Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Estudo de viabilidade do uso da ferramenta de visualização de dados em tempo real, para o auxílio na identificação de falhas em sistemas hidráulicos.

Feasibility study of the use of a real-time data visualization tool to help identify faults in hydraulic systems.

Estudio de viabilidad del uso de una herramienta de visualización de datos en tiempo real para ayudar a identificar fallas en sistemas hidráulicos.

Leandro Rocha Brisola[1]
Cristhiano da Costa Herrera[2]

Resumo: Com o objetivo de estudar a viabilidade do uso da ferramenta de visualização de dados em tempo real para auxiliar na identificação de falhas/problemas em sistemas hidráulicos este trabalho propõe a utilização de sensores para a aquisição de dados e monitoramento de componentes hidráulicos em pontos específicos do circuito, com o auxílio de uma ferramenta de visualização de dados em tempo real (AVEVA PI System), o qual será usado para realizar análises do funcionamento. Com essa ferramenta, será possível antecipar possíveis falhas/problemas, reduzindo o tempo de máquina parada aumentando a confiabilidade e segurança do equipamento.
Palavras-chave: Sistemas hidráulica. Falhas. Análise de dados.

Abstract: In order to study the feasibility of using a real-time data visualization tool to help identify faults/problems in hydraulic systems, this work proposes the use of sensors for data acquisition and monitoring of hydraulic components at specific points in the circuit, with the aid of a real-time data visualization tool (AVEVA PI System), which will be used to perform operational analyses. With this tool, it will be possible to anticipate possible faults/problems, reducing machine downtime and increasing equipment reliability and safety.
Keywords: Hydraulic systems. Faults. Data analysis.

Resumen: Con el objetivo de estudiar la viabilidad de utilizar una herramienta de visualización de datos en tiempo real para ayudar a identificar fallas/problemas en sistemas hidráulicos, este trabajo propone el uso de sensores para la adquisición de datos y monitoreo de componentes hidráulicos en puntos específicos del circuito, con la ayuda de una herramienta de visualización de datos en tiempo real (AVEVA PI System), que se utilizará para realizar análisis operativos. Con esta herramienta será posible anticipar posibles fallos/problemas, reduciendo los tiempos de parada de las máquinas y aumentando la fiabilidad y seguridad de los equipos.
Palabras clave: Sistemas hidráulicos. Fallos. Análisis de datos.

Submetido 15/01/2025 **Aceito 10/03/2025** **Publicado 02/04/2025**

[1] Bacharel. IFSP. 0009-0009-5426-948X- leandro.brisola@aluno.ifsp.edu.br
[2] Doutor. USP. 0000-0002-9918-2988- cristhiano@ifsp.edu.br

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Introdução

O monitoramento de sistemas hidráulicos é crucial para garantir a eficiência, segurança e longevidade dos equipamentos. Envolve o acompanhamento contínuo de variáveis críticas como pressão, fluxo, temperatura, nível e contaminação do fluido o que é feito por um sistema de supervisão que recebe as informações de sensores e em algumas situações por análise laboratoriais no caso da qualidade do fluido (Fialho, 2004).

O monitoramento permite identificar problemas que causariam falhas, reduzir custos com paradas não planejadas, garantir que o sistema trabalhe dentro de parâmetros ideais, reduzindo desperdícios energéticos e riscos para o equipamento (Moreira, 2015). A seguir serão apresentadas algumas falhas recorrentes que envolvem o fluido hidráulico e os sensores atrelados.

Dentro as variáveis que podem ser monitoradas por sensores em sistema hidráulicos nós temos:

A pressão que pode detectar picos, quedas ou desiquilíbrios em um sistema as quais podem estar relacionadas com restrições e perda de eficiência em algum componente (Moreira, 2015).

O fluxo que identifica a taxa de vazão de um fluido e pode identificar vazões baixas, o que pode indicar bloqueios em sistemas hidráulicos, desgaste de equipamentos como bombas, válvulas, motores ou até vazamentos de componentes como por exemplo conexões, tubos ou mangueiras (Moreira, 2015).

Temperatura, onde se elas estiverem altas são indícios de vazamentos internos em componentes como válvulas, cilindros e até ineficiência no sistema de refrigeração do sistema hidráulico. Com as temperaturas elevadas ocorre a degradação do fluido o que pode causar defeitos nos componentes do sistema (Waston, 2010).

Nível, determinam a quantidade de fluido no reservatório onde os níveis baixos podem indicar vazamentos ou consumo excessivo (Moreira, 2015).

Qualidade do fluido, normalmente monitorada através de coletas com intervalos pré-determinados e analisadas por laboratórios especializados e em alguns casos ela também pode ser feita por sensores.

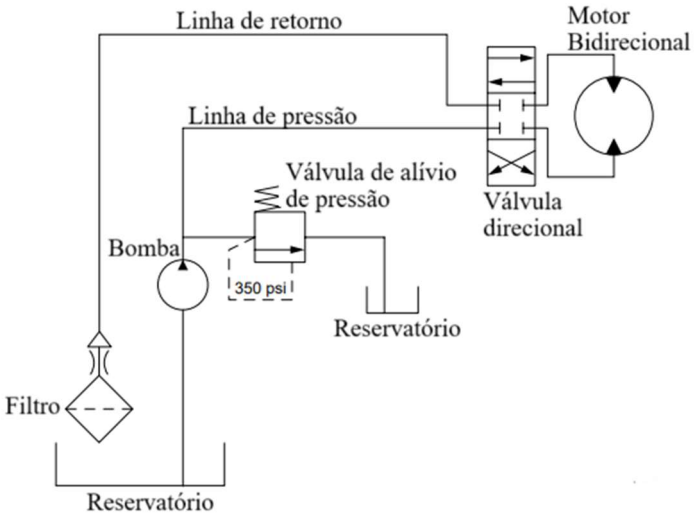
Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Estado dos componentes é controlado através de coletas por equipamentos específicos para análises preditivas, realizadas comumente em motores e bombas.

Contudo a maioria dos sistemas hidráulicos monitoram componentes ou pontos onde essas informações são essências ao equipamento e ao processo produtivo. A maior dificuldade para a manutenção é identificar falhas/problemas onde não existe este monitoramento já que na grande maioria esses sistemas hidráulicos são muito grande ou têm uma complexidade relativamente alta e por uma questão de custos se torna inviável o total monitoramento por sensores por causa de uma grande quantidade de componentes que esses sistemas hidráulicos têm, como podemos ver na Figura 1. Existem no mercado muitas ferramentas usadas para a realização de inspeções preditivas e análises sejam elas laboratoriais no caso de amostras de lubrificantes ou fluidos, por aceleração/vibração de equipamentos ou até análises estatísticas considerando históricos de equipamentos. Muitas dessas ferramentas ou métodos têm um alto custo de implementação, mas trazem grandes benefícios à indústria reduzindo despesas relacionada a equipamentos parados, horas extras com manutenções não programadas, compra de peças em caráter emergenciais entre outras. A manutenção preditiva, que é baseada na condição do equipamento, leva em conta históricos coletados através de sensores que monitoram dados pertinentes e, onde são feitas análises observando a evolução desses dados. Isto possibilita a identificação de falhas e a atuação no momento certo antes da quebra.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Figura 1- Diagrama de um Sistema Hidráulico.



Fonte: Adaptado do manual de equipamento Siempelkamp 2011.

Para sistemas hidráulicos, a identificação de uma falha acaba sendo um pouco mais difícil. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta para realizar a captação de dados, criando assim históricos de determinados sistemas hidráulicos ou pontos específicos, que possibilitem a identificação de falhas.

Referencial teórico

Hidráulica

A hidráulica destina-se ao uso de sistemas e componentes hidráulicos em aplicações industriais para gerar, controlar e transmitir energia através de fluidos. Em vez de usar energia elétrica ou mecânica diretamente, a hidráulica industrial utiliza o princípio da pressão dos líquidos para realizar o trabalho, o que permite operar a maquinaria de maneira eficiente e com alta força (Fialho, 2004).

Principais aplicações de hidráulica industrial.

Prensas hidráulicas: Utilizadas para realizar trabalhos de compressão, estampagens e moldagens de materiais como metal, plástico, papel e formação de painéis a base de fibras e

partículas de madeira. Estas prensas podem gerar forças muito altas, o que é essencial na fabricação de peças automotivas e outros componentes (Waston, 2010).

Sistemas de controle de maquinario: Muitas máquinas da indústria, agricultura e da construção civil, como escavadeiras, gruas, carretas, elevadores e prensas, dependem dos sistemas hidráulicos para mover cargas pesadas com precisão e controle (Fialho, 2004).

Componentes principais de um sistema hidráulico.

O reservatório hidráulico é um componente essencial em sistemas hidráulicos, responsável por armazenar e fornecer fluido ao circuito, garantindo o bom funcionamento de bombas, válvulas, atuadores e demais componentes. Além de servir como um tanque de armazenamento, o reservatório desempenha outra função importante, como auxiliar no resfriamento do fluido hidráulico (Moreira, 2015).

Bomba hidráulica, onde sua função é gerar o fluxo de fluido sob pressão no sistema. Existem diferentes tipos, como bombas de engrenagens, parafusos, paletas e pistões e entre elas podemos destacar as bombas hidráulicas de pistão ajustáveis são componentes versáteis e eficientes utilizadas em sistemas hidráulicos que requerem controle variável de fluxo e pressão. Por serem ajustáveis, permitem modificar a vazão de fluido de acordo com as necessidades operacionais, contribuindo para maior eficiência energética e desempenho. As bombas de pistão ajustáveis operam com base no movimento alternativo de pistões dentro de cilindros. Esses pistões são acionados por uma placa de inclinação cuja angulação determina o curso dos pistões e, consequentemente, o volume de fluido deslocado por ciclo (Fialho, 2004).

Atuadores hidráulicos: São dispositivos que convertem a energia do fluido em movimento linear. É usado para levantar, puxar ou mover componentes de uma máquina, entre os quais podemos falar dos atuadores lineares que produzem movimentos retilíneos normalmente conhecidos por cilindros hidráulicos, podem ser de simples ou dupla ação em diversos tamanhos e as mais variadas configurações. Atuadores rotativos os quais produzem movimentos rotativos, também conhecidos como motores hidráulicos (Moreira, 2015).

Válvulas hidráulicas: Permitem controlar o fluxo de fluido no sistema. As válvulas podem ser manuais, automáticas ou solenoides e permitem ajustar a direção, a velocidade e a pressão do fluido e entre elas vamos destacar alguns tipos (Moreira, 2015).

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

As Servo válvulas são componentes essenciais em sistemas hidráulicos e pneumáticos de alta precisão. Eles são projetados para controlar o fluxo e a pressão de fluido com extrema exatidão, tornando-os indispensáveis em aplicações que exigem movimentos precisos. As Servo válvulas são válvulas controladas eletronicamente que regulam a passagem de fluido (geralmente óleo hidráulico) em um sistema. Eles utilizam sinais elétricos como entrada para controlar a abertura ou fechamento de uma válvula, ajustando o fluxo e a pressão do fluido para mover atuadores como cilindros (Moreira, 2015).

As válvulas de segurança são dispositivos essenciais em sistemas hidráulicos, projetadas para proteger equipamentos e operadores contra sobre pressões que possam causar danos ou falhas. As válvulas de segurança são componentes que aliviam automaticamente a pressão excessiva em um sistema, liberando fluido quando a pressão excede um limite predefinido. Após aliviar a pressão, elas retornam à posição configurada para manter o funcionamento do sistema.

Acumuladores: São dispositivos que armazenam energia hidráulica em forma de pressão e liberam quando necessário. É utilizado para suavizar o fluxo e manter a pressão constante (Moreira, 2015).

Os filtros hidráulicos são componentes cruciais em sistemas hidráulicos, projetados para remover impurezas e contaminantes do fluido hidráulico, garantindo uma operação eficiente e segura do sistema. A presença de partículas sólidas ou contaminantes no fluido podem causar desgaste precoce, falhas no equipamento e reduzir a vida útil dos componentes. Portanto, os filtros desempenham um papel fundamental na manutenção da integridade do sistema hidráulico. Eles podem trabalhar em baixas ou altas pressões dependendo da necessidade do projeto (Moreira, 2015).

Mangueiras e tubos, são essenciais para transportar o fluido entre os diferentes componentes do sistema hidráulico e são essências para o funcionamento do equipamento e de operadores uma vez que existem vários fatores envolvidos em sua funcionalidade como por exemplo variações de pressão e temperatura (Azevedo, 2017).

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Vantagens

Alta força em espaços compactos: Os sistemas hidráulicos podem gerar grandes forças em um espaço pequeno e são ideais para aplicações que exigem um controle preciso de alta carga (Waston, 2010).

Controle preciso e flexível: A hidráulica permite um controle de movimento muito preciso, com capacidade para ajustar a velocidade, direção e força com facilidade (Moreira, 2015).

Confiabilidade: Os sistemas hidráulicos são robustos e podem operar em ambientes industriais exigentes, onde outras tecnologias podem falhar (Moreira, 2015).

Desvantagens

Custo inicial: Os sistemas hidráulicos podem ser caros de instalar e manter devido aos componentes especializados que requerem.

Manutenção: Requer uma manutenção adequada, como a revisão dos componentes do sistema, para garantir sua eficiência e prevenir falhas (Watson, 2010).

Risco de vazamentos: Se não forem mantidos adequadamente, os sistemas hidráulicos podem ter vazamentos, o que pode causar perda de eficiência e contaminação do meio ambiente (Watson, 2010).

Em resumo, a hidráulica é essencial para uma grande variedade de aplicações, que vai da indústria, equipamentos agrícolas, equipamentos rodoviários até à construção civil, pois ela fornece potência, precisão e confiabilidade para o funcionamento de máquinas pesadas e sistemas complexos.

Sensor de pressão

Os sensores de pressão são dispositivos que detectam e medem a pressão de um fluido (líquido ou gás) e convertem esta medição em um sinal elétrico que pode ser interpretado por outros dispositivos, como sistemas de controle ou instrumentos de leitura. Esses sensores são fundamentais em aplicações industriais, automotivas, em sistemas hidráulicos, pneumáticos e no monitoramento de processos que requerem um controle preciso de pressão (Fialho, 2004).

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Sensor/transmissor de pressão são conectados ao processo e possui diafragma faceado o qual é adequado para a medição de fluidos viscosos e contaminados garantindo a medição de pressão permanente sem qualquer interferência (Lira, 2024).

Algumas de suas características importantes são:

Faixa de Medição. A faixa de pressão que um sensor pode medir varia de acordo com o tipo e a aplicação. Ela pode ir desde pressões muito baixas (no alcance de mbar) até pressões muito altas podendo chegar a 6000 bar (Bega, 2011).

Precisão. A precisão do sensor indica quando exatamente está na medição da pressão. Dependendo da tecnologia, alguns sensores podem medir com uma precisão de até 0,25% da leitura total (Aguirre, 2013).

Saída do sensor. Os sensores de pressão podem ter diferentes tipos de saída, como analógica (por exemplo, 4-20 mA ou 0-10 V) ou digital (por exemplo, comunicação I2C, SPI ou Modbus), dependendo da aplicação e dos requisitos do sistema de controle (Bega, 2011).

CLP

O termo CLP se refere a um Controlador Lógico Programável (PLC por suas siglas em inglês: Controlador Lógico Programável), um dispositivo essencial na automação industrial. É um equipamento eletrônico projetado para controlar e automatizar processos na indústria por meio da execução de programas predefinidos. Os PLCs são fundamentais no gerenciamento de sistemas de controle em fábricas, linhas de produção, instalações de energia e muito mais (Groover, 2011).

Entre suas principais características temos:

Entrada e saída (E/S). O PLC recebe sinais de dispositivos de entrada como interruptores, sensores, termômetros. Saídas, envia sinais para controlar atuadores, luzes, motores, válvulas, etc. As entradas e saídas podem ser digitais (ligado/desligado) ou analógicas (valores variáveis). Processador (CPU) é o "cérebro" do CLP, que executa as instruções do programa e processa os sinais de entrada para gerar as saídas. Se você executar o ciclo de trabalho do PLC, geralmente verá as entradas, executará o programa e atualizará as saídas (Silva, 2016).

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Metodologia

Devido à dificuldade em identificar falhas em circuitos hidráulico, desde os mais simples até aos mais complexos, a proposta foi montar uma bancada móvel composta por equipamentos que realizem a coleta de dados através de sensores e transmissores, os quais irão enviar as informações os dados coletados à um CLP e após o tratamento desses dados feito por um protocolo chamado de OPC criado pela Microsoft, possibilita o monitoramento através da ferramenta de visualização de dados em tempo real (AVEVA PI System/PI vision). Com a coleta desses dados e o armazenamento será possível ter informações para referência em consultas e comparações dos comportamentos de pressões e temperaturas em equipamentos como cilindros, válvulas direcionais, válvulas proporcionais e bombas hidráulicas. A partir daí realizando análises desses dados será possível tomar decisões mais assertivas para a identificação de falhas/problemas as quais podem ter um grande impacto em uma linha de produção por causa de tempo de máquina parada o que afeta diretamente a disponibilidade/rendimentos do equipamento.

Essa bancada será composta por transmissores de pressão como os da Figura 2, com entrada de 0-400 bar, que deve ser conectada a uma tomada de pressão pelo tubo capilar da Figura 3 do circuito hidráulico onde se deseja monitorar, com sinal de saída de 4-20 mA que será enviada a um CLP que a partir de um programa se comunicara com o software. Também será disponível um sensor de indicação de fluxo como o da Figura 4 o qual é montado na parte externa do tubo sem a necessidade de qualquer adaptação. A possibilidade de instalação desses sensores em todos os pontos onde se tenha a tomada de pressão sem que haja a interrupção ou

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

desligamento do equipamento é um diferencial para tornar esta ferramenta única. É possível visualizar a ilustração do esquema na Figura 5.

Figura 2- Transmissor de pressão hidráulico.

Fonte: Autor.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Figura 3- Tubo capilar para circuitos hidráulicos.

Fonte: Autor.

Figura 4- Sensor de indicação de fluxo externo.

Fonte: Adaptado do fabricante Keyence.

Figura 5- Esquema do equipamento.

Fonte: Autor.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Considerações finais.

A análise de sistemas hidráulicos desempenha um papel fundamental na manutenção da eficiência operacional, confiabilidade e segurança de equipamentos industriais. O uso de ferramentas modernas, como sensores, sistemas de monitoramento em tempo real e plataformas baseadas em inteligência artificial, possibilita a detecção precoce de falhas, redução de custos operacionais e prolongamento da vida útil do sistema hidráulicos.

A integração dessas tecnologias permite não apenas o diagnóstico preciso de problemas, mas também a implementação de estratégias preditivas, promovendo maior controle sobre as condições dos sistemas. Com isso, as organizações podem tomar decisões baseadas em dados, otimizando recursos e minimizando interrupções não planejadas.

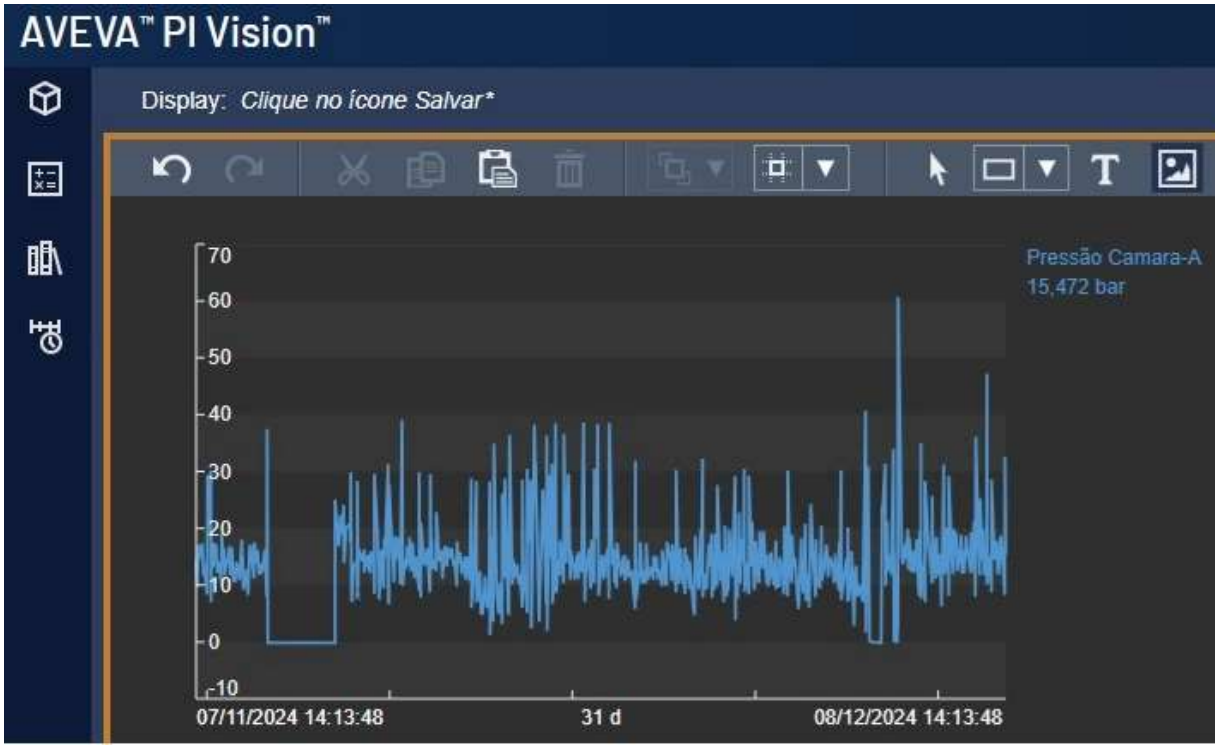
Embora os avanços tecnológicos sejam promissores, é importante destacar que a eficácia das ferramentas de análise depende de uma abordagem holística, que englobe a capacitação de operadores, o uso de fluidos hidráulicos de alta qualidade e a manutenção regular dos equipamentos. Além disso, a escolha da ferramenta adequada deve considerar as necessidades específicas do sistema ou necessidades, o ambiente de operação e os custos envolvidos.

Por fim, a constante evolução tecnológica no campo do monitoramento e análise de sistemas hidráulicos exige que profissionais e empresas estejam atentos às tendências, garantindo a implementação de soluções inovadoras que atendam às demandas de um mercado cada vez mais competitivo e sustentável.

O equipamento será usado para coletar informações em pontos onde não há monitoramento do circuito hidráulico e assim será possível realizar análises do sistema dos pontos desejados através dos dados coletados pelo equipamento. Como pode ser visto na Figura 6, é possível determinar o valor de uma variável de um componente em qualquer momento do tempo monitorado podendo ter exatidão no que se está analisando.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Figura 6- Ferramenta de visualização PI Vision.

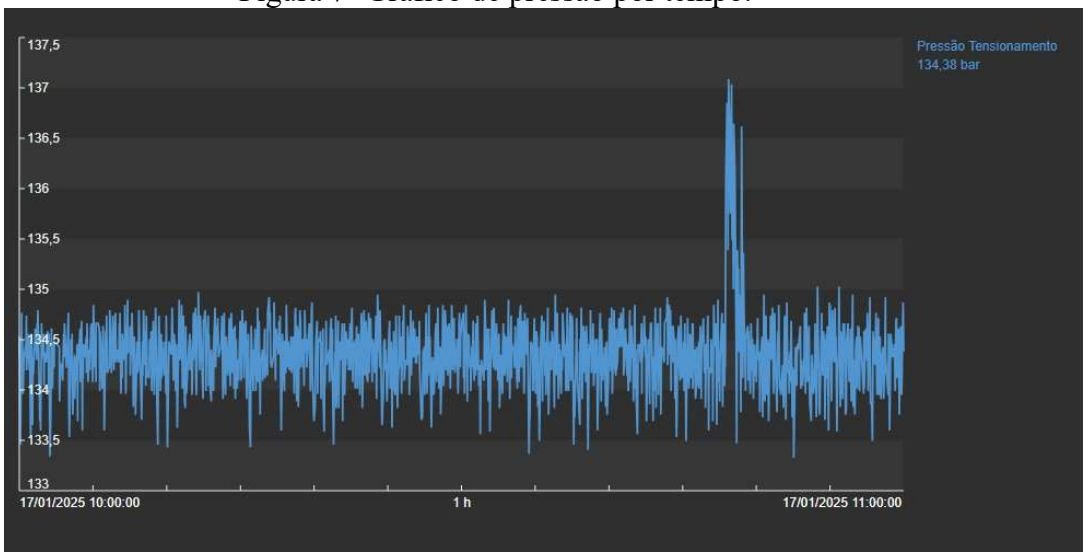


Fonte: Autor.

Após termos dados disponíveis para análises e valores de pressão de referências do sistema hidráulico é possível estipular parâmetros os quais iram auxiliar na tomada de decisão. Na Figura 7 abaixo temos a coleta de pressão hidráulica de um equipamento durante o período 1 hora.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Figura 7- Gráfico de pressão por tempo.

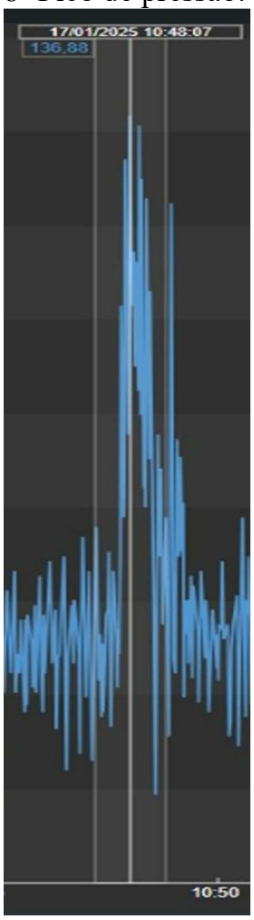


Fonte: Autor.

Após o uso de um filtro é possível dizer o valor exato da pressão em um instante de tempo, e verificar que o equipamento sofreu um pico abrupto de pressão chegando a 136,88 bar, como demonstrado na Figura 8, porém ainda está dentro da pressão de trabalho da máquina que é de até 145bar. Caso esse o valor do pico ultrapassasse o valor de segurança seria fácil a identificação e, contudo, chegar à causa raiz do problema e tomar uma decisão para a eliminação da falha.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Figura 8- Pico de pressão.



Fonte: Autor.

Em suma, a aplicação de ferramentas para análise e identificação de falhas em circuitos hidráulicos não é apenas uma solução técnica, mas uma estratégia essencial para a modernização e sustentabilidade industrial. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento dessas ferramentas, bem como sua aplicação prática, podem levar a um novo produto/equipamento para suprir necessidades do mercado, em ferramentas especificas monitoramento e assim garantir sistemas hidráulicos mais inteligentes, seguros e eficazes no futuro.

Revista brasileira de iniciação científica
ISSN: 2359-232X

Referências

FIALHO, Arivelto Bustamente. **Automação Hidráulica: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos.** 6. Ed. Érica, São Paulo, 2004.

LIRA, Valdemir Martins; ANDRADE, Alexandre Acácio de; CAPOVILLA, Carlos Eduardo. **Tecnologias para automação: circuitos pneumáticos - óleo-hidráulicos - controladores lógicos programáveis (CLP) e microcontrolador.** São Paulo: Blucher, 2024. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.

GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura.** 3. Ed. São Paulo, SP: Pearson, 2011. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.

WATSON, Ben. **Hydraulic Fluid Power – A Systems and Troubleshooting Approach.** 1. Ed. Cengage Learning, Nova York, 2010.

MOREIRA, Ilo da Silva. **Sistemas Hidráulicos Industriais.** 1. Ed. SENAI, São Paulo, 2015.

SILVA, Edilson Alfredo da. **Introdução às linguagens de programação para CLP**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.

BEGA, E. A. (org.); COHN, P. E. et al. **Instrumentação Industrial.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.

AGUIRRE, Luis Antonio. **Fundamentos de instrumentação.** São Paulo: Pearson, 2013. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de hidráulica.** 9. ed. São Paulo, SP: Blucher, 2017. E-book. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br. Acesso em: 03 jan. 2025.