

Monitoramento Inteligente: O Uso de Sensores de Umidade em Compressores de Ar em Pequenas Oficinas de Pinturas Automotivas

Pesquisa e Inovação

GRUPO 10:

ANA LUIZA SANTOS ROBERTO

ISABELLA VITÓRIA DE ARAUJO CHAGAS

PEDRO CESAR ABRAMO DE ALMEIDA

PEDRO CLAUDINO BARBOSA

LUCAS MARQUES DE AQUINO

LUKA GABRIEL NAGAYASSU DE AGUIAR

Fevereiro de 2025

1 – INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado do mercado de pintura automotiva e a demanda por serviços de alta qualidade, pequenas oficinas de pintura enfrentam desafios no controle da umidade no ar comprimido dos compressores. A umidade excessiva pode comprometer a qualidade da pintura e até mesmo colocar em risco a segurança dos equipamentos. Este projeto explora como o uso de sensores de umidade pode melhorar a eficiência, segurança e a qualidade do trabalho nessas oficinas.

2 – CONTEXTO

A indústria de pintura automotiva global tem experimentado um grande crescimento em alta velocidade, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) projetada de 12,5% de 2024 a 2034. Avaliada em US\$11,8 bilhões no ano 2023, a indústria deve atingir um valor de até US\$41,7 bilhões em 2034, impulsionada por um aumento na produção de veículos, especialmente veículos elétricos (EVs), que segundo a ABVE (Associação Brasileira do Veículo Elétrico), teve um crescimento na indústria de 200% no ano de 2024.

Dentro desse contexto de expansão acelerada, as pequenas oficinas de pintura automotiva enfrentam o grande desafio de atender à crescente demanda por serviços de ótima qualidade e eficiência. Tais estabelecimentos, que desempenham um papel crucial no setor, precisam lidar com desafios diários relacionados à manutenção e qualidade do serviço, sendo um dos principais fatores a necessidade de controle rigoroso do ambiente durante a pintura e o controle adequado da umidade no ar comprimido utilizado no processo. Em muitas pequenas oficinas de pintura automotiva, os compressores de ar são essenciais para diversas tarefas, incluindo a aplicação de tinta, o que torna a qualidade do ar comprimido de extrema importância.

2.1 - Problema

Os sistemas de um compressor de ar muitas vezes não oferecem um monitoramento eficiente da umidade presente no ar comprimido em seu interior, o que pode comprometer com a qualidade da pintura resultando em falhas como bolhas, manchas e aderência inadequada da tinta, prejudicando o trabalho realizado e como consequência, a satisfação do cliente.

Figura 1 – Bolhas de ar na pintura devido umidade no compressor



Fonte: <https://www.mig-welding.co.uk/air-system.htm>

A presença excessiva de umidade no ar comprimido dos compressores de ar pode representar um risco gigantesco não apenas para a qualidade da pintura, mas também para a segurança dos operadores na oficina. Quando o ar comprimido contém uma quantidade muito alta de umidade, ela pode se acumular no sistema e causar corrosão nas peças internas do compressor, enfraquecendo suas estruturas. Além disso, a água no sistema pode interferir no funcionamento dos componentes de controle de pressão, nas válvulas e pistolas, resultando em falhas mecânicas. E em casos extremos, a umidade excessiva pode levar à formação de bolhas de vapor, que, sob altas pressões, podem aumentar o risco de uma explosão. Então, o calor gerado pela compressão pode transformar a água em vapor o que cria uma pressão ainda maior dentro do tanque de armazenamento de ar, e o sistema não tiver sido projetado para lidar com essas variações de pressão, o tanque pode se romper, gerando um sério risco de acidentes graves.

Figura 2 – Compressor de ar após explodir



Fonte: <https://metalplan.com.br/blog/ar-comprimido-sem-riscos-principais-perigos-e-como-evita-los/>

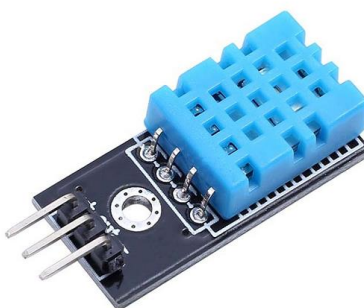
É comum que muitas oficinas dependam de métodos muito manuais para monitorar a umidade do ar, o que pode ser impreciso e abrir uma grande margem para erros. Além disso, a manutenção dos compressores de ar nas pequenas oficinas é frequentemente negligenciada devido à falta de recursos financeiros e conhecimento técnico para implementar sistemas de monitoramento avançados, o que leva a manutenções apenas corretivas e não preventivas. Portanto, as pequenas oficinas de pintura enfrentam o risco constante de comprometer não só a qualidade do trabalho como também de perderem dinheiro, visto que os custos de manutenção de um compressor podem ser de R\$5.000 para mais, enquanto a troca para um

completamente novo chega na casa dos R\$15.000 e até mesmo R\$50.000 como mostra a OrLantécnica (empresa com mais de 20 anos no ramo de compressores de ar).

2.2 - Solução com Sensores de Umidade

Com o atual avanço da tecnologia o uso de sensores de umidade tem se mostrado uma solução para resolver esse problema. Sensores inteligentes de umidade podem ser instalados nos compressores de ar para monitorar continuamente a presença de água no sistema. Esses sensores podem fornecer dados em tempo real através de uma aplicação na web, como um site ou aplicativo, permitindo aos operadores das oficinas detectar níveis indesejados de umidade no ar presente nos compressores. E com essas informações tomar ações preventivas de maneira ágil, ajustando o sistema de desumidificação ou realizando a manutenção necessária para garantir a qualidade do ar e, conseqüentemente, da pintura.

Figura 3 – Sensor de umidade Arduino



© 2015 bolton

Fonte: <https://www.autocorerobotica.com.br/modulo-sensor-de-umidade-temperatura-dht11>

Nesse contexto, o monitoramento inteligente com sensores de umidade em compressores de ar se apresenta como uma solução eficaz para superar os desafios enfrentados pelas pequenas oficinas de pintura automotiva. Ao proporcionar um controle mais preciso e em tempo real da umidade, esses dispositivos oferecem um avanço significativo no processo de manutenção e na qualidade do serviço, garantindo resultados mais consistentes e duradouros elevando as operações das oficinas de pintura a um novo nível, não só em economia, mas também qualidade.

3 – OBJETIVOS

3.1 - Problemática e desenvolvimento do sistema de monitoramento IoT

Com a presença excessiva de umidade, pode comprometer a aderência, durabilidade e uniformidade da pintura, diante desse cenário, este projeto visa desenvolver um sistema de monitoramento IoT para analisar, em tempo real, a umidade presente no ar comprimido utilizado em oficinas de pintura. O sistema contará com sensores de alta precisão posicionados em pontos estratégicos da rede pneumática, enviando informações para uma plataforma digital acessível remotamente. A interface fornecerá dados detalhados, gráficos históricos e alertas programáveis para manter o controle rigoroso dos níveis de umidade.

3.2 - Funcionamento e aplicação

O sistema operará de forma autônoma e integrada à infraestrutura da oficina, captando e transmitindo dados em tempo real. Sempre que a umidade ultrapassar os limites aceitáveis, o sistema acionará alertas visuais e sonoros, além de notificar os responsáveis via plataforma online. Com essas informações, os técnicos poderão tomar ações corretivas imediatas, como drenagem de reservatórios ou manutenção dos filtros desumidificadores. Além disso, o sistema permitirá um controle contínuo da umidade, possibilitando intervenções rápidas para evitar falhas recorrentes e garantir um funcionamento mais eficiente dos equipamentos.

3.3 - Benefícios esperados

A implementação desse sistema proporcionará uma série de benefícios, como:

- Redução de desperdícios de material, evitando o uso desnecessário de tintas e solventes;
- Menor necessidade de retrabalho na pintura, reduzindo custos com mão de obra e tempo de serviço;
- Otimização do consumo de insumos e energia, diminuindo gastos operacionais;
- Maior vida útil dos equipamentos pneumáticos, prevenindo falhas prematuras e reduzindo custos com manutenção;
- Aumento da eficiência operacional e produtividade, permitindo que mais veículos sejam pintados em menos tempo;
- Melhoria no padrão de qualidade dos serviços prestados, aumentando a satisfação dos clientes e reduzindo reclamações;
- Aumento da competitividade das oficinas de pintura no mercado, destacando-se pela inovação e qualidade do serviço prestado;
- Possibilidade de oferecer pacotes de monitoramento como um diferencial de mercado, agregando valor aos serviços e criando oportunidades de receita.

4 – JUSTIFICATIVA

A justificativa para o desenvolvimento deste projeto tem como base a redução nas falhas e perdas financeiras em sistemas pneumáticos utilizados na pintura

automotiva e industrial. A implementação de sensores de umidade torna possível o monitoramento contínuo dos níveis de umidade no ar comprimido que se encontra dentro dos compressores, prevenindo problemas como corrosão, falhas mecânicas e comprometimento da qualidade da pintura.

Além disso, um importante fator é seu baixo custo econômico para ser desenvolvido, buscando atender microempresas de pintura automotiva com uma solução acessível e eficaz. A implementação deste sistema visa reduzir custos com manutenção corretiva, aumentar a vida útil dos equipamentos e minimizar o desperdício de tinta e energia, contribuindo para a sustentabilidade.

5 – ESCOPO

O projeto abrangerá a criação de uma solução IoT para monitorar a umidade do ar nos compressores utilizados para pintura automotiva de pequeno porte no Brasil, permitindo sua consulta na web.

Serão concluídas as seguintes atividades na sua primeira fase até 17/03:

- Projeto criado e configurado no GitHub
- Contexto de Negócio
- Justificativa do Projeto
- Diagrama de Visão de Negócio

- Protótipo do Site Institucional
- Tela de simulador financeiro
- Ferramenta de Gestão de Projeto Funcionando
- Requisitos populados na ferramenta
- Documentação inicial do Projeto Banco de Dados
- Tabelas criadas no MySQL
- Execução de Script de Inserção de Registros
- Execução de Script de Consulta de Dados Arquitetura de Computadores
- Ligar Arduino
- Rodar Código Arduino
- Setup de Client de Virtualização
- Linux instalado em VM local

5.1 - Premissas

1. Uso do Arduino Uno como microcontrolador principal para leitura do sensor de umidade, garantindo um sistema acessível e de fácil implementação.
2. Monitoramento em tempo real será exibido em um site desenvolvido pelo grupo, permitindo o acompanhamento contínuo dos níveis de umidade.
3. Geração de alertas preventivos para manutenção quando o nível de umidade atingir um limite crítico nas pistolas compressoras, ajudando na prevenção do equipamento.

4. Integração obrigatória com o site conforme exigência acadêmica, garantindo que os dados coletados sejam armazenados e processados corretamente.
5. O projeto será exclusivamente de monitoramento, ou seja, não haverá desumidificação automática, apenas exibição de dados e alertas para manutenção preventiva.
6. A equipe possui ao menos um notebook pessoal para desenvolvimento e testes, possibilitando a continuidade do projeto mesmo fora do ambiente acadêmico.
7. As reuniões presenciais ocorrerão semanalmente às segundas-feiras na faculdade, garantindo alinhamento do projeto com a equipe e professores.
8. Durante as sprints, reuniões online serão realizadas nos demais dias da semana, permitindo acompanhamento contínuo do progresso e ajustes necessários.
9. Os dados do sensor serão armazenados em um banco de dados MySQL, possibilitando a análise e consulta eficiente das informações coletadas.
10. O código do projeto será gerenciado no GitHub, assegurando versionamento adequado e colaboração entre os membros do grupo.
11. O projeto seguirá os requisitos acadêmicos de diferentes disciplinas, incluindo Pesquisa & Inovação, Algoritmos, TI, Banco de Dados, Arquitetura de Computadores e Sistemas Operacionais.

5.2 - Restrições

1. O hardware será limitado ao Arduino Uno, sem uso de microcontroladores mais avançados, o que pode impactar a capacidade de processamento e conectividade do sistema.
2. O sensor de umidade precisa ser compatível com o Arduino Uno, garantindo leituras precisas e confiáveis dos níveis de umidade no ar comprimido.
3. Os dados serão armazenados e consultados exclusivamente no MySQL, conforme exigência da disciplina de Banco de Dados.

4. O site precisa exibir os insights de umidade de forma intuitiva e acessível, garantindo que os usuários consigam visualizar os dados rapidamente.
5. Não haverá automação de correção da umidade, ou seja, não serão implementadas soluções para remoção da umidade, apenas monitoramento e alerta.
6. O projeto deve estar pronto para apresentação da Sprint 1 em 17 de março, atendendo a todos os entregáveis estabelecidos para essa fase.
7. A ferramenta de gestão de projetos deve estar funcional e com requisitos documentados, conforme exigência da disciplina de TI.
8. O setup de virtualização será realizado em um ambiente Linux, seguindo os critérios da disciplina de Sistemas Operacionais.
9. O código do Arduino precisa ser funcional e rodar corretamente, garantindo a leitura dos sensores e envio dos dados para o site.
10. Os testes do sistema devem ser realizados antes da apresentação, assegurando que o monitoramento e os alertas funcionem conforme esperado.

5.3 - Riscos

- Falha nos sensores: Testes rigorosos serão feitos antes da implementação para garantir que não ocorram falhas inesperadas.
- Dificuldade de integração com os sistemas existentes: Planejamento minucioso e suporte técnico
- Manutenção e uso adequado: Treinamento e manutenção preventiva.

6 – ATUALIZAÇÕES

Definição e planejamento do backlog em planilha no Excel – 28/02/25

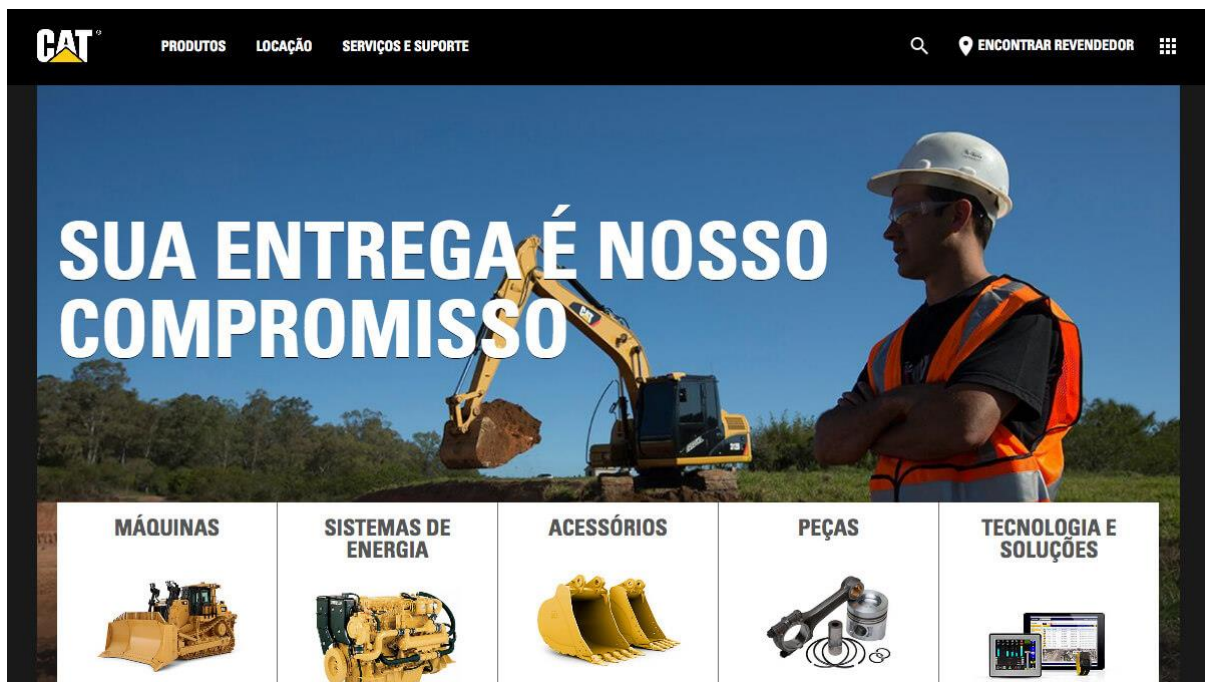
Lista para ter no site institucional:

(Apenas o Desing do site, não é necessário escrever sobre essas abas por agora)

Site institucional é uma página virtual que apresenta uma empresa ou organização na internet

- Nossos objetivos
- Sobre nós
- Suporte/Ajuda
- Login/Cadastro
- Calculadora financeira

Exemplo:



Bibliografia

(Crescimento global na indústria da pintura automotiva): https://www.transparencymarketresearch.com/automotive-paints-market.html?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block

(Como funciona um compressor de ar): <https://blog.meucompressor.com.br/como-funciona-um-compressor-de-ar/>

(Umidade em um compressor de ar): <https://www.atlascopco.com/en-uk/compressors/air-compressor-blog/challenger/how-to-remove-moisture-from-compressed-air>

(Aumento na venda de carros elétricos): <https://abve.org.br/mercado-de-veiculos-eletricos-plug-in-cresce-200-nos-ultimos-12-meses/>

(Preço de um compressor)

https://www.orlantecnica.com.br/?gclid=EAlaIQobChMI8fG00KHTiwMVCR9ECB2PFRXeEAAYASAAEgL3XfD_BwE

(Por que utilizar sensores de humidade) <https://www.marrari.com.br/engenharia/sensores-umidade/>

(Conheça as principais falhas nos compressores) <https://dynamox.net/blog/compressores-falhas-comuns>