



NOVA FERRAMENTA PARA O ENSINO DA ELETROPNEUMÁTICA UTILIZANDO YOLOV8

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5336

Autores: GUIDO SOPRANO MACHADO, DAVI DA SILVA RIBEIRO CASTRO, ALERRANDRO SOUZA DOS SANTOS

Resumo: Os laboratórios remotos são ferramentas que permitem o acesso de um hardware ou software localizados em qualquer local do mundo para que alunos usem esses recursos das instituições de ensino ou centros de tecnologia que permitam o compartilhamento pela internet desses equipamentos e máquinas. O compartilhamento desses recursos visa ajudar o processo de ensino e aprendizado dos alunos que gostariam de realizar as atividades práticas, mas não possuem estes equipamentos de forma física na sua instituição de ensino. Nesse contexto, foi criado um ambiente físico na área de eletropneumática e um website para mostrar os recursos do laboratório remoto, além do monitoramento das atividades desenvolvidas pelo aluno. O ambiente físico é composto por uma bancada de ensaios pneumáticos e eletropneumáticos, câmeras e interface para controle dos elementos. No website terá um ambiente de aprendizado com atividades exemplos e atividades propostas para aluno desenvolver suas habilidades na área, neste website também contará com uma área de monitoramento que utilizará as câmeras do lab e uma rede neural convolucional (CNN) para verificar se o aluno acertou ou errou a atividade proposta. Neste trabalho, o laboratório remoto visa aplicar os circuitos tradicionais da eletropneumática capturando imagens, essas imagens irão formar os conjuntos de treino, a realização do processo de marcação, a validação do modelo e realizar os testes das redes neurais criadas para cada exercício. O Software que ajudará na didática do entendimento dos circuitos eletropneumáticos será o Fluidsim e o controle para cada circuito será implementado por meio dos acionamentos elétricos das eletroválvulas da plataforma controlada por CLP (Controlador Lógico Programável)

Palavras-chave: Laboratório Remoto, Mecatrônica, Acesso Remoto, CNN, Eletropneumática

NOVA FERRAMENTA PARA ENSINO DA ELETROPNEUMÁTICA UTILIZANDO YOLOV8

Guido Soprano Machado – FIT - Instituto de Tecnologia da Amazônia, Manaus, AM. BRASIL (Tel: +55 92 98201-9419, (e-mail: guido.machado@fit-tecnologia.org.br)) – Amazonas – Manaus

Davi da Silva Ribeiro Castro - FIT - Instituto de Tecnologia da Amazônia, Manaus, AM. BRASIL (Tel: +55 99106-0974, (e-mail: davi.castro@fit-tecnologia.org.br))} Amazonas – Manaus

Alerrandro Santos - FIT - Instituto de Tecnologia da Amazônia, Manaus, AM. BRASIL (Tel: +55 99106-0974, (e-mail: alerrandro.santos@fit-tecnologia.org.br))} - Amazonas – Manaus

Resumo: Os laboratórios remotos são ferramentas que permitem o acesso de um hardware ou software localizados em qualquer local do mundo para que alunos usem esses recursos das instituições de ensino ou centros de tecnologia que permitam o compartilhamento pela internet desses equipamentos e máquinas. O compartilhamento desses recursos visa ajudar o processo de ensino e aprendizado dos alunos que gostariam de realizar as atividades práticas, mas não possuem estes equipamentos de forma física na sua instituição de ensino. Nesse contexto, foi criado um ambiente físico na área de eletropneumática e um website para mostrar os recursos do laboratório remoto, além do monitoramento das atividades desenvolvidas pelo aluno. O ambiente físico é composto por uma bancada de ensaios pneumáticos e eletropneumáticos, câmeras e interface para controle dos elementos. No website terá um ambiente de aprendizado com atividades exemplos e atividades propostas para aluno desenvolver suas habilidades na área, neste website também contará com uma área de monitoramento que utilizará as câmeras do lab e uma rede neural convolucional (CNN) para verificar se o aluno acertou ou errou a atividade proposta. Neste trabalho, o laboratório remoto visa aplicar os circuitos tradicionais da eletropneumática capturando imagens, essas imagens irão formar os conjuntos de treino, a realização do processo de marcação, a validação do modelo e realizar os testes das redes neurais criadas para cada exercício. O Software que ajudará na didática do entendimento dos circuitos eletropneumáticos será o Fluidsim e o controle para cada circuito será implementado por meio dos acionamentos elétricos das eletroválvulas da plataforma controlada por CLP (Controlador Lógico Programável).

Palavras-chave: Laboratório Remoto, Mecatrônica, Acesso Remoto, CNN, eletropneumática

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a necessidade de aprendizado prático nas instituições de ensino está cada vez mais limitada devido a dificuldade de acesso físico a laboratórios da área de engenharia, especialmente na engenharia de controle e automação (NAJI ET AL, 2020; GUC ET AL, 2021; GORBOUNOV & CHEN, 2021; KAPILAN, 2020). Essa realidade impacta negativamente o desenvolvimento de habilidades essenciais para os futuros profissionais desta área. É nesse contexto que os laboratórios remotos surgem como uma solução promissora para o auxílio do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, por meio do acesso à internet os alunos e professores podem acessar, controlar e interagir com equipamentos físicos localizados em instituições de ensino ou centros de pesquisa que

dispõe de recursos para a aquisição e implementação de laboratórios com equipamentos de alto custo que fornece ao aluno a oportunidade de ser protagonista ativo do seu ensino (ZAMAN, THORBEN & HESSELINK, 2021; ORDUÑA ET AL, 2015).

Um laboratório remoto é uma tecnologia que é constituída por software e hardware para gerar uma experiência real de aprendizagem, onde os experimentos podem ser acessados de forma remota pela Internet (CALDERÓN, 2021). Com os laboratórios remotos os alunos podem realizar os seus experimentos semelhantes aos do laboratório físico (AGUSTÍN, 2016). Atualmente, algumas universidades já oferecem plataformas com laboratórios remotos, como por exemplo, a Universidade de Stanford que tem o compartilhamento de algumas experiências dentro da sua plataforma chamada iLabs (ZAMAN, THORBEN & HESSELINK, 2021; NEUSTOCK ET AL, 2018).

A proposta deste trabalho será implementar um laboratório remoto na área de eletropneumática capaz de oferecer experimentos com diagramas trajeto-passo repassados pelo professor e que os alunos deverão executar estes diagramas de forma correta, realizando a seleção dos elementos da eletropneumática e lógica de execução. Esse laboratório deverá ter elementos para que os dados dos experimentos sejam coletados nas imagens capturadas da câmera instalada no laboratório.

Para a correção dos experimentos serão utilizadas as técnicas de detecção e classificação de objetos baseadas em aprendizagem profunda (IA – Inteligência Artificial) que ganharam popularidade devido à sua capacidade de ser eficiente e utilizada para a análise de dados visuais como classificação de imagens, detecção de objetos, aprimoramento e outras aplicações envolvendo análise de imagens. Nessa pesquisa será utilizado a arquitetura da Yolo versão 8 para ajudar na correção automática dos experimentos do laboratório remoto. A YoloV8 é uma ferramenta rápida, precisa e de fácil treinamento, com ela é possível criar modelos que trabalhe na detecção de objetos.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção II apresenta o problema resolvido pelo sistema. a seção III apresenta os componentes desenvolvidos e implementados no sistema. Na seção IV são descritos os experimentos realizados para testar o método de seleção do laboratório, e na seção V são apresentadas as conclusões obtidas sobre o trabalho.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Para exemplificar o problema deste trabalho, pode-se pensar na seguinte situação: um aluno quer praticar uma atividade da área de eletropneumática, mas tem dificuldades no entendimento do funcionamento real, especificamente nos tipos de válvulas utilizadas para o acionamento dos atuadores, ou seja, deseja verificar o funcionamento do acionamento numa planta real para que seu entendimento seja melhor, mas se o aluno não tiver as válvulas reais para tirar a dúvida dessa atividade? Ou quem vai auxiliar este aluno para solução dessa atividade?.

Diante deste cenário, observa-se que os Laboratórios Remotos - LRs podem ser utilizados como ferramentas que auxiliam no desenvolvimento do ensino dos alunos por meio da internet (DZIABENKO, GARCÍA-ZUBIA & ÂNGULO, 2012), pois são compostos por hardware e software que permitem a manipulação e o controle de experimentos reais à distância (AVILA, AMARAL e TAROUÇO, 2013).

Nesse contexto, o problema deste trabalho pode ser formalizado pela seguinte questão: como praticar os experimentos nos equipamentos físicos quando não houver laboratórios na minha instituição de ensino?.

Pensando nisso, surge a ideia de utilizar o conceito de laboratório remoto para a implementação de experimentos práticos associados a tecnologias como redes de

aprendizado profundo para realizar a aquisição de imagens de um experimento real com sensores e atuadores para entender a eletropneumática com a ajuda das redes neurais treinadas pela arquitetura YoloV8.

3 SISTEMA PROPOSTO

O Sistema proposto para que o aluno utilize o laboratório implementado será composto pelos seguintes elementos que formam a sua arquitetura: experimento físico, software de integração e plataforma de visualização.

3.1 Experimento Físico

O experimento físico é um ambiente composto por um computador, um experimento didático, um controlador e uma câmera. Os Laboratórios Remotos ficam localizados nas instituições de ensino (escolas, faculdades e universidades) ou instituições tecnológicas que desejam compartilhar seus equipamentos com alunos por acesso a internet. A Figura 1 mostra o experimento que servirá de aplicação para este trabalho.

Figura 1 – Experimento Físico do laboratório remoto.

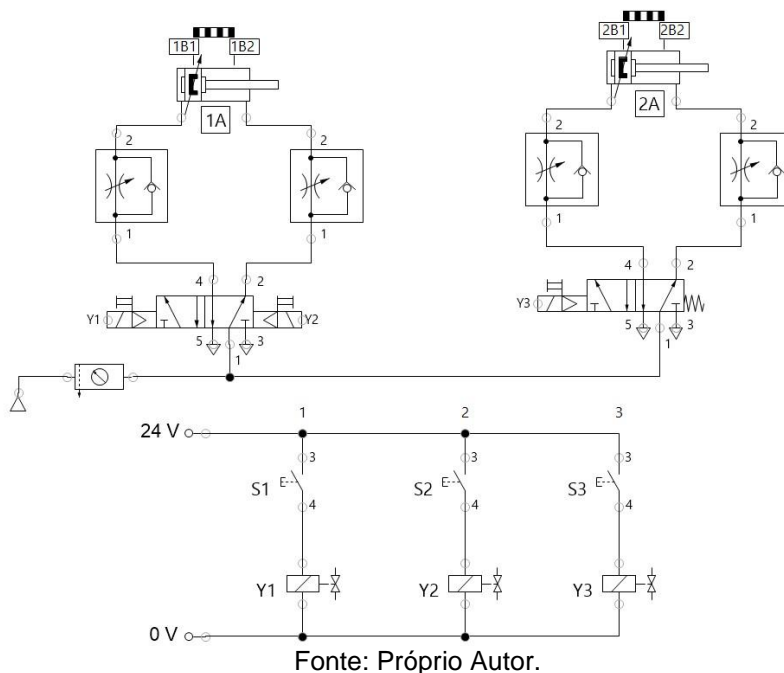


Fonte: Próprio Autor.

O computador do laboratório remoto servirá para hospedar as aplicações de transferência de dados, como a aplicação que captura os dados do experimento para o banco de dados e aplicação que executa o modelo treinado para a correção do experimento.

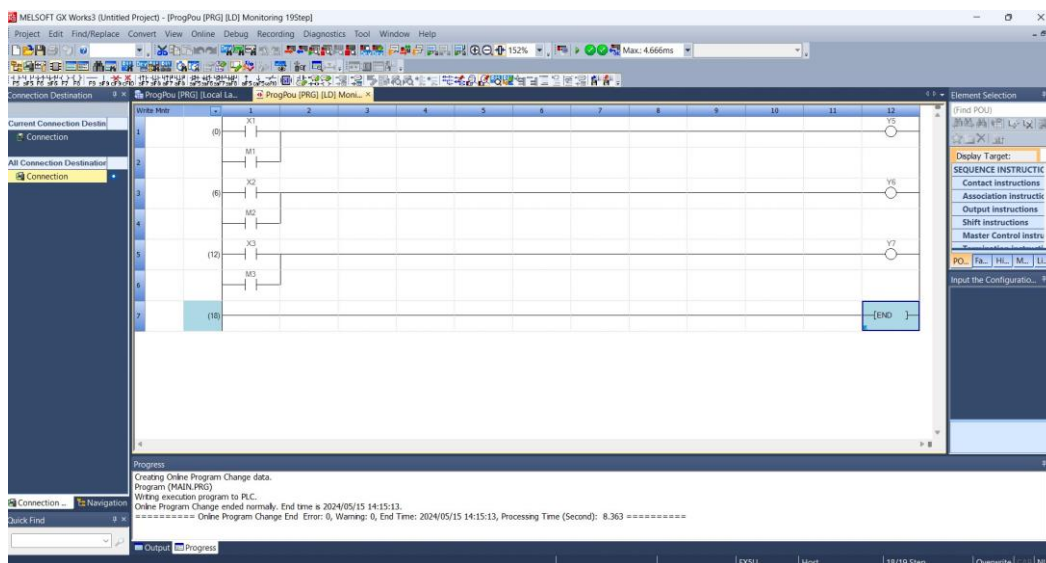
O experimento didático é composto por sensores e atuadores para realizar o processo didático de aprendizagem e terá a disponibilidade de acesso para os alunos praticarem suas atividades práticas e entenderem o processo de ensino. A Fig. 2 foi mostra o esquema eletropneumático para o aprendizado do aluno que será utilizado nesse experimento.

Figura 2 – Esquema eletropneumático do laboratório remoto.



O controlador tem a função de manipular as eletroválvulas de acionamento por meio do módulo de saída do controlador. Quando a atividade prática é executada pelo aluno o controlador deve receber sinais de controle vindo do software de integração para atuar sobre o processo didático. O controlador desse processo foi o CLP (Controlador Lógico Programável) por sua fácil integração com os sistemas eletropneumáticos. A programação foi simples e somente com a intenção de oferecer liberdade de acionamento para o aluno poder manipular o laboratório remoto de acordo com as suas necessidades. O diagrama em Ladder embarcado nesse experimento foi o mostrado na Fig 3.

Figura 3 – Diagrama em Ladder do CLP.



Nesse processo, o experimento terá apenas 3 (três) saídas e quatro entradas que ficaram a disposição do aluno para o conhecimento das válvulas 5/2 vias com duplo solenoide e 5/2 vias com acionamento por solenoide e retorno por mola. Na implementação do Laboratório Remoto foi utilizado um aplicativo chamado IP webcam. Esta câmera só entra em ação a partir de uma solicitação da plataforma do aluno e se o estudante estiver utilizando o experimento.

3.2 Software de Integração

No computador do laboratório remoto será executado a aplicação em python para enviar dados do experimento via CC-Link para o banco de dados. Para esse lab foi necessário cadastrar algumas informações importantes como: ponto de acesso e quais são os endereços das variáveis utilizadas no experimento didático.

3.3 Plataforma de visualização

A plataforma foi desenvolvida para qualquer aluno encontrar os experimentos para praticar as atividades práticas e ter uma correção por meio da inferência de um modelo para a detecção da ponta pistão e assim saber se ele está acionado ou desacionado. A Figura 4 apresenta um dos testes realizados com as atividades práticas geradas nessa plataforma.

Figura 4 - teste de inferência do laboratório remoto.



Fonte: Próprio Autor.

4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Para o ensaio do sistema proposto foi criado um cenário, onde um laboratório remoto foi desenvolvido no FIT Instituto de tecnologia da Amazônia para atender as atividades dos experimentos da área de eletropneumática. Neste ambiente foi inserido dois atuadores para serem acionados pelo comando do CLP FX5U-32M da Mitsubishi, cada cilindro pode ser

atuado por uma válvula diferente, o cilindro 1A pode ser acionado por uma válvula 5/2 vias com duplo solenoide e o cilindro 2A pode ser acionado por uma válvula de simples solenoide. A Figura 5 apresenta o ambiente que foi desenvolvido o laboratório remoto e os elementos que foram montados para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, pois foi necessário inserir um plano de fundo para mostrar o experimento e a simulação em conjunto para o aluno, quando acessado remotamente o funcionamento real e o software fluidsim irá simular o funcionamento.

Figura 5 - teste de inferência do laboratório remoto.

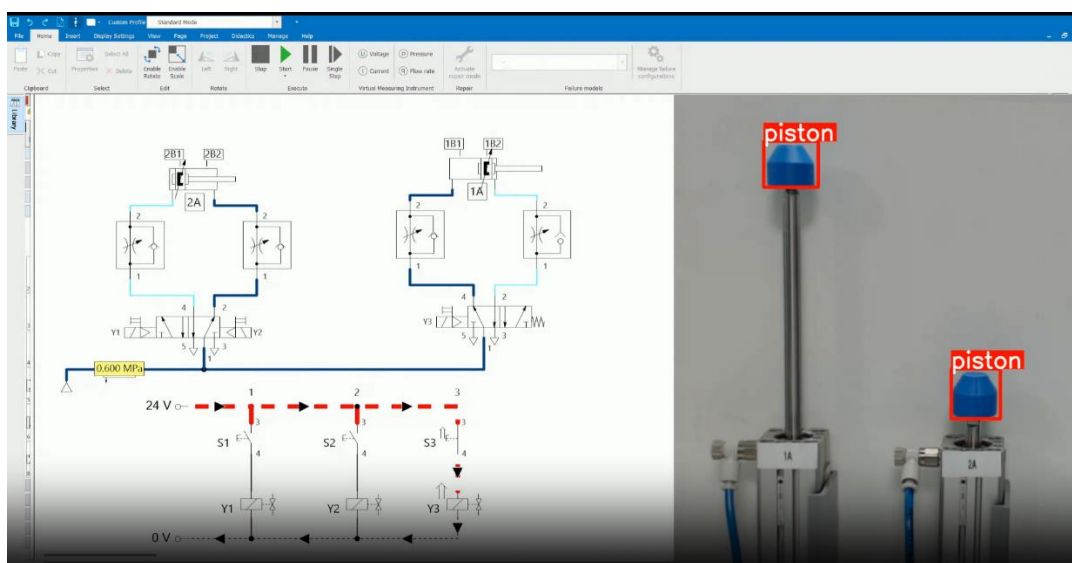


Fonte: Próprio Autor.

Para essa aplicação foi treinado um modelo com a Yolo versão 8 para detectar se o cilindro está acionado ou desacionado, para isso as imagens dos cilindros foram marcadas selecionando somente a ponta dos pistões criadas para ser detectados.

A aplicação web foi desenvolvida para testar a aplicação e verificar se a inferência acertava na posição dos pistões para realizar uma correção automática. A Figura 6 apresenta as imagens de inferências.

Figura 6 – Ambiente web do laboratório remoto.



Fonte: Próprio Autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema proposto neste artigo conseguiu realizar o seu objetivo, pois foi desenvolvido uma rede na arquitetura YoloV8 para ajudar na correção automática dos experimentos nos laboratórios de acesso remoto. A CNN é uma proposta que visa avaliar não só o resultado final de uma experiência, mas todo o percurso que o aluno desenvolveu para alcançar a resposta final. Portanto, a YoloV8 é a ferramenta que nos ajuda na correção dos experimentos passado pelos professores durante o funcionamento e a arquitetura de redes YoloV8 contribui para o início e resultado final do processo de avaliação.

A grande contribuição deste artigo foi o desenvolvimento de uma rede da arquitetura YoloV8 capaz de corrigir um experimento e utilizar esse aprendizado para corrigir os experimentos realizados nas atividades do laboratório remoto implementado para ajudar a compreensão da eletropneumática na área de mecatrônica.

AGRADECIMENTOS

FIT Instituto de Tecnologia da Amazônia por fornecer os equipamentos para a virtualização remota desta pesquisa e a Softex da Amazônia pelo desenvolvimento de projetos de capacitação no Instituto.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍN, Caminero C. et. al. “Virtual Remote Laboratories Management System (Tutores): Using Cloud Computing to Acquire University Practical Skills”. IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, VOL. 9, NO. 2, APRIL-JUNE 2016.
- AVILA, B.; AMARAL, É. M. H.; TAROUÇO, L. Implementação de Laboratórios Virtuais no metaverso OpenSim. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 11, n. n. 1, julho, p. 1–12, 2013.
- CORMEN, Thomas H. et al. Introduction to algorithms. 3ed. Estados Unidos, 2009.
- F. Guc, J. Viola and Y. Chen. “Digital Twins Enabled Remote Laboratory Learning Experience for Mechatronics Education”. IEEE 1st International Conference on Digital Twin and Parallel intelligence, 2021.
- FRIEDMAN, R.S. and DEEK, F.P., Innovation and education in the digital age: reconciling the roles of pedagogy, technology, and the business of learning. IEEE Transactions on Eng. Management, 50, 4, 403-412 (2003).
- GUTIÉRREZ W., FERNÁNDEZ M. & MANTILLA W.. The Joint Training, a SENA Learning Model for Latin America. IEEE Latin America Transactions, vol.14, no 6, 2016.
- J. Viola and Y. Chen. “Parallel Self Optimizing Control Framework for Digital Twin Enabled Smart Control Engineering”. IEEE 1st International Conference on Digital Twin and Parallel intelligence, 2021.
- K. K. Najji, X. Du, F. Tarlochan, U. Ebead, M. A. Hasan, and A. K. Al-Ali, “Engineering students’ readiness to transition to emergency online learning in response to COVID-19: Case of Qatar,” EURASIA J Math.
- Lars Thorben Neustock, George K Herring, and Lambertus Hesselink. Remote experimentation with massively scalable online laboratories. In Online Engineering & Internet of Things, pages 258–265. Springer, 2018.
- N Kapilan, P Vidhya, and Xiao-Zhi Gao. Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. Higher Education for the Future, page 2347631120970757, 2020.

- O. Dziabenko, J. García-Zubia, and I. Angulo, "Time to play with a microcontroller managed mobile bot," in Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE. IEEE, 2012, pp. 1–5.
- O. Zine, M. Errouha, O. Zamzoum, A. Derouich, and A. Talbi, "SEITIRMLab: A costless and effective remote measurement laboratory in electrical engineering," International journal of electrical engineering & education, vol. 56, no. 1, pp. 3–23, 2019.
- P. Orduña. et al. "An Extensible Architecture for the Integration of Remote and Virtual Laboratories in Public Learning Tools". IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE, VOL. 10, NO. 4, NOVEMBER 2015.
- PERDUKOVA D. and FEDOR P.. A Virtual Laboratory for the study of Mechatronics. IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, 2011.
- PALADINE, Suenoni. Experimentação remota como suporte a ambientes de aprendizagem de física. Novembro, 2008. Disponível em: < <https://goo.gl/9RH9ER>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- S. Verslype, L. Buysse, J. Peuteman, D. Pissoort, and J. Boydens, "Remote laboratory setup for software verification in an embedded systems and mechatronics course," in 2020 XXIX International Scientific.
- SHYR, Wen-Jye, Providing a laboratory for students everywhere. World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.7, No.2, 2009.
- SILVA, Juarez Bento da. A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem. Fevereiro, 2007. Disponível em: < <https://goo.gl/eQmBf1>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- Yassen Gorbounov and Hao Chen. "Low-Cost Remote Laboratory for Cyber-Physical Experiments". IEEE 29th National Conference with International Participation, October 28-29, 2021.
- Zaman, Thorben and Hesselink, "iLabs as an online laboratory platform: A case study at Stanford University during the COVID-19 Pandemic". IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 1615, 2021.

NEW TOOL FOR TEACHING ELECTROPNEUMATICS USING YOLOV8

Abstract: Remote laboratories are tools that allow access to hardware or software located anywhere in the world for students to use these resources at educational institutions or technology centers that allow sharing of this equipment and machines over the internet. Sharing these resources aims to help the teaching and learning process of students who would like to carry out practical activities, but do not have this physical equipment at their educational institution. In this context, a physical environment was created in the area of electropneumatics and a website to show the resources of the remote laboratory and the monitoring of activities carried out by the student. The physical environment consists of a pneumatic and electro-pneumatic test bench, cameras and interface for controlling the elements, the website will have a learning environment with example activities and proposed activities for students to develop their skills in the area, this website will also have an area monitoring system that will use the lab's cameras and a convolutional neural network (CNN) to check whether the student got the proposed activity right or wrong. In this work, the remote laboratory aims to apply traditional electropneumatic circuits by capturing images to form training sets, carry out the marking process, validate the model and carry out tests on the neural networks created for each exercise. The software that will help in teaching the understanding of the circuits will be Fluidsim and the control for each circuit will be implemented through the PLC-controlled platform for the electrical drives of the solenoid valves.

COBENGE 2024

52º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VII Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Realização



16 a 19/09/2024
Vitória-ES

Organização



Key-words: Automatic Selection. Mechatronics Laboratories. Remote access. Distance Education

Realização:



Organização



Universidade Federal
do Espírito Santo

