

INTEGRAÇÃO DE HIDRÁULICA PROPORCIONAL COM IIOT PARA MANUTENÇÃO PREDITIVA: UM ENFOQUE EM INDÚSTRIA 4.0

MAIK CONCEIÇÃO DIAS¹; TARICK MICAEL TIMM BLODORN²; MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY²; GILSON SIMÕES PORCIÚNCULA³

¹ Universidade Federal de Pelotas – maikdias02@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas–tarickblondorn28@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas– marlon.cely@ufpel.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – gilson.porciuncula@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo analisar sistemas hidráulicos proporcionais integrados com IIoT (Internet Industrial das coisas), destacando como essas tecnologias contribuem para a utilização de manutenção preditiva. Sistemas hidráulicos são tecnologias que utilizam fluido pressurizado (óleos minerais) em conjunto de elementos físicos que realizam transferência de energia, por meio do fluido, permitindo a transmissão e o controle de forças e movimentos (PARKER, 1999). Além disso, as válvulas proporcionais possuem as mesmas características simples de construção das válvulas tradicionais, agregadas às de funcionamento das servoválvulas, enquanto as válvulas convencionais controlam apenas as variáveis básicas do sistema hidráulico, tais como direção, pressão e vazão. Segundo (MOREIRA, 2012) às válvulas proporcionais, além dessas mesmas variáveis, são capazes de controlar também, a aceleração e a desaceleração, a pressurização e a despressurização, assim como o posicionamento preciso dos atuadores hidráulicos, exigidos em comandos mais complexos.

Considerando a crescente demanda por sistemas industriais mais eficientes e automatizados, impulsionados pela Indústria 4.0, essa integração tem transformado radicalmente a forma como os processos produtivos são gerenciados e monitorados. O uso da manutenção preditiva nesses sistemas proporciona maior precisão, redução de falhas e otimização de processos, contribuindo para o aumento da eficiência operacional. A adoção e implantação de tecnologias de Internet Industrial das Coisas (IIoT) está levando a mudanças nos processos automáticos industriais, incluindo maior conectividade com sistemas industriais (BOYES et al., 2018).

A avaliação desenvolvida neste estudo baseia-se na análise do desempenho de um módulo didático de hidráulica proporcional integrado com sistema supervisor na bancada de ensaios eletro-hidráulica composto por uma válvula de pressão proporcional controlada por uma placa eletrônica. A força gerada pelo atuador foi medida por meio de uma prensa de compressão, e os resultados foram comparados com os parâmetros de projeto do atuador hidráulico.

Atualmente a manutenção ocupa papel muito importante na indústria, a mesma deixou de ser um sinônimo de custos e passou a ser considerada como essencial para manter a competitividade das empresas. Santos (2007) afirma que em virtude da tamanha importância que a manutenção passou a apresentar para as companhias, foi surgindo ao longo do tempo vários tipos e técnicas de gestão da manutenção, com aplicabilidades mais precisas e eficientes.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi estruturada em várias etapas. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica detalhada, utilizando fontes acadêmicas e técnicas. Em seguida, o foco foi voltado para o conceito de Sistemas Hidráulicos de Controle de Força (SHCF), que têm como principal objetivo a capacidade de controlar a força de um atuador linear ou o torque de um atuador rotativo, como um motor hidráulico. Esse controle permite que os atuadores se ajustem em tempo real às mudanças nas condições de operação, garantindo maior precisão e flexibilidade no sistema hidráulico.

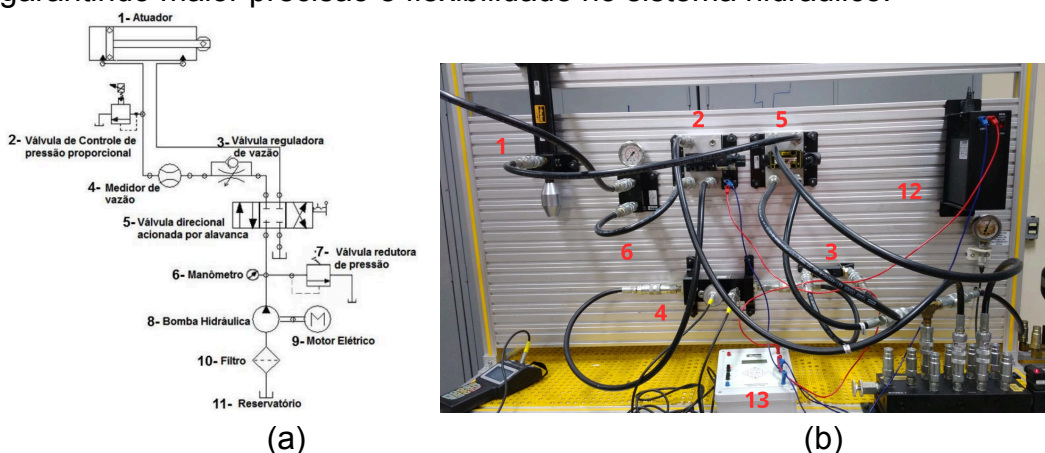


Figura 1 - (a) Circuito Hidráulico do SHCF (PACHECO; PORCIÚNCULA, 2016)
(b) Módulo didático do SHCF montado na bancada (Autor)

Utilizou-se a placa eletrônica, modelo ED104 da PARKER, que controla a válvula proporcional de controle de pressão (VCP). As válvulas direcionais proporcionais podem ser operadas diretamente ou pré-operadas. As mais utilizadas, devido à maior capacidade de vazão, são as pré-operadas, que consistem em uma válvula direcional principal e uma válvula piloto, acionada por solenoides proporcionais. (MOREIRA, 2012). Após o experimento montado em bancada, foram realizadas medições das correntes enviadas à VCP e as pressões do manômetro para calcular as forças no atuador linear. Após a simulação, realizou-se um teste de força no Laboratório de Materiais, submetendo o atuador à prensa de compressão.

A integração com a IIoT foi implementada por meio de um microcontrolador vinculado à placa de desenvolvimento ESP32, responsável por gerenciar o código-fonte do sistema de controle automático. Esse microcontrolador executa os comandos necessários para que a válvula proporcional opere de acordo com os parâmetros estabelecidos.

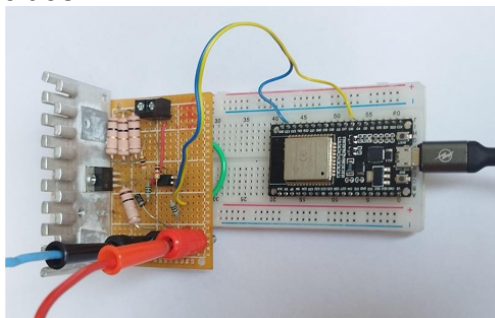


Figura 2 – Circuito de Potência e ESP32.

A interface de controle foi desenvolvida por meio de um sistema supervisor utilizando o software Scada. O ScadaBR foi o software escolhido por ser uma solução de código aberto e gratuito, permitindo a implementação completa do sistema supervisor necessário para o projeto. Os protocolos de comunicação entre o software e o microcontrolador podem ser estabelecidos tanto via Wi-Fi quanto por cabo serial, garantindo um processamento eficiente dos dados. Essa flexibilidade é essencial para permitir a visualização em tempo real do desempenho do sistema, o que é fundamental para a aplicação de manutenção preditiva, uma vez que essa modalidade de manutenção se baseia na modificação de parâmetros de condição ou desempenho. O acompanhamento sistemático desses parâmetros permite a detecção de variações sutis que indicam a necessidade de intervenção, evitando falhas inesperadas e assegurando o funcionamento ideal do sistema.

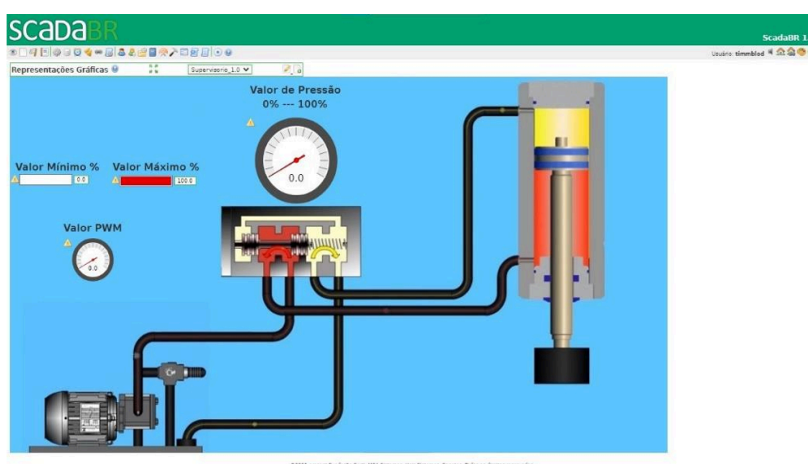


Figura 2 – Interface supervisorio em ScadaBr.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo, que ainda encontra-se em andamento, tem avançado com a coleta de dados durante os testes do sistema hidráulico proporcional, focando na medição das correntes e pressões, além do cálculo das forças geradas pelo atuador linear. Os resultados indicam que as forças obtidas estão em conformidade com os parâmetros de projeto e parâmetros calculados, confirmando a precisão do sistema, segundo (DIAS, 2023) o comportamento dos parâmetros tendem a ter valores aproximados. O teste realizado no Laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas do Centro de Engenharias, utilizando a prensa de compressão, reforçou a confiabilidade dos dados.

A integração com a IIoT se mostrou promissora, especialmente para o monitoramento em tempo real das variáveis, facilitando a implementação de manutenção preditiva. Visto que, a manutenção preditiva é focada no acompanhamento dos equipamentos durante o seu funcionamento. Apenas são realizadas intervenções se forem identificadas alterações significativas que possam vir a gerar possíveis falhas nos equipamentos (MARQUES E BRITO, 2019).

4. CONCLUSÕES

No cenário atual da indústria 4.0 podemos dizer que as organizações prezam por aumentar a produtividade, como também, implementar práticas de projeção e automação. Dessa forma, adotar novos métodos em que a tomada de decisão seja baseada na análise de informações quantitativas e qualitativas relacionadas à confiabilidade, se torna essencial para atingir a eficiência (RODRIGUES, 2023).

Este trabalho apresentou uma importante inovação ao integrar sistemas hidráulicos proporcionais com a IIoT, possibilitando o avanço da manutenção preditiva em ambientes industriais. A combinação dessas tecnologias proporciona maior eficiência e confiabilidade, especialmente pelo monitoramento em tempo real dos sistemas. A flexibilidade e precisão alcançadas por meio dessa abordagem respondem diretamente às exigências da Indústria 4.0, abrindo novas oportunidades para o gerenciamento inteligente de processos e a otimização da performance operacional, reduzindo falhas e custos.

Da mesma forma, ressalta-se a importância da manutenção preditiva para a vida útil dos equipamentos. Visto que, através da mesma, é possível analisar a falha ainda no princípio e fazer um bom planejamento para efetuar a manutenção (MOREIRA, 2012).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDISSARELLI, Luciano; FABRO, Elton; **Manutenção preditiva na indústria 4.0**. Scientia cum Industria. V.7, N.2, 2019.

MOREIRA, Ilo da Silva. **Sistemas Hidráulicos Industriais**.- 2. Ed. São Paulo: SENAI-SP editora, 2012.

MARQUES, Ana Claudia; BRITO, Jorge Nei. **A importância da manutenção preditiva para diminuir o custo em manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos**. Braz. J. of Develop. Curitiba, v.5, n.7, jul. 2019.

PACHECO, M. M. ; SILVEIRA, L. T.; ALEX MARTINS GOUVÊA, A. M.; BARRIENTOS, S. B. ; NUNES, E. T. ; PORCIÚNCULA, G. S. **Laboratório didático como base de apoio aos trabalhos de formação em engenharia**, II Congresso de ensino de graduação UFPel, 2016.

RODRIGUES, A,L,V; GOMES,G; BOUZON, M.; FRAZZON, E. M; **Estudo da viabilidade para implementação da manutenção preditiva no contexto da indústria 4.0**. Braz. J. of Develop. Curitiba, v.9, n.8, ago 2023.

DIAS, M; BLODORN, T, M, T; CELY, M, M, H; PORCIÚNCULA, G, S; **Avaliação de módulo didático de hidráulica proporcional no controle de força de atuadores lineares**. XXXII- Congresso de Iniciação Científica, UFPel, 2023.