



DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS INTEGRADORES NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA COM APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6272

Autores: LAURA LISIANE CALLAI DOS SANTOS, LUIGUI VINÍCIUS LEMES RISTOW, JOAO PEDRO SILVEIRA DOS SANTOS, FLAVIA DAMIAN FUNGHETO, JOSÉ MAGNO ENCARNÇÃO SILVA, WAGNER PINHEIRO SANTANA, PAULO CÉSAR VARGAS LUZ, CELSO BECKER TISCHER, DIOGO R VARGAS

Resumo: A disciplina de Projeto Integrador II-A do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul, tem como objetivo pesquisar, estudar e planejar um projeto que integre as disciplinas ofertadas até o sexto semestre do curso, aplicando conteúdos de diferentes áreas da Engenharia Elétrica. Esta disciplina faz parte da trilha “Consolidação do Conhecimento”, contribuindo de forma efetiva para a consolidação de competências técnicas, socioambientais e de empreendedorismo e inovação. Serão desenvolvidas atividades de extensão, totalizando 30 horas, baseadas em ações disseminadas junto à comunidade, seja por meio de atividades educacionais, seja por projetos que demonstrem como os problemas da sociedade podem ser abordados com soluções de engenharia. No segundo semestre de 2024, duas propostas de projeto se destacam.

Palavras-chave: Manutenção preventiva, Correção do Fator de Potência, Automação Industrial

DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS INTEGRADORES NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA COM APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Projeto Integrador II-B do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul, visa pesquisar, estudar e planejar projetos que integram as disciplinas ofertadas até o sexto semestre do curso, aplicando, conteúdos de diferentes áreas da Engenharia Elétrica. Essa disciplina faz parte da trilha “Consolidação do Conhecimento” do projeto pedagógico do curso, que contribui de forma efetiva para que os acadêmicos consolidem competências técnicas, socioambientais e de empreendedorismo e inovação. Além disso, são desenvolvidas atividades de extensão, totalizando 30 horas, baseadas em ações disseminadas junto à comunidade, seja por meio de atividades educacionais, seja por projetos que demonstrem como os problemas da sociedade podem ser abordados com soluções de engenharia.

No primeiro semestre de 2025, duas propostas de projeto se destacam. O primeiro consiste no desenvolvimento de um sistema automatizado de banco de capacitores para corrigir o fator de potência em instalações elétricas de baixa tensão, para melhorar a eficiência energética e reduzir as perdas elétricas. A correção do fator de potência traz como vantagem a redução da potência reativa e, conseqüentemente, a diminuição de custos para a unidade consumidora. A automatização do sistema facilita a correção do fator de potência, monitorando, compensando e estabilizando os sinais elétricos conforme a necessidade. O segundo projeto consiste em um sistema de detecção preventiva de falhas em máquinas industriais, realizando a análise com base em dados obtidos a partir de sensores de tensão, corrente e temperatura alocados na máquina. Tal projeto visa à prevenção e manutenção do maquinário, buscando uma melhor eficiência e prevenindo desgaste excessivo e desnecessário, em prol de uma maior durabilidade e sustentabilidade do equipamento. Ambos os projetos, assim que devidamente finalizados, serão aplicados na mesma empresa, o que reforça a necessidade de trabalharem de maneira integrada, contribuindo para a solução de problemas inter-relacionados em um contexto real.

Esses projetos possuem finalidade extensionista, trazendo benefícios para a comunidade e uma formação acadêmica baseada em competências. Eles contribuirão para a eficiência no uso de recursos e para a sustentabilidade. As habilidades desenvolvidas incluem análise de dados, eficiência energética, manutenção preditiva e trabalho em equipe, promovendo inovação e abordando problemas reais da sociedade.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver projetos que integrem as disciplinas ofertadas até o sexto semestre do curso de Engenharia Elétrica, aplicando, conteúdos de diferentes áreas do curso para aplicação na indústria.

1.1.1 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, são necessários os seguintes objetivos específicos:

- i. Analisar o perfil de consumo da instalação elétrica, identificando as cargas predominantes e determinando os principais parâmetros elétricos (tensão, corrente, potência ativa, aparente e fator de potência);
- ii. Dimensionar o banco de capacitores, calculando a potência reativa necessária e definindo o tipo, quantidade e modo de acionamento dos capacitores para atender as variações dinâmicas da carga;

- iii. Projetar e implementar o sistema de controle automatizado, integrando microcontrolador Arduino, sensores de medição (PZEM-004T), módulo RTC e display LCD para monitoramento em tempo real;
- iv. Programar o algoritmo de controle para leitura de parâmetros, cálculo do fator de potência, seleção combinatória dos capacitores e acionamento dos relés de forma segura e eficiente;
- v. Realizar testes experimentais do protótipo em bancada, avaliando a resposta dinâmica do sistema a variações de carga, estabilidade da correção do fator de potência e desempenho dos componentes de hardware e software;
- vi. Registrar e analisar os resultados obtidos, verificando ganhos de eficiência, redução de energia reativa consumida e validando a viabilidade da solução proposta para aplicações reais;
- vii. Coletar dados de sensores de corrente, tensão e temperatura;
- viii. Desenvolver um código para avaliar e processar os dados recebidos pelos sensores;
- ix. Desenvolver uma interface que apresente o diagnóstico, gerando alertas emergenciais em caso de possível falha.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de graduação em Engenharia, houve uma inserção das disciplinas de projetos integradores nos currículos, a metodologia de ação de cada projeto dependerá de cada universidade.

A primeira experiência do projeto integrador II-A no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria campus Cachoeira do Sul possibilita a articulação entre teoria e prática, promovendo a interdisciplinaridade e o protagonismo estudantil. Segundo Santos et al. (2023), a formação de um engenheiro eletricitista não se limita à aprovação em disciplinas isoladas, mas requer experiências integradoras que favoreçam o desenvolvimento de competências técnicas, profissionais, empreendedoras, pessoais e socioambientais, promovendo a articulação entre teoria e prática durante o percurso acadêmico. Ao aplicarem conteúdos de diferentes disciplinas para alcançar um objetivo comum, os estudantes desenvolvem habilidades técnicas, pensamento crítico e trabalho em equipe. Nos cursos de Engenharia Elétrica, esse tipo de projeto permite aplicar conceitos de circuitos elétricos, automação, eletrônica e instrumentação, gerando soluções aplicáveis à indústria e à sociedade.

Além de expandir o conhecimento, os projetos integradores contribuem significativamente para a consolidação das competências técnicas dos estudantes, fortalecendo também sua formação acadêmica. Conforme destacado no trabalho de Alves (2024), observa-se uma ampla integração de conhecimentos em circuitos elétricos, instrumentação, eletrônica de potência, análise de sinais, entre outras áreas, na elaboração de um conversor digital-analógico do tipo *current steering*. Essa interdisciplinaridade também se evidencia no trabalho de Trein (2022), que desenvolveu um sistema de monitoramento preditivo de motores elétricos por meio de microcontroladores e supervisor ScadaBR. Tal projeto exigiu domínio de diversas áreas da Engenharia Elétrica, incluindo máquinas elétricas, instrumentação, automação industrial, eletrônica analógica e digital, além de sistemas embarcados e aquisição de dados.

Desse modo, fica evidente que a integração entre disciplinas é não apenas desejada, mas também essencial no desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas. Essa abordagem prática permite aos alunos utilizar os conhecimentos teóricos em exemplos reais de engenharia, promovendo o desenvolvimento de habilidades fundamentais como raciocínio

lógico, resolução de problemas complexos e trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que os prepara para os futuros desafios acadêmicos e profissionais.

Dessa forma, dando continuidade a essa perspectiva interdisciplinar, o presente trabalho apresenta duas propostas de projeto que integram diferentes áreas da Engenharia Elétrica, promovendo a aplicação prática de conhecimentos técnicos em contextos reais.

2.1 Banco de Capacitores

A eficiência energética tem se tornado um pilar estratégico para o setor industrial, especialmente diante do aumento da demanda por energia elétrica e das exigências regulatórias relacionadas à sustentabilidade. Em instalações de média tensão, o Fator de Potência (FP) desempenha um papel fundamental na eficiência do sistema elétrico, pois sua inadequação está diretamente associada ao consumo excessivo de energia reativa, o que pode gerar perdas elétricas, aumento de custos operacionais e penalidades impostas pelas concessionárias (Mamede, 2017; Costa e Gaier, 2021).

Diante desse cenário, o uso de bancos de capacitores automatizados surge como uma solução técnica eficaz para a correção dinâmica do fator de potência. Esses sistemas são capazes de monitorar os parâmetros elétricos como tensão, corrente e ângulo de fase, e acionar automaticamente capacitores conforme a demanda reativa da instalação, garantindo que o FP permaneça dentro dos limites estabelecidos pelas normas, geralmente acima de 0,92 (ANEEL, 2020).

Do ponto de vista técnico, o dimensionamento correto dos capacitores é essencial. Deve-se considerar fatores como a potência reativa da instalação, a tensão nominal do sistema e as características do perfil de carga. Equações específicas são utilizadas para calcular a capacitância necessária para atingir o FP desejado, levando em conta as condições operacionais e ambientais (Kim, 2018; Silva, 2021).

Apesar das vantagens claras, a adoção de sistemas automatizados de correção do fator de potência também envolve desafios, como o alto custo de investimento inicial, a necessidade de dispositivos de proteção adequados (relés, fusíveis, sensores de sobretensão) e a implementação de planos de manutenção preventiva para garantir a confiabilidade e longevidade do sistema.

Esse projeto propõe uma solução automatizada, eficaz e sustentável para a correção do fator de potência, voltada para instalações industriais de média tensão. A expectativa é que o sistema reduza significativamente os custos operacionais, aumente a estabilidade da rede elétrica interna, e assegure conformidade com os padrões de qualidade da energia elétrica, promovendo uma operação mais confiável e alinhada às demandas atuais de desempenho e sustentabilidade.

2.2 Monitoramento de Máquinas Rotativas

A ampla implementação de máquinas rotativas, como motores elétricos, turbinas e compressores, vem se consolidando no mercado devido ao seu alto rendimento e economia, no entanto, é essencial para garantir a continuidade operacional, a segurança e a eficiência energética dos processos industriais (Batista, V. C. G., Rodrigues, Ê. F., Garo Jr, W. R. 2024). Por serem frequentemente submetidas a cargas elevadas e operação contínua, essas máquinas estão suscetíveis a falhas. Nesse contexto, a manutenção preventiva, especialmente com o auxílio de sistemas de detecção de falhas, desempenha um papel crucial para minimizar possíveis impactos e prevenir defeitos maiores.

O sistema de detecção preventiva de falhas busca identificar problemas em estágio inicial, permitindo que ações corretivas sejam tomadas antes que a falha ocorra ou se agrave a ponto de causar maiores prejuízos. No caso das máquinas rotativas, essas falhas podem estar associadas a componentes como rolamentos, engrenagens, eixos, acoplamentos, entre

outros. Essas falhas comumente podem ser previstas e prevenidas com o devido monitoramento e manutenção dos equipamentos em questão. O principal objetivo de um sistema de detecção preventiva é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, minimizar o tempo de inatividade não planejado e reduzir os custos com manutenção corretiva e reparos emergenciais (SILVA, R. F. P. D. 2023).

A instalação e manutenção de sensores, a integração com sistemas existentes e o custo inicial de investimento podem ser considerados barreiras para algumas empresas. Além disso, a precisão dos diagnósticos depende diretamente da qualidade dos dados coletados e da capacidade do sistema em interpretar esses dados de forma adequada. Outro desafio é o desenvolvimento de algoritmos que consigam lidar com a variabilidade operacional das máquinas, especialmente em ambientes industriais no qual as condições de operação podem mudar drasticamente (Gioda, A., e Aquino Neto, F. R. D. 2003).

Diante da importância da manutenção preditiva para garantir a confiabilidade e o desempenho de máquinas rotativas, esse projeto propõe o desenvolvimento de um sistema baseado na coleta e análise de dados operacionais por meio de sensores de corrente, tensão e temperatura. Utilizando a plataforma ESP32 e uma interface interativa com o aplicativo Blynk IoT, busca-se oferecer uma solução acessível e eficiente para o diagnóstico precoce de falhas, contribuindo para a redução de custos com manutenção corretiva e a melhoria da eficiência operacional nas indústrias.

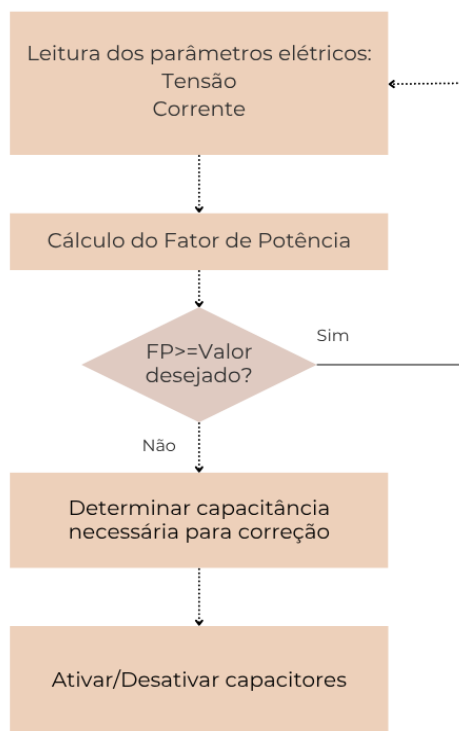
3 PROJETO INTEGRADOR - BANCO DE CAPACITORES

O objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema automatizado de correção do fator de potência em instalações elétricas de média tensão, com o intuito de melhorar a eficiência energética e reduzir as perdas elétricas.

O sistema de correção automática do fator de potência desenvolvido neste projeto realiza a leitura dos parâmetros elétricos, como tensão, corrente, potência e fator de potência (FP), por meio do módulo PZEM-004T. Com base nesses dados, o algoritmo compara o FP medido com um valor de referência predefinido, a fim de decidir pela necessidade ou não de correção. Caso o FP esteja abaixo do limite estabelecido, o sistema calcula a potência reativa necessária e determina a combinação ideal de capacitores a serem ativados para compensação. Se o FP estiver dentro dos limites adequados, o sistema mantém a monitoração contínua dos parâmetros elétricos, garantindo ajustes automáticos e eficiência energética. A Figura 1 apresenta o fluxograma conceitual do sistema, descrevendo de forma simplificada e didática a lógica geral de funcionamento. Este fluxograma visa ilustrar o princípio de operação do sistema, sem se prender aos detalhes específicos da implementação no microcontrolador.

Conforme Figura 1, o fluxograma pode ser apresentado em três etapas: monitoramento dos parâmetros elétricos, processamento dos dados e controle automático do banco de capacitores.

Figura 1 – Fluxograma da proposta de metodologia.



Fonte: Próprio autor.

3.1 Monitoramento dos Parâmetros Elétricos

O monitoramento será realizado através da coleta contínua de dados referentes à tensão, corrente, potência ativa e reativa, utilizando sensores conectados a um microcontrolador. A leitura desses parâmetros é essencial para o cálculo do FP da instalação.

Entre os componentes utilizados no sistema de medição estão sensores de corrente e tensão, capazes de fornecer dados precisos para a análise. O sistema irá coletar os valores de corrente, tensão e potência ativa em tempo real, possibilitando o cálculo instantâneo do FP e da potência reativa necessária para manter o FP dentro do limite recomendado, acima de 0,92.

3.2 Processamento dos Dados

O processamento dos dados será realizado diretamente no microcontrolador, que executará algoritmos responsáveis pelo cálculo do FP com base nas medições recebidas. Caso o valor de FP esteja abaixo do limite estabelecido, o sistema calculará automaticamente a potência reativa (kVAR) necessária para compensação, utilizando equações específicas de dimensionamento.

Com base nesse cálculo, o sistema determinará a quantidade de capacitância a ser conectada à rede, ativando automaticamente os módulos de capacitores necessários. Para evitar a supercompensação, o algoritmo também considera limites máximos e lógicas de desligamento gradual, promovendo estabilidade no sistema elétrico e proteção dos equipamentos.

3.3 Gerenciamento Automático do Banco de Capacitores

Na última etapa, o sistema realiza o acionamento automático dos bancos de capacitores com base nos cálculos de compensação. Os capacitores são conectados ou desconectados da rede elétrica por meio de acionamento eletrônico, utilizando relés.

O banco de capacitores será do tipo automático, com módulos dimensionados para suportar variações dinâmicas da carga. O acionamento ocorrerá de forma gradativa e controlada, permitindo uma resposta rápida e segura às alterações na demanda de energia reativa.

3.4 Implementação e resultados

Para validar o correto funcionamento do sistema desenvolvido, foram realizados testes experimentais em bancada. Durante os ensaios, foi utilizada uma carga composta por motores elétricos monofásicos, simulando uma situação prática de demanda de energia reativa comum em ambientes industriais. O sistema monitorou continuamente os parâmetros elétricos, identificando automaticamente a necessidade de correção do fator de potência e acionando o banco de capacitores conforme o algoritmo implementado.

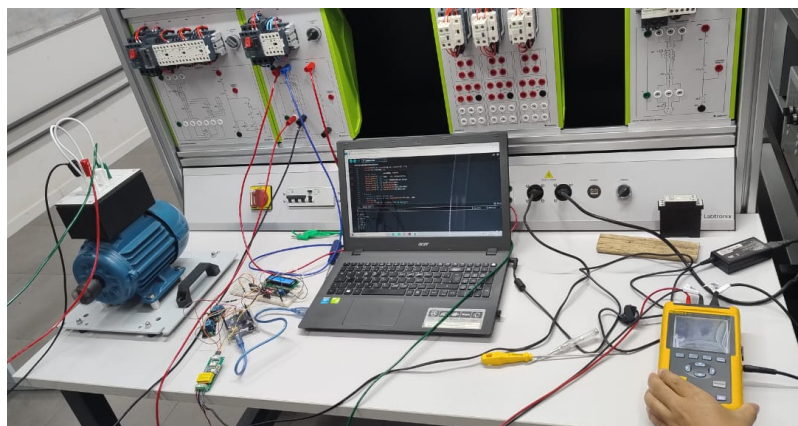
Como instrumento de referência, foi utilizado um medidor portátil de qualidade de energia Fluke, amplamente reconhecido por sua precisão e confiabilidade. Esse equipamento permitiu a verificação independente de grandezas como tensão, corrente, potências e fator de potência, possibilitando a comparação direta com os dados obtidos pelo sistema automatizado.

Os testes confirmaram que o sistema foi capaz de identificar corretamente o fator de potência abaixo do limite estipulado, acionar os capacitores de forma adequada e elevar o fator de potência conforme previsto. Os valores medidos pelo Fluke apresentaram boa concordância com as leituras do sistema, validando tanto o hardware quanto o algoritmo de controle implementado no microcontrolador.

Além disso, o processo de atuação foi acompanhado em tempo real por meio do *display* LCD integrado ao sistema, que exibia as principais grandezas elétricas, oferecendo uma interface prática para monitoramento. Visando representar cenários reais de consumo reativo, foram selecionados três motores monofásicos com diferentes potências e características elétricas. Esses motores foram utilizados como cargas nos testes experimentais.

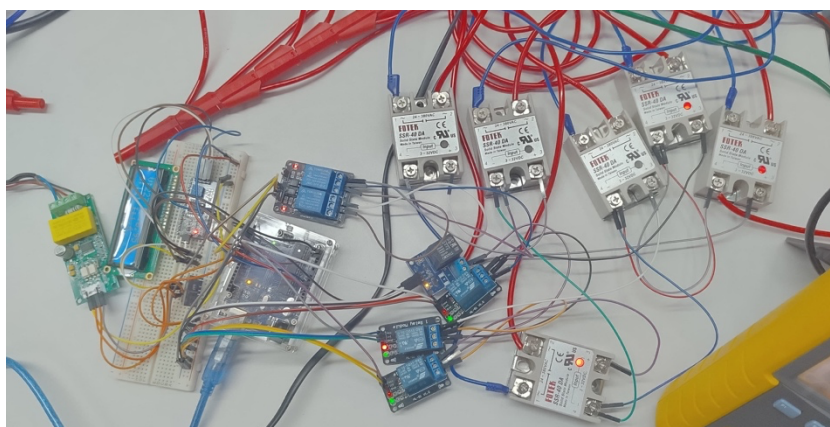
A utilização de motores com características distintas permitiu avaliar o desempenho do sistema automatizado em diferentes cenários de demanda reativa. Com base nessa configuração de carga, foram realizados os testes práticos que validaram o funcionamento do algoritmo de correção. A Figura 2 apresenta a bancada experimental com os principais dispositivos utilizados nos ensaios. Nela é possível observar o Arduíno, a fonte de alimentação, o display LCD e o Fluke.

Figura 2 – Bancada experimental utilizada nos testes.



O circuito de controle responsável pelo acionamento dos capacitores é detalhado na Figura 3. Os relés mecânicos, acionados diretamente pelo Arduino, comandam seis relés de estado sólido (SSR), os quais controlam a conexão ou desconexão dos capacitores ao sistema. Essa arquitetura de controle garante isolamento entre os circuitos de potência e controle, aumentando a segurança e a robustez da operação.

Figura 3 – Circuito de controle responsável pelo acionamento automático dos capacitores.



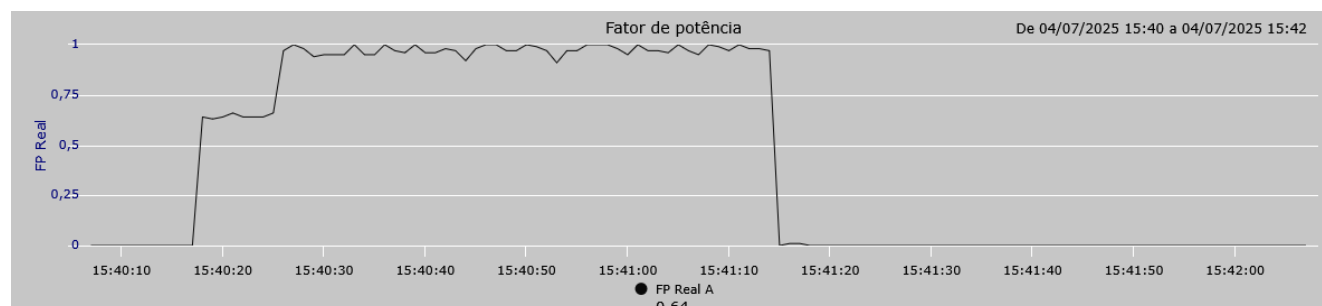
Após a montagem do sistema e a validação preliminar do funcionamento do algoritmo de correção do fator de potência, foram realizados ensaios práticos com diferentes condições de carga. Durante esses testes, foi utilizado um analisador de qualidade de energia para registrar os principais parâmetros elétricos do sistema.

Um dos ensaios foi realizado utilizando o Motor 1 (potência de 0,18 kW, tensão 110/220, corrente 5 A, fator de potência de 0,80, rendimento de 73%, 3520 rpm e frequência de 60 Hz). Por se tratar de uma carga com demanda reativa moderada, espera-se que a atuação do banco de capacitores seja perceptível, ainda que com menor intensidade.

A Figura 4 apresenta o comportamento do fator de potência durante o ensaio do motor 1, pode ser visto a atuação eficaz do sistema de correção. No momento em que o motor é acionado, o FP se mantém na faixa de 0,6, o que caracteriza uma condição de baixa eficiência energética devido à elevada presença de potência reativa. Após a ativação do banco de capacitores, observa-se uma elevação rápida do fator de potência para valores próximos de 0,98. Essa resposta indica que o sistema foi capaz de compensar adequadamente a potência

reativa da carga, promovendo um melhor aproveitamento da energia elétrica disponível e alinhando o FP aos níveis recomendados pelas concessionárias.

Figura 4 – Comportamento do fator de potência durante o ensaio do motor 1



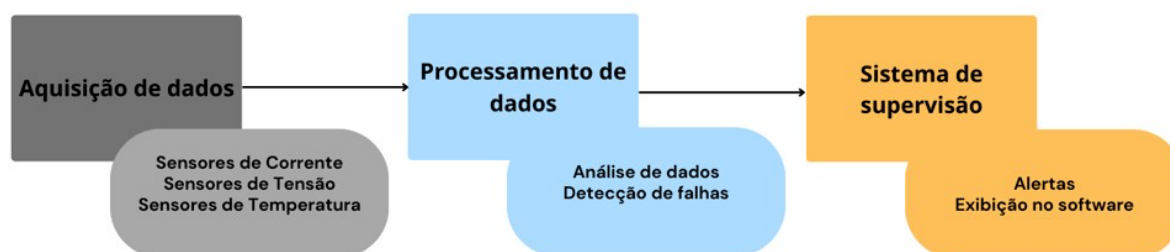
Após a validação do primeiro protótipo é apresentado o segundo projeto desenvolvido no semestre.

4 PROJETO INTEGRADOR - INTERFACE

O objetivo do segundo projeto integrador é o desenvolvimento de uma interface capaz de apresentar relatórios detalhados sobre a condição operacional de máquinas rotativas, além de criar um software de análise voltado para a aquisição e interpretação de dados de forma eficaz. O software será projetado para coletar, processar e analisar os dados operacionais, integrando-se à interface para fornecer informações claras e acessíveis, facilitando a tomada de decisões e o monitoramento das máquinas.

A metodologia proposta é estruturada em três etapas principais para garantir uma análise eficaz das falhas em sistemas rotativos e/ou motores, conforme o fluxograma da Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma da proposta de metodologia.



Fonte: Próprio autor.

Conforme Figura 5, o fluxograma está dividido em três etapas: aquisição de dados, processamento de dados e interface.

4.1 Aquisição de dados

A aquisição de dados será realizada por meio de uma plataforma que integrará sensores de tensão, corrente, vibração e temperatura ao microcontrolador, permitindo a coleta das informações necessárias para o monitoramento das máquinas. Essa plataforma será composta pelos seguintes componentes, três sensores de corrente ACS712, um sensor de temperatura MAX6675, três sensores de tensão ZMPT101B, um sensor de vibração ADXL345 (acelerômetro) e um microcontrolador ESP32, responsável pelo gerenciamento dos sensores

de tensão, corrente, temperatura e vibração. A partir das medições extraídas da plataforma descrita, será possível realizar todas as análises necessárias e o processamento dos dados.

4.2 Processamento de dados

O processamento dos dados é uma etapa crucial neste trabalho para o monitoramento eficiente das máquinas rotativas. Após a coleta pelos sensores, os dados brutos precisam ser processados para extrair informações. Essa análise permite identificar padrões, detectar anomalias e diagnosticar possíveis falhas antes que estas comprometam o desempenho ou causem paradas inesperadas.

O processamento dos dados coletados pelos sensores será realizado de forma centralizada pelo microcontrolador Arduino UNO, sua programação será realizada na sua própria IDE, a Arduino IDE. Os sensores enviam um sinal digital para as entradas AD do Arduino UNO quando detectam alguma variação em seus parâmetros, um código é configurado para ler esse sinal, em seguida, algoritmos específicos serão implementados para analisar os dados de corrente, tensão, vibração e temperatura, identificando padrões e anomalias que possam indicar falhas ou desvios no funcionamento das máquinas. Os dados processados serão então transmitidos para a interface do software Serial Com Port.

4.3 Apresentação dos dados

Após o processamento realizado pelo Arduino UNO, os dados referentes à corrente, tensão e temperatura serão apresentados no software Serial Com Port. Esse software, foi configurado para interagir diretamente com o microcontrolador exibindo as informações coletadas em uma interface intuitiva, garantindo praticidade e acessibilidade na interpretação dos resultados.

Na interface do Serial Com Port, os valores dos sensores serão apresentados em tempo real por meio de gráficos, indicadores numéricos, organizados para destacar as condições operacionais de cada parâmetro monitorado. Alertas visuais serão configurados para notificar o usuário em casos de falhas ou desvios detectados, facilitando ações rápidas e eficazes.

Desse modo, com a metodologia devidamente estruturada e as etapas de aquisição, processamento e apresentação dos dados claramente definidas, o projeto pôde avançar para a fase de implementação. Esta etapa visa materializar o que foi projetado conceitualmente, integrando os sensores ao microcontrolador, desenvolvendo o código responsável pelo tratamento dos sinais coletados e estabelecendo a comunicação com o sistema supervisor. Dessa forma, a implementação garante que o sistema opere conforme o planejado, validando o modelo proposto e possibilitando a avaliação prática do desempenho da solução desenvolvida.

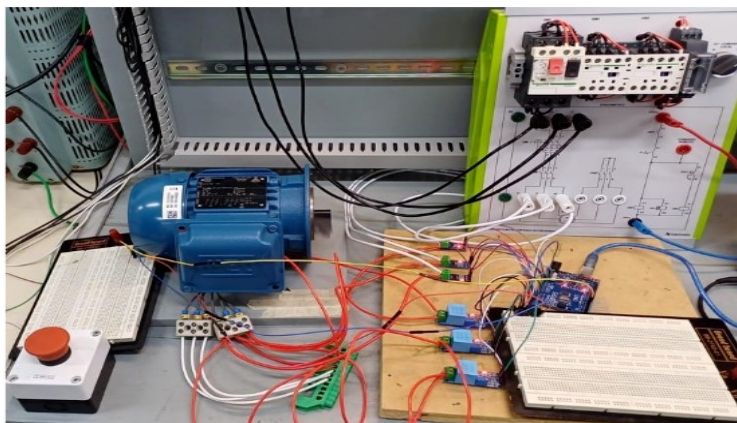
4.4 Implementação e resultados

Na etapa de implementação do microcontrolador, foram desenvolvidos tanto o hardware, com a integração dos sensores responsáveis pela coleta das variáveis, quanto o software para programação do dispositivo.

Para integrar os sensores de tensão, corrente e temperatura ao Arduino, foram utilizados: uma alimentação de 5V, um GND, quatro portas analógicas e dois pinos digitais.

Logo o posicionamento de cada sensor foi cuidadosamente definido. O sensor de temperatura foi instalado externamente, mas próximo ao motor, para captar com precisão o calor gerado internamente. Já os sensores de corrente e tensão foram alocados junto aos terminais de alimentação, assegurando a medição adequada dos parâmetros elétricos. A Figura 6 ilustra o protótipo com as conexões e o posicionamento dos sensores.

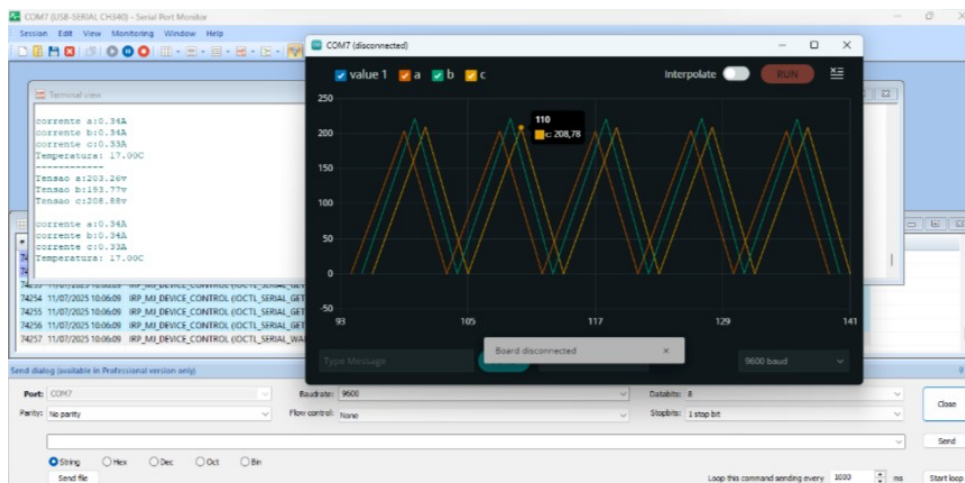
Figura 6 – Protótipo do projeto.



Fonte: Próprio autor

Com o protótipo já desenvolvido, passa-se a apresentação do sistema supervisorio, responsável por consolidar e exibir as informações coletadas pelo monitoramento. O sistema supervisorio foi desenvolvido utilizando o software Serial Com Port, uma ferramenta especializada na análise do tráfego das portas seriais. Esse software tem como principal função capturar, interpretar e registrar os dados transmitidos pelo Arduino por meio da comunicação serial. Além de compilar as informações recebidas, o Serial Com Port armazena esses dados em um banco de dados interno, permitindo consultas posteriores. O software também possibilita a geração de relatórios em formatos específicos, abrangendo períodos selecionados, o que facilita a análise histórica dos parâmetros monitorados. Além disso, disponibiliza uma interface que exibe em tempo real os valores coletados conforme mostra a Figura 7, assim garantindo o acompanhamento instantâneo do processo e a rastreabilidade das informações.

Figura 7 – Interface do supervisorio.



Fonte: Próprio autor

Os resultados obtidos indicam que o sistema apresentou ganhos muito próximos dos valores esperados quando comparado a métodos convencionais de medição.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou dois Projetos Integradores do primeiro semestre de 2025 com aplicação prática na indústria. A disciplina de Projeto Integrador II-B do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul, tem como objetivo pesquisar, estudar e planejar projetos que integram as disciplinas ofertadas até o sexto semestre do curso, aplicando conteúdos de diferentes áreas da Engenharia Elétrica.

A implementação desses dois projetos na disciplina de Projeto Integrador II-B demonstra um impacto potencial significativo na sociedade, indo além dos ganhos técnicos e operacionais. O sistema automatizado de correção do fator de potência, ao otimizar a eficiência energética e reduzir as perdas elétricas em instalações industriais, não apenas diminui os custos operacionais para as empresas, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental por meio do uso mais racional da energia. Isso se traduz em um menor consumo de recursos e uma pegada de carbono reduzida, beneficiando toda a comunidade ao promover um desenvolvimento industrial mais consciente e responsável.

Paralelamente, o sistema de detecção preventiva de falhas em máquinas rotativas oferece uma solução proativa para a manutenção industrial. Ao prever e evitar falhas, o projeto minimiza paradas não programadas e prolonga a vida útil dos equipamentos, resultando em maior produtividade e redução de desperdícios. A diminuição da necessidade de reparos emergenciais e a otimização da vida útil das máquinas não só impactam positivamente a economia das indústrias, mas também contribuem para um ambiente de trabalho mais seguro e estável.

Em um contexto de ensino, as habilidades desenvolvidas pelos estudantes, como análise de dados, eficiência energética, manutenção preditiva e trabalho em equipe, preparam futuros engenheiros para desafios contemporâneos, fomentando a inovação e o desenvolvimento de soluções com propósito social e inter-relacionados no mundo real. Dessa forma, os projetos não só aprimoram a infraestrutura industrial, mas também promovem a formação de engenheiros com capacidade de resolução de problemas complexos

REFERÊNCIAS

ALVES, Kliver Barboza. *Projeto de um conversor digital-analógico (DAC) tipo current steering*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/32856>. Acesso em: 21 maio 2025.

CAUÃ, V.; RODRIGUES, Ê. F.; GARO, R. Segurança de processos industriais: proposta de formulário de gerenciamento de mudanças. *South American Development Society Journal*, v. 10, n. 30, p. 229–241, 2024. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/734>.

GIODA, A.; AQUINO NETO, F. R. Considerações sobre estudos de ambientes industriais e não industriais no Brasil: qualidade do ar em ambientes fechados e saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 5, p. 1389–1397, set./out. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/7RJnMJHJkzD6FZyhpNdR8jC/?lang=pt>.

RAPHAEL, S. Estudo de caso sobre a importância da manutenção preventiva no trator New Holland T7 260. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Sagrado Coração – UNISAGRADO, Bauru, 2023. Disponível

em: <https://repositorio.unisagrado.edu.br/jspui/handle/handle/4152>. Acesso em: 16 de dezembro de 2024.

SANTOS, Laura Lisiane Callai dos; GABBI, Thieli Smidt; LUZ, Paulo César Vargas; TISCHER, Celso Becker; NETO, Nelson Knak; KOCH, Gustavo Guilherme. A importância de projetos integradores na formação de engenheiros eletricitas: uma abordagem interdisciplinar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 2023, Vitória, Espírito do Santos.: Abenge, 2023. Disponível em: https://www.abenge.org.br/sisartigoacomcapa.php/?cod_trab=5038. Acesso em: 21 maio 2025.

TREIN, Régis Renan. *Monitoramento e previsão de falhas de motores elétricos através de sistemas microcontrolados*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, Cachoeira do Sul, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14825/discover?query=regis+renan&submit=>. Acesso em: 21 maio 2025.

DEVELOPMENT OF INTEGRATIVE PROJECTS IN THE ELECTRICAL ENGINEERING PROGRAM WITH INDUSTRIAL APPLICATION

Abstract: *The course Integrative Project II-A in the Electrical Engineering program at the Federal University of Santa Maria, Cachoeira do Sul campus, aims to research, study, and design a project that integrates subjects taught up to the sixth semester of the program, applying knowledge from various areas of Electrical Engineering. This course is part of the “Knowledge Consolidation” track and contributes significantly to the development of technical, socio-environmental, entrepreneurial, and innovation-related skills. As part of its extension purpose, the course includes 30 hours of community-oriented activities, either through educational initiatives or through projects that demonstrate how societal challenges can be addressed with engineering solutions. In the second semester of 2024, two project proposals were developed. The first involves the creation of an automated capacitor bank system for power factor correction in medium-voltage electrical installations, aiming to enhance energy efficiency and reduce electrical losses. The second project consists of a preventive fault detection system for industrial machinery, based on data collected from voltage, current, temperature, and vibration sensors. This system seeks to improve operational reliability and extend equipment lifespan through early detection of potential issues. Both projects will be applied in the same industrial environment, which highlights the importance of an integrated approach to solving real-world, interrelated challenges. These initiatives also provide benefits to the community and promote a competency-based academic education. The skills developed include data analysis, energy efficiency, predictive maintenance, and teamwork, fostering innovation and addressing real industrial and social demands.*

Keywords: Preventive Maintenance; Power Factor Correction; Industrial Automation; Electrical Engineering Education; Energy Efficiency; Fault Detection; Interdisciplinary Projects.

