

MÉTODOS SENSORIAIS QUE SUSTENTEM A MANUTENÇÃO PREDITIVA NUMA ÓTICA IOT

SENSORY METHODS THAT SUPPORT PREDICTIVE MAINTENANCE IN AN IOT OPTICS

Daniel Magalhães Viegas Junior¹

Resumo: A pesquisa busca construir um dispositivo que tenha a finalidade de identificar propriedades de óleo hidráulico em escavadeiras hidráulicas de mineração. A necessidade da obtenção dos dados da pesquisa permite que possamos aperfeiçoar os processos de manutenção desses equipamentos, viabilizando uma melhoria do processo produtivo e da gestão do uso das ferramentas.

Palavras-chave: manutenção, mecanismo, óleo hidráulico, escavadeiras

Abstract: The research seeks to build a device that aims to identify properties of hydraulic oil in hydraulic mining excavators. The need to obtain research data allows us to improve the maintenance processes of this equipment, enabling an improvement in the production process and management of the use of tools.

Keywords: maintenance, mechanism, hydraulic oil, excavators

¹ Engenharia Mecânica, Pós graduado em Engenharia de Manutenção, Pós graduado em Engenharia de Segurança do trabalho, Mestre em Ciências Empresariais, Doutorando em Engenharia Mecânica.



INTRODUÇÃO

O tema desta investigação de doutoramento surge com o intuito de responder à questão: é possível produzir um dispositivo sensorizado que ao ser introduzido em reservatórios de óleo hidráulico, verifique propriedades desse fluido que possam permitir análise de condição em tempo real, interligando com a gestão da manutenção numa ótica IoT? A hipótese idealizada é a que a construção de um dispositivo constituído de sensores, poderá verificar as propriedades do óleo hidráulico em máquinas hidráulicas de mineração, emitindo dados a produzir informações, em vista a tomada de decisão à respeito do momento correto para a execução do processo de manutenção.

Neste sentido, este planeamento de tese, tem o foco no desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia, que por meios de métodos sensoriais, possam garantir a sustentação da manutenção preditiva, com a ótica da Internet das coisas. Ou seja, criar uma inovação que constitui o valor agregado de otimizar recursos financeiros, reduzir de tempo atribuído aos processos de manutenção realizado nas máquinas hidráulicas de mineração, tendo em vista a obtenção de informações para monitorar e diagnosticar as propriedades do óleo hidráulico, para que a realização da manutenção das máquinas, ocorra de maneira mais assertiva de acordo com o conjunto de informações disponibilizadas por via dos sensores conectados a aplicações digitais.

A motivação reside no fato de poder investigar as condições e as possibilidades de desenvolver uma tecnologia inovadora, para o setor de mineração no seguimento de máquinas hidráulicas de mineração. A finalidade é a de agilizar e facilitar o processo de monitoramento e diagnóstico das condições das propriedades do óleo hidráulico nos reservatórios dessas máquinas, com o intuito de favorecer os processos de manutenção, dessas máquinas.

A partir do exposto, tem-se como objectivo principal construir um dispositivo, com sensores, para identificação de propriedades de óleo hidráulico, em escavadeiras hidráulicas de mineração, com recurso à análise de suas propriedades, para otimizar os processos de manutenção.

E, como objectivos específicos a serem atingidos, busca-se verificar os processos de manu-



tenção realizado em escavadeiras hidráulicas de mineração; verificar a existência de dispositivos com sensores de verificação de óleo hidráulico em escavadeiras hidráulicas; verificar quais as propriedades do óleo analisadas no processo de geração de dados, por meio de dispositivos eletrônicos; verificar a possibilidade da construção de dispositivo de hardware com sensores que identifique propriedades de óleo hidráulico e produza dados e interconectados com aplicação de software, modelo compatível com IoT, para monitoramento dos processos de manutenção; e, permitir interagir com equipamentos de grande mobilidade sem estar conectados a cabos fixos, no formato de a tecnologia IoT.

ESTADO DA ARTE

Manutenção Preditiva

Dentre as outras modalidades ou gerações de manutenção, destaca-se a preditiva como foco dessa investigação. Ela atua na verificação de mudanças nos parâmetros de funcionamento e/ou desempenho dos equipamentos, com o objectivo de elaborar planos de manutenção para que sejam efetuadas inspeções periódicas nos equipamentos, inspeções essas que podem usar de equipamentos para a análise de vibrações, ruídos, temperaturas, dentre outros (Kardec & Nascif, 2009).

Ela é capaz de acompanhar a vida útil dos equipamentos por meio de inspeções e medições, para a observação do comportamento dos equipamentos, verificando assim, a possibilidade de ocorrência de falhas ou para a detecção de mudanças nos parâmetros de funcionamento, prevenido as falhas, permitindo a programação da manutenção.

Isso porque, conforme Toazza e Sellito (2015) a manutenção preditiva é baseada em leitura de variáveis críticas em que os limites são definidos previamente, e quando tais, aproximam-se de uma intervenção para manutenção, essa deve ser planeada, de forma a controlar a falha eminente. Desse modo, detetar de forma antecipada uma falha, permite que seja executado um plano de ação corretiva, que se enquadre com o momento e com a intensidade da falha, e de mesmo modo, o monitoramento constante das variáveis e indicadores, permitem que sejam traçados perfis de tempo e de



condição de uso e deterioração dos equipamentos.

Internet das coisas (IoT)

A IoT é composta por sistemas que surgiram a partir dos contínuos avanços na eletroeletrônica (Civerchia et.al, 2017). Desse modo é possível afirmar que a internet das coisas é composta pela possibilidade de conectar-se e receber dados ao mesmo tempo que os compartilha, sendo a IoT um passo em direção aos CPSs que permitem o monitoramento e o controle de tarefas. As aplicações que se baseiam em objetos que formam a IoT possuem propostas de automação para diversos avanços de redes e sistemas interligados entre si, nesse sentido, é possível dizer que a internet das coisas está presente em muitos âmbitos da vida moderna (Gubbi et. al., 2013).

Os dispositivos criados a partir da terceira geração da industrialização, evoluíram a ponto de proporcionar uma rede de comunicação ativa que se proliferou rapidamente em todo o mundo, a internet que permite o compartilhamento de informações pelo uso de sensores, atuadores e plataformas.

De acordo com Stankovich (2014), a internet das coisas permite uma maior sofisticação para que seja possível detetar, atuar, comunicar e controlar sistemas que atuem na criação de conhecimento usando grande quantidade de dados, e isso resulta em estilos de vida e contexto económico e social, muito diferentes dos que existiam a algumas décadas atrás.

Segundo Oliveira (2017), a IoT não está envolvida apenas em ligar as coisas com a uso da internet, ela se trata de uma abordagem mais ampla, visando a transformação para equipamentos inteligentes, de modo que sejam capazes de coletar, processar e analisar dados. Por isso, é importante reconhecer que, ela interconecta dispositivos, trazendo benefícios para diversas áreas, dentre elas a manutenção.

Tecnologias de Manutenção 4.0

Para Porter e Heppelmann (2014), as máquinas inteligentes possuem três componentes principais, são eles: os componentes físicos, os componentes inteligentes e a conectividade dos componentes. Assim, os componentes inteligentes estão diretamente conectados com serviços relacionados às partes físicas, enquanto conectividade permite a troca de informações entre a máquina e seu ambiente e permite que os serviços existam fora da própria máquina física.

Desse modo, a inteligência e a conectividade permitem um sistema inteiramente novo a partir de um conjunto de funções e capacidades de máquinas, e são eles:

- **Monitoramento:** as máquinas inteligentes, permitem o monitoramento de uma autocondição, operação e ambiente externo por meio de sensores e fontes de dados externas, e podem alertar os utilizadores ou outras partes interessadas a mudanças nas circunstâncias ou atuação;
- **Controle:** as máquinas podem ser controladas remotamente com comandos ou algoritmos que são integrados ao dispositivo ou residir na nuvem da máquina;
- **Otimização:** máquinas conectadas inteligentes podem ser aplicadas algoritmos e análises de utilização ou dados históricos para melhorar a produção, a utilização e a eficiência; e
- **Autonomia:** monitoramento, controle e otimização recursos se combinam para permitir máquinas inteligentes e conectadas para alcançar um nível de autonomia anteriormente inatingível.

De forma mais simples, é possível explicar que, as máquinas autônomas, fazem suas operações usando sensores e softwares em tempo real, de modo que, máquinas mais sofisticadas, são capazes de aprender sobre o seu ambiente, em se autodiagnosticar (aprendizagem de máquina), bem como adaptar-se com as preferências dos seus usuários.

Assim, a manutenção inteligente permite que sejam incorporadas novas tecnologias para o

planeamento, implementação e análise da manutenção, tais como: sensores e dispositivos inteligentes, ferramentas de diagnóstico, ferramentas de prognóstico, ferramentas baseadas em nuvem, ferramentas de simulação, entre outras (Zhang, et al., 2017).

Para que uma operação de manutenção seja moderna, ela deve envolver várias atividades para a tomada de decisão, e isso exige uma enorme quantidade de informações e tecnologias intensivas de computação. Os sensores inteligentes têm sido amplamente usados nos últimos anos pelas empresas de manufatura para o monitoramento e para o rastreamento em tempo integral da produção (Zhang et al., 2017).

Os Microcontroladores

Conforme Reis (2015), os microcontroladores podem ser definidos como uma CPU – Central de Processing Unit, conhecida como processador, de poder computacional e de baixo custo que possuem sub-circuitos capazes de realizar os processamentos de instruções, de gerenciar a entrada e a saída de dados e de sinais, converter sinais, entre outras atividades.

Os microcontroladores geralmente são ligados com outros circuitos, em que sua atuação, podem sobretudo, fazer parte de um contexto ainda maior, assim como ocorre com os neurônios sensoriais, como por exemplo, a febre, pode ser um indicador de que, existe alguma coisa errada com o corpo, e a elevação da temperatura corporal, indica o alerta para algo que não pode ser visivelmente identificado.

Conforme indicado por Tanenbaun (2007), os microcontroladores e os microprocessadores realizam as leituras, transmissão e recepção de dados, e podem ainda serem considerados como o centro do IoT, de modo que módulos e sensores são essenciais em qualquer projeto ligado as tecnologias 4.0.

Os sensores se tratam de dispositivos que em determinado ambiente ou determinada situação, interagem com eles, e extraem informações convertendo-as em sinais que podem ser tanto analó-

gicos como digitais e estas informações, podem vir das mais variadas fontes e detectam temperatura, movimentos, umidade, luminosidade, ruídos, dentre outras aplicações (Souza, 2021).

Podem ser citados então, diversos sensores e suas funcionalidades, como por exemplo os sensores de presença, que são desenvolvidos por tecnologia infravermelha, detectando movimentos, os sensores de temperatura e de umidade, que detectam a umidade e a temperatura capacitiva, transformando os dados coletados em sinais digitais, sensores de gases, que são responsáveis por detectar diversos tipos de gases e entre outros.

Os Microsensores Auxiliando na Manutenção 4.0

Conforme Weles (2019), os sistemas de automação são compostos por basicamente cinco elementos, o primeiro deles, é o acionamento e refere-se ao sistema de energia que é usado para o atingimento do objectivo, o sensoriamento ou a instrumentação, que refere-se à medição do desempenho dos sistemas ou das características particulares de cada componente, os controles que usam as informações geradas nos sensores para a regulação do acionamento no mesmo, os elementos de decisão, que atuam comparando os valores que estabelecem as decisões de quando atuar nos sistemas e os programas, que permitem a interação entre os componentes automatizados.

Nas plantas de manufatura, o principal pesadelo da linha de produção é a quebra de uma máquina, pois, isso é capaz de interromper a produção no chão de fábrica, e as paralisações na produção, costumam ser caras, gerando custos que poderiam ser facilmente evitados, caso sejam adotadas tecnologias para a monitorização dos equipamentos e máquinas.

A IoT permite detectar falhas nos equipamentos antes da ocorrência por meio da manutenção preditiva, automatizando o chão de fábrica e simplificando a coleta de dados gerados por meio de medidores inteligentes e outros equipamentos que mantenham a fábrica em funcionamento.

Desse modo, a manutenção preditiva é capaz de fornecer para as fábricas e instalações industriais a capacidade de prever quando uma determinada máquina pode falhar com base no monito-

ramento das vibrações, do consumo de energia, de temperatura, dentre outros meios para a detecção de anomalias nas operações, e por isso, o objectivo master da manutenção preditiva é a capacidade de antecipar as quebras nos equipamentos, promovendo a redução de gastos com manutenção e economizando tempo (Righetto, 2020).

Conforme indicado por Delloite uma fábrica inteligente, possui em sua operação, tecnologias que permitem a comunicação entre máquinas (M2M – Machine-to-Machine) e a interação entre máquina e homem (M2P – Machine to People), em conjunto com tecnologias tanto analíticas quanto cognitivas para que as decisões sejam tomadas de forma e no prazo corretos.

Dentre esses equipamentos, destacam-se os Sistemas Microeletromecânicos (MEMS), uma vez que são microsensores que podem significar um grande avanço à manutenção tradicional, uma vez que são capazes de ampliar a quantidade de ativos que estão sendo monitorados, permitem a medição e análise de diversos parâmetros ao mesmo tempo, em qualquer momento e em qualquer lugar (Jantunen et al., 2017).

Nesse sentido, Kardec e Nascif (2009) acreditam que desse ponto de vista, a confiabilidade, a disponibilidade e a manutenibilidade são conceitos que se integram cotidianamente na manutenção. Desse modo, a confiabilidade é caracterizada como a capacidade que determinado equipamento, máquina ou instalação possui para desempenhar as suas funções sob as condições que se espera do mesmo, em um determinado período de tempo.

Os sensores que fazem parte da IoT podem monitorar proativamente os dispositivos e emitir alertas quando o dispositivo se desvia dos parâmetros especificados, por meio da gestão de instalações. Karabegovic et al. (2019) acrescenta que os sensores convertem parâmetros físicos (temperatura, velocidade, umidade) em sinais, que podem ser medidos eletronicamente.

Assim, o uso de sensores inteligentes na indústria 4.0 é caracterizada também por Schmitt e Voigtmann (2018) como os elementos-chave para o conhecimento do atual estado de sistemas. Eifert et al. (2020) define sensores inteligentes como um dispositivo de medição multicomponente que é autocalibrado, auto-otimizado e fácil de integrar ao ambiente para alta conectividade. Além disso, os

sensores inteligentes também possuem inteligência de processo e podem gerar informações de dados multidimensionais.

Conforme Medjaher et al. (2014) os MEMS, em geral, são usados para diferentes aplicações como automotivas, biomédicas, na indústria aeroespacial e nas tecnologias de comunicação, criando funcionalidades novas e contribuindo para a miniaturização de sistemas, reduzindo custos.

Em relação a monitorização de óleos hidráulicos e lubrificantes, é importante salientar que, várias propriedades desses fluidos são importantes para garantia de que eles permaneçam adequados para o uso contínuo. Esses fluidos, dependendo do seu uso, são cada vez mais complexos, o que exige uma maior quantidade de procedimentos laboratoriais para análise de suas propriedades, aumentando os custos e diminuindo o tempo de resposta para o processo produtivo.

Gerando assim, a necessidade de criação de dispositivos de análises que sejam robustos o suficiente para as mudanças de parâmetros dos óleos e as mudanças ambientais, e sobretudo, que possam ser instalados diretamente nas linhas hidráulicas e lubrificantes, permitindo que as medições possam ser realizadas diretamente na fonte dos dados, fornecendo dados seguros e confiáveis sobre as propriedades dos fluidos de interesse e avaliação contínua.

Os indicadores Passíveis de Verificação de Óleos Hidráulicos

Desenvolver e implementar sensores em aplicações industriais, propriedades físicas dos fluidos e de contaminantes, quanto para a composição química do fluido e seus contaminantes, entretanto, tais distinções podem ser indefinidas, principalmente, considerando que, o monitoramento da propriedade física, como por exemplo a viscosidade do fluido, pode inferir informações sobre as mudanças químicas do mesmo.

Os sensores voltados para a verificação das propriedades físicas dos fluidos, podem ser destinados a monitorar as propriedades como pressão e fluxo, temperatura e viscosidade, e, ainda, a instrumentação laboratorial para a determinação física dos fluidos e seus contaminantes, possuem



uma gama maior ainda.

Mas, adaptar os instrumentos de medição laboratorial para verificação diretamente na linha de produção é um desafio, e por isso, pensa-se em avanços voltados para a miniaturização e eletrônica para desenvolver os sensores que são capazes de medir pelo menos alguma propriedade do fluido, mesmo que indiretamente, como por exemplo, os sensores que medem a temperatura.

A viscosidade por sua vez, se trata de uma medida relacionada à resistência interna do fluido ao fluxo, causando diferentes taxas de fluxo em diferentes partes do fluido, descrevendo respostas às taxas de deformação e tensão de cisalhamento que são aplicadas (Vogelhuber-Brunnmaier et al., 2021).

Assim, quando existe razão entre a tensão de corte que é aplicada e a taxa de deformação associada, exibe-se assim, um comportamento linear, e a viscosidade do fluido é compreendida como viscosidade dinâmica, entretanto, ela pode ainda ser uma viscosidade cinemática, em razão da temperatura e da densidade do fluido.

Conforme indicado por Duchowski e Mannebach (2006), para que seja medida a viscosidade de um fluido, ele precisa ser cisalhado para a avaliação da magnitude das forças de atrito que atuam internamente e esse processo de cisalhamento, pode ser realizado de várias formas, e a escolha do instrumento adequado, depende principalmente, da medição de interesse e do ambiente em que o mesmo será realizada.

Os sistemas de monitoramento modernos que visam a quantificação das propriedades químicas, caracterizam as alterações no fluido à medida que ele envelhece, além da quantidade de contaminantes químicos que entram no sistema como resultados de vazamento ou de adição de fluidos inadequados (Seyfert et al., 2002). Duchowski e Mannebach (2006) apontam que existem sensores simples para essa categoria de medição, voltam-se principalmente para detetar um contaminante específico, como por exemplo a água, e os sensores mais complexos para esse fim, são capazes de responder a maiores mudanças químicas provocadas pela oxidação e pela contaminação cruzada, como por exemplo, os sensores que registram as mudanças nas propriedades de acidez do fluido.

De mesmo modo, existem também os sensores capazes de medir a capacitância constante ou

a constante dielétrica, que são capazes de responder às mudanças indiscriminadas nas propriedades do fluido de forma generalizada e não apenas à presença de um agente de forma individual. Assim, verifica-se que o principal desafio é a capacidade de relacionar a resposta dos sensores, com as propriedades dos fluidos com os dados de análises e de mensuração.

METODOLOGIA

A busca por estudos sobre o uso dos sistemas microeletromecânicos (MEMS) para o monitoramento e análise de sistemas hidráulicos e lubrificantes, mostrou uma enorme escassez de estudos relacionados ao tema, indicando um nicho específico ainda não explorado, que é o desenvolvimento de sistemas lab-on-chip para esse fim.

A metodologia a ser aplicada, possui a perspectiva de análise hierárquica dos processos. O “método de decisão, com o foco na análise hierárquica (AHP – Analytic Hierarchy Process), que é baseado na divisão do problema de decisão em níveis hierárquicos para melhor compreensão e avaliação” (Silva e Belderrain, 2010, p.7). Por visar apresentar uma melhoria nesses processos, impulsionando uma transformação crucial com vista a preservação física de equipamentos, prevendo falhas, otimizar processos na manutenção preditiva.

Nesse sentido, buscou-se neste estudo, dividir o problema em níveis hierárquicos e, determinar por meio da síntese, os valores e critérios para realização, com a finalidade em conseguir a sua execução e avaliação. Assim, com medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao final do método.

Depois de construir a hierarquia, o pesquisador deve fazer uma comparação, par a par, de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque do nível imediatamente superior (Silva e Belderrain, 2010, p.7). E para demonstrar o percurso, apresenta-se as divisões em estágios.



Estágio 01- Escolha dos sensores a serem utilizados e aperfeiçoados, com base em micro-eletrónica informática. As variáveis como critérios de escolha dos materiais, para esta etapa deve envolver variáveis como: durabilidade em relação ao contato com o óleo hidráulico; tamanho que possa ser introduzido em um tanque de óleo hidráulico da máquina; capacidade para captação de dados; e, suporte para a operacionalidade de sensores.

Com o intuito de tornar mais objetiva esta análise, o sensor escolhido para o experimento, que possibilite, enquadrar o índice viável para informar o momento adequado que a máquina hidráulica pare para a troca de óleo. Esta compõe uma perspectiva de inovação nessa investigação.



Figura 1: Weardetect Oil Debris Sensor (4212)

A descrição indica que este sensor de detritos de óleo, segundo Sensors & Controls (2020), compreende dois elementos principais. A sonda do sensor, que vem com várias opções de adaptadores de rosca, é acoplada à caixa de engrenagens no lugar do bujão de drenagem magnético padrão. A sonda é então conectada por fio ao módulo eletrônico separado, que transforma os sinais do sensor em dados úteis. Esses dados são então retransmitidos por meio de protocolos de comunicação analógicos ou digitais para exibição ou pós-processamento.

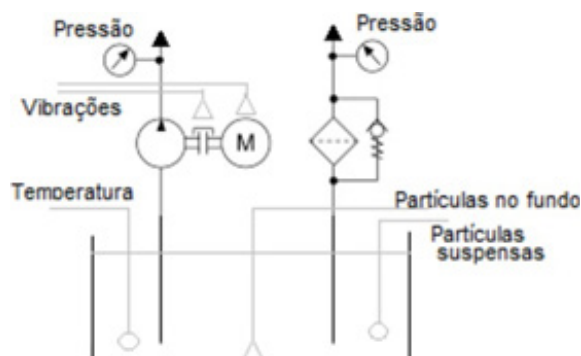


Figura 2: Exemplo de instrumentação de um sistema hidráulico

Os elementos de pressão, vibração e temperatura, compõe os parâmetros de análise, para a identificação dos processos de transformação dos elementos físico-químicos do óleo hidráulico, presentes em partículas suspensas ou mesmo no fundo do tanque. Compõe-se de uma alternativa inicial para o desenvolvimento ou aperfeiçoamento dessa tecnologia para a produção de um senso que possa verificar a relação do aumento dos dendritos férreos, deslocados no interior do sistema hidráulico.

A captação desses dados para diagnosticar, via a manutenção preditiva, o momento que a máquina hidráulica precisará realizar a troca de óleo hidráulica.

Estágio 02 - Estruturação do dispositivo com sensor que deve identificar os registros das propriedades de teor de detritos decorrente dos desgastes que ocorrem no interior do sistema hidráulico.

Variáveis como critérios de escolha: Escolha de detritos na condição de propriedades mais adequadas a serem identificadas, se deu em função das alterações que ocorrem nos fluidos, alterando sua composição após um determinado tempo de uso. O que compromete de maneira mais significativa, toda a estrutura do sistema hidráulico. Os dados fundamentais serão retirados a partir desses detritos, por meio de sensores.

O sensor vai captar informações para realizar análise espectrométrica de metais por IPC (Plasma Indutivamente Acoplado). Dentre os 21 metais, medindo menos de 8 micras de tamanho, os mais comuns são ferro, cromo, níquel, alumínio, cobre, chumbo estanho, cádmio, prata, titânio e vanádio.

Limites práticos de quantidades de metais:

O monitoramento e acompanhamento da tendência de aumento da quantidade de metais é tão ou mais importante que a quantidade medida em si. Como em toda técnica preditiva, o acompanhamento e comparação com valores anteriores é essencial.

Portanto, para interpretação dos resultados é necessário que tenhamos dados obtidos ao longo do tempo, dos metais resultantes de desgaste presentes no óleo e das condições mecânicas das peças a eles relacionados, isso para cada marca de equipamento ou mesmo para os diferentes modelos de um mesmo fabricante.

Os valores admissíveis estão de acordo com o padrão ISO - International Organization for Standardization e a Caterpillar determinou seus limites admissíveis, seguindo o padrão ISO que estabelece diretrizes e guias para a implementação de um produto que determina os valores exatos e ideais para cada equipamento. Os fabricantes de equipamentos de óleo são comumente consultados pelos clientes para determinasse os valores limites exatos e ideais para cada equipamento. Importante ressaltar que pretendesse partir de um padrão aceitável para o funcionamento da máquina hidráulica.

Estágio 03 - Aplicação de um software existente, que possibilite a interconectividade com o hardware, por meio de uma das linguagens que permita ser realizada interconectividade. Variáveis dispostas para a análise são a linguagem C ou em python

Estágio 04 - Composição de sensores para a captação de dados no tanque de óleo hidráulico da máquina. As variáveis dispostas para a análise devem envolver: materiais com resistência a corrosão; ligação a um cabo de captação e navegação de dados; disposição para conexão a dispositivo de hardware e software.

Estágio 05 - Estruturação do dispositivo para captação e processamento de grandezas em correntes elétricas – placa conversora – utilizar os indicadores de verificação de óleo indicados anteriormente. Variáveis dispostas para a análise irão envolver: estrutura em planilhas; e, configuração

dos critérios para mineração de dados.

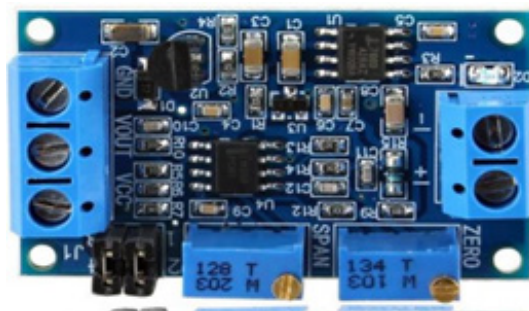


Figura 3: Conversor de Corrente para Tensão 4-20mA para 0-3.3V/5V/10V - XY10

Esta placa é um dispositivo eletrônico, utilizada para viabilizar a comunicação de sensores e atuadores industriais que operam com sinais de corrente na saída com microcontroladores Arduino. É um exemplo de solução encontrada para mediar o dispositivo captador com o display.

Estágio 06 - Estruturação do leitor de dados, um projetor de dados – modelo Display modo apresentado na figura, instalado na máquina. Estabelecida a conexão I2C do Display OLED com Node MCU ESP8266 como está apresentada a placa indicada anteriormente.

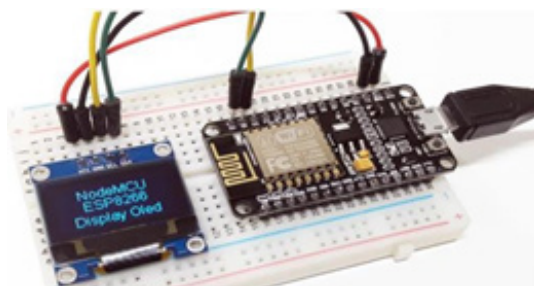


Figura 4: Uso do NodeMCU ESP8266 com display Oled I2C Fonte: Arduino e Cia (2018)

Nesta figura é possível perceber a parte do projeto incrementado na perspectiva IoT mostrando a conexão do Módulo wifi NodeMCU ESP8266, estando visível a placa de wifi, que enviará os dados para nuvem vinculado a plataforma de gestão a ser utilizada, alimentação de energia via USB.

Com conexão em display Oled I2C, um componente que oferece informações ao operador da máquina hidráulica e para isso o dispositivo pode ser: portátil podendo ser afixado; com capacidade de armazenamento; funcionar com acesso à internet; processa o uso de aplicação para suporte ao software.

Estágio 07- Envio de dados, do dispositivo para projetor de dados com conexão para outros dispositivos interconectados, é neste sentido que aparece a predisposição para o recurso de IoT. A coleta dos dados será realizada via o dispositivo de hardware conectado a um software com uma linguagem de programação C e Python ou outra, cujos critérios foram previamente definidos no estágio anterior. Variáveis dispostas para a análise serão: normal: o óleo não apresenta anomalias; alerta: Anormalidades identificadas indica a necessidade de acompanhamento; alarme: Um problema é eminente se uma ação não for executada. Estes graus de importância serão testados na investigação.

Estágio 08 - Construção ou uso de aplicação existe para interconectar com a placa de rede para servidor e nuvem. A IoT estará implementada, ao combinar a interconexão da aplicação operacionalizado nos sinais dos sensores. As variáveis dispostas para a análise são: aplicação para Android ou IOS; funcionamento online; conexão automática com internet; a máquina deverá trabalhar em um ambiente com acesso à internet para que essa investigação possa ser efetivada.

Estágio 09 - possibilitar as exportações de dados do dispositivo para planilhas de acordo com critérios previamente estabelecidos. Variáveis dispostas para a análise serão: planilhas com layout intuitivo; e, disposição dos dados e cálculos com indicadores.

Pode-se no primeiro momento utilizar a <https://thingspeak.com> para a constituição dos processos de análise, tendo em vista que o foco constituirá o padrão de análise a ser constituído para o sensor.

Estágio 10 – Possibilitar o acesso somente as pessoas autorizadas e previamente cadastradas. Variáveis dispostas para a análise serão: espaço com login e senha; e, categorização de níveis de perfis.

Estes elementos são fornecidos pela solução da plataforma já indicada. O desafio será estabelecer o controlo do momento cujo percentual estabelecido constitua a necessidade da tomada de

decisão para o operador e o usuário controlador na gestão para parar a máquina para a efetiva troca de óleo hidráulico.

Importante salientar que o processo de teste do dispositivo será realizado em máquinas escavadeira hidráulica Catepillar 6030, com tempo de trabalho ou de disponibilidade, diferentes sendo com 250 horas, 500 horas e 750. As máquinas serão classificadas em novas, seminovas e antigas, o que será no momento oportuno do experimento estabelecido. O tipo de óleo será de uma só marca para favorecer o experimento, garantindo menor variabilidade.

Modelo de ser desenvolvido nesta investigação

Disposição do modelo na condição de um sistema que concretiza os estágios de desenvolvimento do ecossistema de informação “Métodos sensoriais que sustentem a manutenção preditiva numa ótica Iot”.

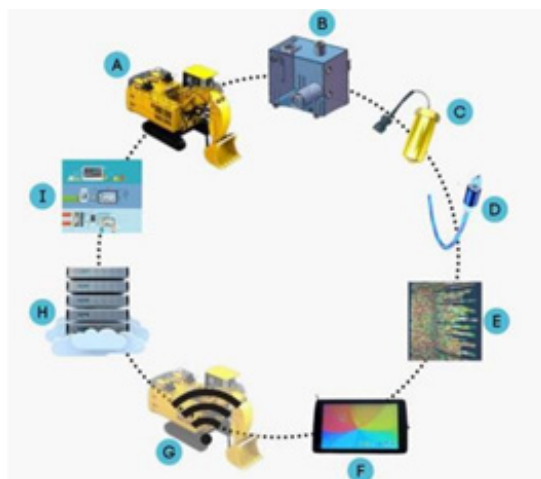


Figura 5: Modelo de interconexão: A - Escavadeira Hidráulica Catepillar 6030; B - Tanque de óleo hidráulico da escavadeira; C - Hardware - dispositivo/sensor; D - Cabo de transmissão de dados; E - Software para captar e transmitir informação; F - Projetor de dados – display; G - Transmissão de dados – placa de wifi; H - Servidor em nuvem; I - Aplicação em plataforma - interconexão – IoT.

A Figura 6 tem a finalidade de demonstrar o ciclo de conexão entre todas as etapas do processo para a geração de dados e informação para a tomada de decisão. A perspectiva da construção desse dispositivo com sensores que possam medir algumas propriedades do óleo hidráulico, compõe a proposta de inovação que utiliza o recurso de IoT como mecanismos a agilizar e modernizar a manutenção preditiva. Segue a apresentação de um esquema simplificado que demonstra a ideia para a utilização dos sensores, com a descrição de suas respectivas partes.

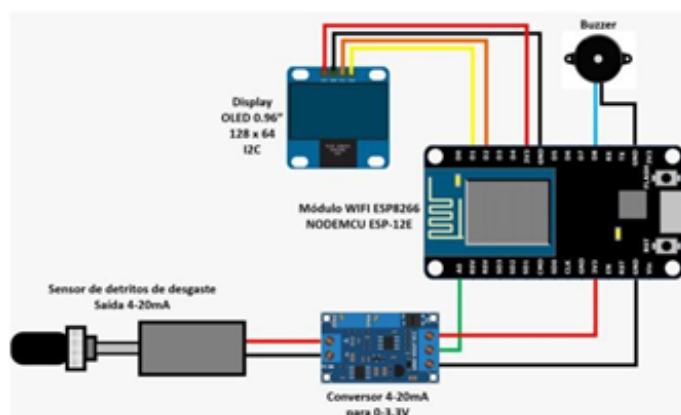


Figura 6: esquema do circuito de microtecnologia desenvolvida pelo autor.

1. O sensor - Ele irá medir a quantidade de detritos quanto maior a quantidade maior será a corrente elétrica. Poderemos utilizar mais sensores acoplados ao sistema hidráulico.
2. Conversor – realiza a transformação do sinal elétrico em tensão.
3. Placa poderá ser em Arduino – importante que já venha com a antena de Wifi.
4. Buzzer – Regula percentuais de grandezas e emite sinal (sonoro ou visual) ou indica uma posição de alarme. O que caracterizará uma importante informação.
5. Display – dispositivo tela projeta as informações.

As propriedades físicas e químicas que se pretende avaliar sensorialmente para se obter os sintomas potencialmente falíveis para o sistema hidráulico, tendo com perspectiva a produção de um

diagnóstico viável que garanta a indicação do momento em que se deve realizar a parada da máquina hidráulica para a troca efetiva do óleo hidráulico.

Segundo Perilub (2016, p.5) “a análise físico-química periódica do óleo lubrificante ou hidráulico. Realização de contagem de partículas, identificação dos materiais contaminantes e se há presença de água. Os contaminantes, principalmente metálicos, agem como catalizadores que aceleram o processo de oxidação do óleo e, portanto, aceleram o seu envelhecimento”. Neste sentido, a análise físico-química aliada a contagem de partículas, identificará a presença de contaminantes, a sua provável fonte de geração, auxiliando a equipe de manutenção na identificação de possíveis falhas - manutenção preditiva.

REFERÊNCIAS

Arduino e Cia (2018), Como usar o NodeMCU ESP8266 com display Oled I2C. Disponível em:<<https://www.arduinoecia.com.br/nodemcu-esp8266-com-display-oled-i2c>>.[Consultado em 06/05/2022].

Civerchia, F. et alii. (2017). Industrial Internet of Things monitoring solution for advanced predictive maintenance applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 7, pp. 4- 12.

Duchowski, J. K. e Mannebach, H. (2006). A novel approach to predictive maintenance: a portable, multi-component MEMS sensor for on-line monitoring of fluid condition in hydraulic and lubricating systems. *Tribology transactions*, 49(4), pp. 545-553.

Eifert, T. et alii. (2020). Current and future requirements to industrial analytical infrastructure—part 2: smart sensors. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 412(9), pp. 2037-2045.

Gubbi, J. et alii. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), pp. 1645-1660.

Jantunen, M. et alii. (2017). Spatial and temporal trends in the mortality burden of air pollution in China: 2004-2012. *Environment international*, 98, pp.75-81.



Karabegovic, I. et alii. (2019). The role of smart sensors in production processes and the implementation of industry 4.0. *Journal of Engineering Sciences*, 6 (2) b8-b13.

Kardec, A. e Nascif, J. (2009). *Manutenção: função estratégica*. 3ª edição. Rio de Janeiro, Qualitymark.

Medjaher, K. et alii. (2014). Condition assessment and fault prognostics of microelectromechanical systems. *Microelectronics Reliability*, 54(1), pp. 143-151.

Oliveira, S. (2017). *Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI*. São Paulo, Novatec Editora.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard business review*, 92(11), 64-88.

Purilub (2016). *Análise Físico-químicas de Óleos Lubrificantes, Hidráulicos e Isolantes*. Disponível em: < <http://www.purilub.com.br/solucoes/analises-fisico-quimicas-de-oleos-lubrificantes-hidraulicos-e-isolantes/2>>. [Consultado em: 09/02/2022]

Reis, F. d. (2015). *Introdução aos Microcontroladores*. [Em linha]. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/electronica-geral/introducaoaos-microcontroladores>>. [Consultado em: 09/09/2021].

Righetto, S. B. (2020). *Manutenção preditiva 4.0: conceito, arquitetura e estratégias de implementação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina.

Métodos sensoriais que sustentem a manutenção preditiva numa ótica lot19

Schmitt, R. H. e Voigtmann, C. (2018). Sensor information as a service-component of networked production. *Journal of Sensors and Sensor Systems*, 7(1) pp. 389- 402.

Seyfert, C. et alii. (2002). Sensors for On-line Monitoring of Bio-degradable Hydraulic oils. *Olhydraulik und Pneumatik*, 47(5).

Sensors & Controls (2020). Weardetect Oi/ Debris Sensor (4212). Disponível em: <https://www.gillsc.com/products/oil-debris-sensors/4212-oil-debris-sensor>. [Consultado em 06/05/2022].

Silva, R.M. e Belderrain, M.C.N. (2010) Considerações Sobre Métodos de Decisão Multicritério Microsoft Word - Roterdan-ENCITA2005.doc

Souza, V. D. S. (2021). Digital Twin: Uma proposta de geração de ambientes virtuais baseado em comissionamento virtual utilizando motor gráfico Unity3 D. Dissertação. (Mestrado em Informática). Universidade Federal do Amazonas. Manaus.

Stankovic, J. A. (2014). Research directions for the internet of things. IEEE internet of things journal, 1(1), pp. 3-9.

Toazza, G. F. e Sellitto, M. A. (2015). Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro. Revista Produção Online, 15(3), pp. 783-806.

USINAINFO (2022). USINAINFO. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/conversores-de-sinal> [Consultado em 06/05/2022].

Voglhuber-Brunnmaier, T. (2021). Electromechanical resonators for sensing fluid density and viscosity-a review. Measurement Science and Technology, 33.

Zhang, Q., Cheng, L. e Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. Journal of internet services and applications, 1(1), pp. 7-18.

Zhang, Y. et alii. (2017). A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. Journal of cleaner production, 142, pp. 626-641.