões que devem ser consistentes com os objetivos.
- Bibliografia consultada para elaboração do relatório.
- O relatório deve ter redação e ortografia corretas e obedecer às regras do sistema internacional de unidades.

Com a realização deste relatório, além de servir como forma de avaliação da prática laboratorial, é possível desenvolver outras habilidades relacionadas à comunicação de resultados, por exemplo, escrever de forma clara, precisa e com linguagem técnica o que foi verificado em sua prática laboratorial, preparando o aluno para o seu trabalho final de licenciatura.

CONCLUSÕES

Com o estudo realizado, foi identificado o software mais conveniente para ser usado para desenvolver práticas de laboratório, nas disciplinas de Circuitos Eléctricos da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica José Antonio Echeverría de Havana. A sua utilização responderá às necessidades educativas actuais e permitirá a sua integração harmoniosa no processo de ensino-aprendizagem destas disciplinas. Com a integração dos conceitos do comportamento dos elementos dos circuitos perante estímulos de corrente contínua e corrente alternada, poupa-se tempo na entrega de conteúdos e evita-se a repetição destes. O sistema de práticas laboratoriais proposto responde às alterações curriculares em curso, pelo que permite melhorar o processo de ensino-aprendizagem, a integração harmoniosa das TIC no processo formativo e possibilita uma melhor preparação dos alunos para enfrentar as disciplinas seguintes.

REFERÊNCIAS

- [1] U. R. de Armas e L. Espí. "El sistema de educación superior de la República de Cuba". Forum critico da educacao. vol. 3, n. 2. ISSN: 1677-8375, 2015. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: http://www.tuning.unideusto.org/tuningal/images/stories/presentaciones/cuba_doc.pdf
- [2] M. V. Llanes, M. C. Fernández e M. L. Filgueiras, "Análisis de los mecanismos de Universidad–Empresa en el sector eléctrico cubano". Ingeniería Energética. vol. 38, n. 3, E-ISSN:1815-5901, 2017. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/511/pdf>
- [3] M. M. Pérez, C. Z. S. López e G. J. Ramos , "Potencialidades del Software Scilab en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de circuitos eléctricos". Revista Tecnología Educativa, vol. 6, n. 1, ISSN: 2519-9436, 2021. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/353273433_POTENCIALIDADES_DEL_SOFTWARE_SCILAB_EN_EL_PROCESO_DE_ENSEÑANZA_-_APRENDIZAJE_DE_LA_ASIGNATURA_DE_CIRCUITOS_ELECTRICOS
- [4] E. N. Arévalo e J. M. T. Pulido, "Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos". Modelling in Science Education and Learning. vol.9, n. 1,e-ISSN: 1988-3145, 2016. [Online]. [Acesso em 20 de novembro de 2020]. Available: <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/4584/0>
- [5] M. P.-S. Carlos Roldán-Blay, "Laboratorio Virtual como Herramienta para Comprender el Funcionamiento de las Líneas de Alta Tensión". Modelling in Science Education and Learning, vol.10, n. 2. e-ISSN: 1988-3145, 2017. [Online]. [Acesso em 20 de novembro de 2020]. Available: <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/5902>
- [6] M. Lázaro, J. B. Rodríguez e G. G. Olivas, "Laboratorio virtual para la interpretación de las cargas en vuelo". Modelling in Science Education and Learning. vol.11, n. 2. e-ISSN: 1988-3145, 2018. [Online]. [Acesso em 6 de julho de 2020]. Available: <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/9302>
- [7] M. M. Pérez, G. J. Ramos e B. J. Santos , "Integración de las tecnologías en las asignaturas de Circuitos Eléctricos". Revista Pedagogía Profesional, vol. 20, n. 1, ISSN 1684-5765, 2022. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/360407777_Integracion_de_las_tecnologias_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos
- [8] A. Pontes e M. Matínez, "Aplicaciones didácticas de un laboratorio virtual sobre circuitos eléctricos". Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (Nº Extra de la Revista Enseñanza de las Ciencias: "Educación científica para la ciudadanía", 2005. [Online]. [Acesso em 9 de agosto de 2020]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/266944148>
- [9] I. Moreno, J. Curbelo, Y. Ortuño e A. Hernández, "Experiencias en el uso de las TIC en la enseñanza de los circuitos eléctricos". Ingeniería Energética. vol. 30 , n. 2. E-ISSN: 1815-5901, 2009. [Online]. [Acesso em 11 de junho de 2020]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127741005>
- [10] A. J. Cabero, "La transformación de los escenarios educativos como consecuencia de la aplicación de las TICs: estrategias educativas,," 2004. [Online]. [Acesso em 11 de junho de 2020]. Available: https://www.researchgate.net/publication/28106623_La_transformacion_de_los_escenarios_educativos_como_consecuencia_de_la_aplicacion_de_las_TICs_estrategias_educativas
- [11] R. Lozano, "De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento". Anuario ThinkEPI. vol. 5, n. 1, ISSN 1886-6344, 2011. [Online]. [Acesso em 11 de junho de 2020]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3647371.pdf>
- [12] J. Cabero, "Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ". (U. d. Educativa, Ed.) Tecnología, Ciencia y Educación, 1, 23, 2015. [Online]. [Acesso em 7 de maio de 2019]. Available: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/32285>

- [13] J. Santos e C. Armas, “La integración de las TIC a los procesos formativos universitarios. 12 Congreso Internacional de Educación Superior. Universidad 2020. La Habana, Cuba. Curso 15.,” 2020. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2020]. Available: https://www.researchgate.net/publication/341757289_LA_INTEGRACION_DE_LAS_TECNOLOGIAS_DE_LA_INFORMACION_Y_LA_COMUNICACION_EN_LOS_PROCESOS_FORMATIVOS_UNIVERSITARIOS
- [14] C. S. Z. López, V. Y. Dávila e S. M. Robaina, “Hacia una discusión teórica sobre el lugar de las TIC en el proceso de enseñanza - aprendizaje”, 2021. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: www.cienciaspedagogicas.rimed.cu/index.php/ICCP/article/view/293
- [15] A. Acosta, R. Del Río e A. Rodríguez-Vázquez, “La simulación eléctrica en el trabajo académicamente dirigido como vehículo docente para la enseñanza de la electrónica”. Instituto de Microelectrónica de Sevilla, IMSE-CNM-CSIC. España., 2004. [Online]. [Acesso em 11 de julho de 2020]. Available: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2008-1082/S3D01.pdf>
- [16] M. M. Pérez, G. J. Ramos, V. J. A. Rodríguez, B. J. Santos e C. Z. S. López, “La simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos”. Revista Referencia Pedagógica, vol. 10, Número especial, ISSN: 2308-3042, 2022. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: <https://rrp.cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/download/281/309/917>
- [17] M. M. Pérez, G. J. Ramos, F. R. C. Silvério e G. D. Barrios, “Development of applications in Scilab software for the analysis of harmonics in industrial systems”. Revista de Ingeniería Energética, vol. 43, n.1, ISSN 1815-5901, 2022. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/359069456_Development_of_applications_in_Scilab_software_for_the_analysis_of_harmonics_in_industrial_systems
- [18] G. J. Ramos, M. M. Pérez, F. R. C. Silverio e A. O. Hernández, “Inductancia Umbral Transitoria de un Convertidor Reductor para el Método de Espacio de Estados”. Revista Energética, vol. 43, n. 2, ISSN 1815-5901, 2022. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/676>
- [19] M. M. Pérez, G. J. Ramos, F. R. C. Silvério e V. J. A. Rodríguez, “Potencialidades de la aplicación OPEDU para el estudio de los amplificadores operacionales”. Revista Ingeniería Energética, vol. 43, n. 2, ISSN 1815-5901, 2022. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/667>
- [20] M. M. Pérez, C. Z. S. López, B. J. Santos e F. A. Santos, “Potencialidades de la app EveryCircuit en las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos en la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana”. Revista Modelling in Science Education and Learning, vol. 14, n. 2, 2021. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: <https://doi.org/10.4995/msel.2021.15005>
- [21] F. J. Q. Latorre, M. Ortiz, C. D. M. Moreno e M. Á. M. Vizcaíno, “La importancia de las prácticas en laboratorios tradicionales para el aprendizaje de tecnología de circuitos integrados digitales,” 2010. [Online]. [Acesso em 12 de dezembro de 2022]. Available: https://www.researchgate.net/publication/276276364_La_importancia_de_las_practicas_en_laboratorios_tradicionales_para_el_aprendizaje_de_tecnologia_de_circuitos_integrados_digitales

CONFLITO DE INTERESES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Maykop Pérez Martínez: <https://orcid.org/0000-0003-3073-1675>

Projeto de pesquisa, coleta de dados. Participou da análise dos resultados, redação do artigo, revisão crítica de seu conteúdo e aprovação final.

Josnier Ramos Guardarrama: <https://orcid.org/0000-0002-8796-8481>

Projeto de pesquisa, coleta de dados. Participou da análise dos resultados, redação do artigo, revisão crítica de seu conteúdo e aprovação final.

Janette Santos Baranda: <https://orcid.org/0000-0002-0225-5926>

Coleção de dados. Redação do artigo, revisão crítica de seu conteúdo e aprovação final.

Raimundo Carlos Silvério Freire: <https://orcid.org/0000-0002-5395-7143>

Coleção de dados. Desenho da investigação. Análise dos resultados, na revisão crítica do seu conteúdo e na aprovação final.