

CONTROLE DE NÍVEL POR MEIO DE UM SENSOR CAPACITIVO PARA UMA CAIXA DE ARMAZENAMENTO DE IMPUREZAS DE UMA COOPERATIVA NA CIDADE DE GUARAPUAVA - PARANÁ

MACHADO, Emerson de Barros¹

CAMPOS, Thiago Prado de²

RESUMO: O presente trabalho consiste na apresentação de uma adequação no controle de nível em uma caixa de armazenamento de impureza, no local onde é feito o estoque de resíduos que são separados dos grãos pela máquina de limpeza. Após separados, os resíduos são movimentados através de um elevador e uma rosca até a caixa para serem armazenados. O projeto busca realizar o monitoramento do nível através de um sensor do tipo capacitivo instalado ao lado da rosca que fica na parte superior da caixa. O sensor realiza o controle do nível, impedindo que a caixa transborde e as impurezas retornem para a rosca, evitando danos ao motor e sujeiras no local. No momento em que o limite do nível for alcançado, o sensor será acionado e em seguida ocorrerá o acionamento do alarme indicando que a caixa já excedeu o seu limite máximo, assim os operadores irão realizar o esvaziamento através de aberturas das gavetas manualmente, os resíduos cairão na caçamba de um caminhão para destinar corretamente o material. A execução desse projeto auxiliará o fluxo de trabalho dos colaboradores, evitando perda de mão de obra com limpeza das sujeiras que retornam pela rosca e ajudará também na vida útil do equipamento, impedindo gastos com manutenções.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento de impurezas, Controle de nível, Sensor capacitivo.

ABSTRACT: The present work consists in the presentation of an adequacy in the level control in an impurity storage box, in the place where the stock of residues that are separated from the grains by the cleaning machine is made. After being separated, the waste is moved through an elevator and a screw to the box to be stored. The project seeks to monitor the level through a capacitive type sensor installed next to the thread that is in the upper part of the box. The sensor performs level control, preventing the box from overflowing and impurities returning to the thread, preventing damage to the engine and dirt on site. When the level limit is reached, the sensor will be activated and then the alarm will be triggered, indicating that the box has already exceeded its maximum limit, so the operators will manually empty the waste through openings in the drawers. will fall into the bucket of a truck to properly dispose of the material. The execution of this project will help the employees' work flow, avoiding loss of labor with cleaning the dirt that returns through the screw and will also help in the useful life of the equipment, preventing expenses with maintenance.

KEYWORDS: Storage of impurities, Level control, Capacitive sensor.

¹Graduando de Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
eng-emersondebarros@camporeal.edu.br

²Graduado em Engenharia Elétrica pela UTFPR. Especialista em Docência pelo Centro Universitário Campo Real. Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade São Braz. Mestrando em Administração pela Unicentro.
prof_thiagocampos@camporeal.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O aumento na produção de sementes fez com que as empresas agroindustriais procurassem se modernizar para atender a grande demanda de recebimento de sementes, e sendo assim, a modernização no processo agroindustrial se fez necessário para que as cooperativas pudessem operar seus maquinários sem interrupções por falha de equipamentos ou por falta de controle dos trabalhadores ao manuseio de máquinas, vindo a ocasionar perdas na produção por realizar retrabalhos ou até mesmo paralisando o processo por ocorrer defeitos em outros mecanismos.

Desta forma um dos principais componentes que auxilia no monitoramento e proteção das máquinas industriais, são os sensores que dependendo da forma que são instalados podem substituir a mão de obra dos operadores e controlando equipamentos automaticamente, podendo auxiliar também no monitoramento da produção.

O termo sensor é empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia, que pode ser luminosa, térmica ou cinética, com o objetivo de relacionar informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, entre outras (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2020).

Dentro das indústrias cooperativistas, um dos setores que necessitam da utilização dos sensores de níveis são os de armazenamento, onde os silos, caixas e os compartimentos que fazem os estoques dos grãos e também das impurezas que são separados das sementes. Em processos industriais ou comerciais, os sensores de posição são utilizados em várias aplicações em que a precisão e a sensibilidade do instrumento devem ser ajustadas em função do tipo de operação que é monitorado (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2020).

O tema abordado neste trabalho é sobre o controle de nível por meio de um sensor capacitivo para uma caixa de armazenamento de impureza. O objetivo do trabalho é realizar a instalação de um sensor e acompanhar o seu funcionamento, verificando através de teste a leitura do nível do produto dentro da caixa de impureza, e funcionamento do alarme de nível máximo, para notificar os operadores que o limite do recipiente chegou ao seu limite máximo e realizar o esvaziamento do compartimento de forma manual.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

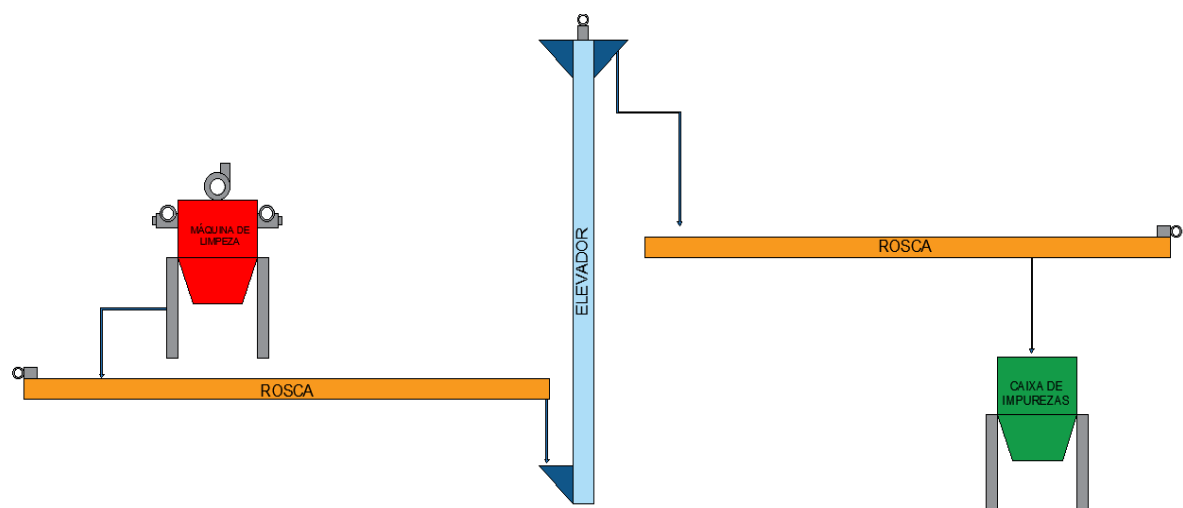
2.1 BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Após serem realizados o plantio e a colheita, as sementes chegam até as cooperativas para realizar o beneficiamento dos grãos, segundo Oliveira, Oliveira e Müller, (2021, p 180) “o beneficiamento de sementes consiste em uma sequência de etapas que gera um produto final: sementes de alta qualidade”.

O processo se inicia com o recebimento das sementes onde são descarregadas nas moegas, em seguida passa pela separação onde retira as impurezas dos grãos. A separação é a etapa responsável pela retirada das impurezas, como palha, torrões, sementes de outras espécies (incluindo plantas daninhas), insetos mortos, entre outros (OLIVEIRA; OLIVEIRA e MÜLLER, 2021).

Por fim, após finalizar todas essas etapas, as sementes são encaminhadas para o secador, para realizar a secagem e em seguida enviadas para o armazenamento dos silos, já as sujeiras são direcionadas para as caixas de impurezas onde ficam armazenadas. O fluxograma na Figura 1 mostra o processo de separação dos grãos das impurezas, e do armazenamento das impurezas.

Figura 1 – Fluxo de separação e armazenamento de impurezas.



FONTE: O autor (2022)

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE SEPARAÇÃO DAS IMPUREZAS

A partir do momento em que as sementes chegam até a máquina de limpeza é realizado o processo de separação das impurezas, a Figura 2 mostra um exemplo de uma máquina de limpeza, que após efetuar a separação dos grãos são encaminhados para os secadores e em seguida para os silos, já as sujeiras são destinadas para as caixas de armazenamento de impureza, através de uma rosca e um elevador.

Figura 2 – Máquina de limpeza.



FONTE: O autor (2022)

Na Figura 3 é mostrado um exemplo de um elevador e na Figura 4 ilustra um modelo de uma rosca, equipamentos que são utilizados para realizar a movimentação das impurezas até a caixa, local onde realizado o armazenamento das sujeiras.

Figura 3 – Elevador de impurezas.



FONTE: O autor (2022)

Figura 4 – Rosca de impurezas.



FONTE: O autor (2022)

Na Figura 5 é mostrado o formato da caixa de armazenamento de impureza, compartimentos onde ficam alocadas todas as impurezas que chegam da máquina de limpeza através das roscas e elevadores. O veículo fica na parte de baixo da caixa, que ao chegar no seu limite máximo suportado é esvaziado manualmente pelos colaboradores.

Figura 5 – Caixa de armazenamento de impurezas



FONTE: O autor (2022)

2.3 UTILIZAÇÃO DO SENSOR CAPACITIVO PARA CONTROLE DO NÍVEL NO ARMAZENAMENTO DE IMPUREZAS

Os sensores de controle de processo na fabricação irão desempenhar um papel significativo na melhoria da produtividade, qualitativa e quantitativamente, ao longo das próximas décadas. Os principais parâmetros a serem medidos e controlados em instalações industriais são temperatura, deslocamento, força, pressão, nível de fluído e fluxo. Além disso, os detectores de vazamento de gases e óleos explosivos ou combustíveis são importantes para a prevenção de acidentes (SOLOMAN, 2012).

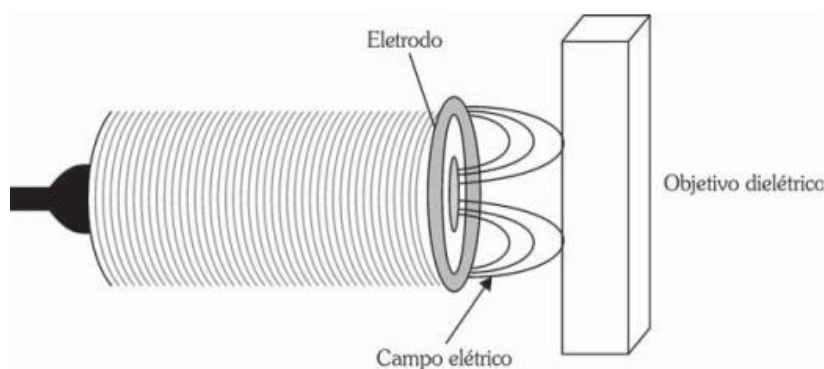
Segundo Dunn (1976), o sensor é um dispositivo físico que detecta um sinal de grandeza. Este quando submetido à ação de algum parâmetro físico, apresenta em sua saída uma característica elétrica equivalente e proporcional ao parâmetro detectado (FUJISAWA; SARAIVA e MENEZES, 2022).

Segundo Capelli (2013, p. 148), “o princípio de funcionamento do sensor capacitivo baseia-se na geração de um campo elétrico desenvolvido por um oscilador controlado por capacitor”.

Sensores capacitivos detectam tanto materiais metálicos quanto não metálicos como: óleo, água, grãos, etanol, farinha, entre outros. Materiais com constantes dielétricas maiores são mais fáceis de detectar do que materiais com constantes dielétricas menores. (BRITO, 2019).

A Figura 6 mostra o que acontece quando um objeto se aproxima da face ativa do sensor, ele entra no campo elétrico sob a superfície do eletrodo e causa uma mudança na capacitância do conjunto, ocorrendo uma oscilação com uma amplitude tal que seja detectada por um circuito e convertida em um comando de chaveamento (CAPELLI, 2013).

Figura 6 – Esquema de funcionamento do sensor capacitivo

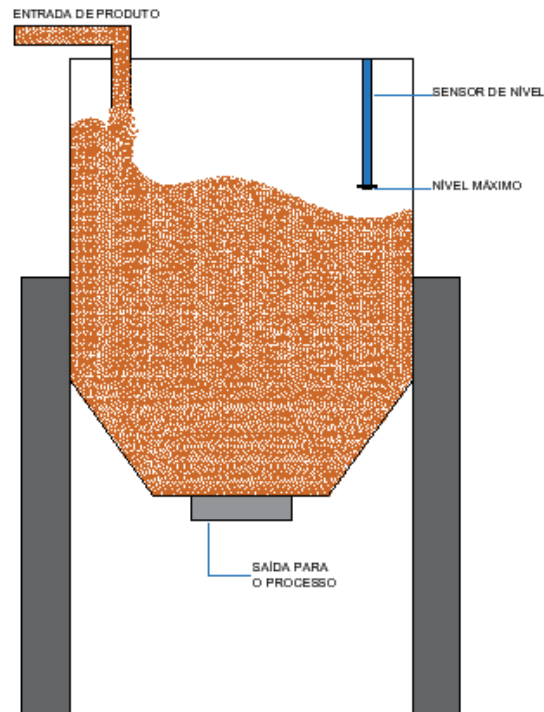


FONTE: CAPELLI (2020)

Os sensores de nível são utilizados para o controle de líquidos ou grãos sólidos, contidos em reservatórios, silos, tanques abertos, tanques pressurizados na indústria. São úteis na detecção de um nível fixo (chave de nível – alarma ou sinaliza, quando atinge um determinado ponto) e na medição contínua (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2020).

A Figura 7 mostra a posição do sensor de nível na parte interna da caixa.

Figura 7 – Posicionamento do sensor de nível



FONTE: O autor (2022)

3 METODOLOGIA

Este tipo de estudo é uma pesquisa aplicada, onde foi identificado a causa raiz do problema, através disso foi desenvolvido uma análise para tentar desenvolver a solução do problema onde houvesse um controle para evitar o transbordo da caixa de impureza.

A pesquisa aplicada concentra-se em torno dos problemas presentes nas atividades das instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Ela está empenhada na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções. Responde a uma demanda formulada por “clientes, atores sociais ou instituições” (Thiollent, 2009, p.36), (FLEURY e WERLANG, 2016).

Podemos dizer também que o projeto se molda em uma pesquisa quantitativa, visto que através dos resultados obtidos após a implementação do sensor de nível, podemos obter valores através do sistema de dados da empresa, onde é possível

rastrear as falhas do equipamento que é afetado pelo transbordamento da caixa, podendo assim realizar uma comparação de parada dos maquinários antes e depois da implementação do projeto.

Nas Figuras 8 e 9 é mostrado o equipamento todo coberto de sujeiras ocasionado pelo transbordo da caixa. Partindo dessas dificuldades, foi organizado uma análise da situação com os colaboradores da área, para expor ideias e assim podendo verificar a causa raiz do problema. Através desta análise foi possível diagnosticar algumas falhas no processo de armazenamento das impurezas.

Figura 8 – Equipamento coberto por sujeiras ocasionado pelo transbordo.



FONTE: O autor (2022)

Figura 9 – Equipamento coberto por sujeiras ocasionado pelo transbordo.



FONTE: O autor (2022)

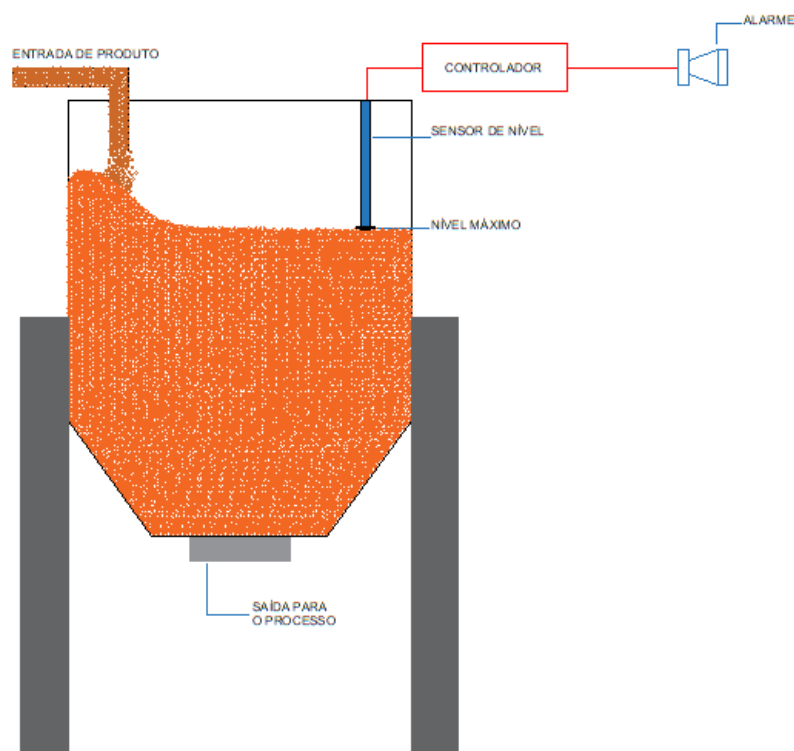
Uma dessas causas é a falha de operação dos colaboradores ao verificar o nível do compartimento, ocasionado pela alta demanda de atividades dos funcionários. Outro fator que contribuía com a falha no controle era o acesso até a parte superior da caixa, já que é necessário subir dois vãos de escadas para conseguir chegar até a parte superior e ter acesso ao alçapão para verificar a quantidade de sujeiras dentro do compartimento, com a soma de todos esses fatores o transbordo da caixa é praticamente evidente.

Além das dificuldades citadas anteriormente, outro problema que também foi levantado, foi a falta do sensor de nível, este que é um componente essencial para controlar o nível da caixa. Sem o sensor o volume de sujeiras dentro da caixa acaba aumentando gradualmente, sem os devidos cuidados dos colaboradores acarretando no transbordo da caixa.

Um dos tópicos que também foi debatido no diálogo foi a falta de um alarme, componente que é essencial para auxiliar no controle do nível, mas neste caso a implantação do alarme só é possível com a instalação do sensor de nível, onde o sensor funcionaria como um interruptor, no exato momento em que o material

chegasse ao nível máximo indicado, acionaria o sensor que em seguida ligaria o alarme sonoro, a Figura 10 demonstra o processo de acionamento do alarme de nível máximo da caixa de impureza.

Figura 10 – Processo de acionamento do alarme de nível máximo



FONTE: O autor (2022)

3.1 REGISTRO DE TRANSBORDO DA CAIXA

Através do sistema de abertura de ordem de serviço é possível realizar a consulta de ocorrências do transbordo da caixa, que é registrado através da parada da rosca, já que é necessário desligar e bloquear o equipamento para efetuar a limpeza no local ou realizar qualquer outro tipo de atividade. Por este motivo é necessário abrir uma ordem de serviço pelo sistema para que os técnicos da manutenção possam efetuar qualquer tipo de atividade nos equipamentos. Na Figura 11 é mostrado o relatório de parada do equipamento, onde é possível verificar que ocorreram 12 paradas durante 11 meses.

Figura 11 – Relatório de parada do equipamento

Exibir ordens PM: Lista ordens

Exibir ordens PM: Lista ordens

CenTra...	Ordem	Equipamento	Denominação do objeto técnico	A Revisão	Tp.	InícioBase	Texto breve
ELEG	17201536	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	10.10.2022	ROSCA 08
ELEG	17201606	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01		Rosca 08 transp impureza
ELEG	17199125	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	180225...	OA04 04.10.2022	PRT-17192354 SEALTUBO DANIFICADO
MECG	17193519	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA04	16.08.2022	rosca 8
LUBG	17176699	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	180225...	OA08 17.05.2022	LUB-TROCA_DE_ÓLEO_3 ANOS-180ROS04...
ELEG	17133174	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	180225...	OA04 10.05.2022	PRT 17129626 Vazamento de óleo no mot...
ELEG	17170708	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	16.03.2022	Rosca 08
ELEG	17146376	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	180225...	OA04 02.03.2022	PRT-17141959 SEALTUBO DANIFICADO
MECG	17167674	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	22.02.2022	Rosca 08
ELEG	17166313	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	11.02.2022	ROSCA 08
ELEG	17165558	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	04.02.2022	Rosca 8
ELEG	17161476	20008217	180ROS04A008 - ROSCA DE IMPUREZAS R-8	C	OA01	03.01.2022	ROSCA 08

FONTE: O autor (2022)

3.2 MELHORIAS ATRAVÉS DO KAIZEN

O Kaizen é umas das ferramentas que a cooperativa utiliza para incentivar seus colaboradores a buscarem maneiras de melhorar o processo da indústria, através desta ferramenta foi dado início no processo de melhoria da caixa de impurezas.

Kaizen é uma palavra japonesa para melhoria contínua. O Kaizen envolve todos os empregados de uma empresa, os quais se concentram nas melhorias de processo. O primeiro trecho da jornada de produção enxuta é confundido frequentemente com a produção enxuta em si, mas kaizen não significa produção enxuta. A produção enxuta trata de remover os desperdícios; o Kaizen trata de melhorias contínuas (ORTIZ, 2010).

Segundo Ortiz (2010), nas organizações baseadas no Kaizen, as melhorias dos processos envolvem todos, da liderança executiva até o trabalhador iniciante. Isso inclui a criação da ideia de melhoria, análise do processo, fases de preparação, implementação e treinamento. A filosofia do Kaizen não apenas encoraja os trabalhadores da produção a sugerirem melhorias, mas também estimula que o façam.

Através das informações retiradas do Kaizen, foi montado um fluxograma dos tópicos necessários para dar início a uma tratativa, como é representado na Figura 12.

Figura 12 – Representação do processo através do kaizen



FONTE: Adaptação do documento da empresa (2022)

Com base nos dados coletados através do fluxograma representado anteriormente, foi dado início na tratativa da falha. Partindo das premissas do kaizen, foi analisado os motivos para que houvesse o início da execução de uma melhoria na caixa de impureza, com isso foi analisado os seguintes passos:

- A execução do projeto auxiliará o fluxo de trabalho dos operadores evitando perda de mão de obra com limpeza das sujeiras que retornam pela rosca e ajudará também na vida útil do equipamento, impedindo gastos com manutenções.
- Caixa de impureza encontra-se sem sensor de nível e sem o alarme sonoro, facilitando o transbordo da caixa e fazendo com que a sujeira retorne pela rosca, ocasionando sujeira no local e embuchamento na rosca.
- Será implantado um sensor de nível ao lado da rosca que fica na parte superior da caixa, onde será realizado o controle de nível. Quando a caixa exceder o limite indicado acionará um alarme avisando os operadores, logo depois irão realizar o procedimento para esvaziar a caixa.
- Implantação do sensor de nível busca reduzir os retrabalhos dos operadores com a limpeza da rosca, além de melhorar o processo do fluxo que é parado por conta do motor do equipamento, que acaba parando por conta dos

entupimentos, auxiliará também para reduzir os custos de manutenção do motor.

3.3 ESCOLHA DO SENSOR

Atualmente a caixa de impureza encontra-se sem o controle de nível e para que haja uma confiança na leitura do nível da caixa, é indispensável que o modelo do sensor seja adequado para o tipo de leitura do material. A escolha do sensor de nível se deu em consideração ao fato da parte interna da caixa ter uma grande quantidade de poeira, o que poderia ocasionar o acionamento do sensor antes mesmo das impurezas chegarem até o limite estabelecido.

O modelo escolhido foi o sensor capacitivo KI0024 como é ilustrado na Figura 13, sua aplicação é indicada para detectar líquidos ou matérias sólidas até mesmo através de paredes não metálicas dos reservatórios, podendo ajustar sua sensibilidade para obter melhor resultado dependendo para qual tipo de material se deseja aplicar (IFM, 2022).

Figura 13 – Sensor capacitivo ki0024



FONTE: O autor (2022)

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que fosse possível ser iniciado o projeto de monitoramento da caixa de impurezas, foi necessário ir até o campo da indústria para realizar um estudo no local a ser implantado a tratativa, em cima disso foi analisado os pontos onde as impurezas

ficam mais concentradas, facilitando o retorno da sujeira pela rosca. A partir desta avaliação foi decidido a posição mais adequada para que o sensor fosse instalado.

O local onde o sensor está posicionado, fica localizado na parte superior da caixa, ao lado da rosca, para que fosse possível realizar a instalação, foi necessário fazer uma abertura no piso da caixa, assim dando condição para posicionar o sensor na parte interna do compartimento.

A fim de auxiliar a fixação do sensor dentro da caixa, foi necessário realizar a montagem de um suporte com o comprimento de um metro da base do suporte até a parte final onde o sensor foi fixado, como é ilustrado na Figura 14, desta forma, o sensor ficou suspenso dentro da caixa apoiado pela peça fabricada.

Na base do suporte foi acoplado um conjunto de tomada steck, onde também podemos visualizar na Figura 14, a instalação da tomada auxiliara o técnico no momento em que ele irá realizar a manutenção no sensor caso ocorra uma possível falha.

Figura 14 – Suporte de fixação do sensor de nível

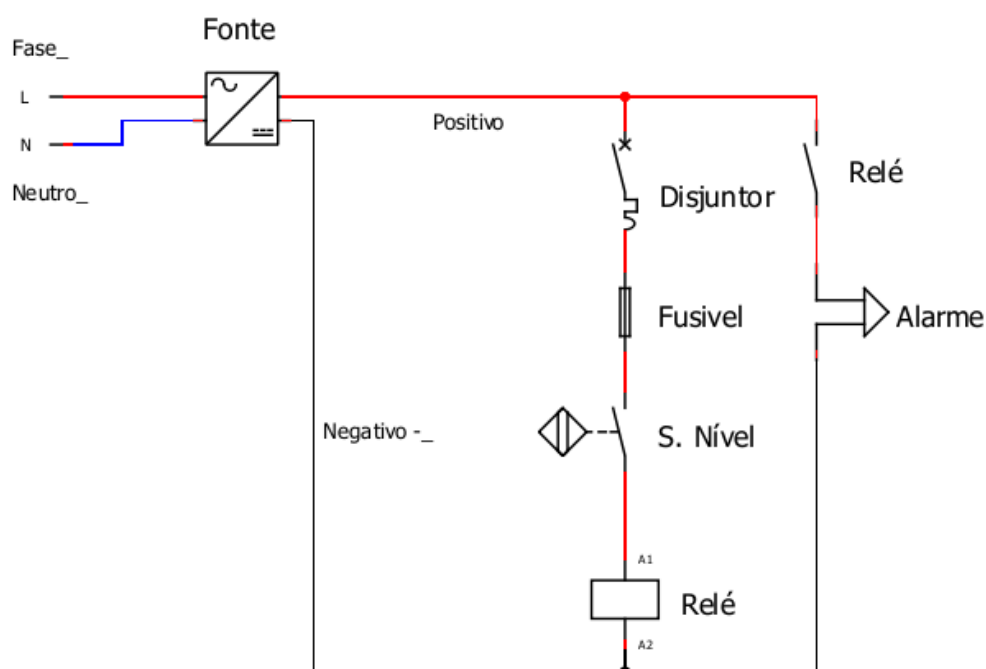


FONTE: O autor (2022)

4.1 LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DO COMANDO

A lógica do comando é fazer com que o sensor capacitivo ative e acione um alarme quando as impurezas atingirem o nível máximo da caixa, assim o operador irá perceber o alarme tocando e terá tempo hábil para esvaziar a caixa, com este intuito, um diagrama foi planejado para que atendesse a estes requisitos, como é mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Diagrama de acionamento do alarme de nível máximo



FONTE: O autor (2022)

O circuito de comando é alimentado com uma tensão de 24V, através do disjuntor geral de 2A que direciona um sinal positivo que passa por uma proteção composto por um fusível de vidro de 1A, caso ocorra um curto circuito no comando ou uma outra forma anomalia que prejudique os componentes elétricos, o fusível irá realizar a proteção do comando.

Logo após o sinal positivo é direcionado até o sensor que fica na parte interna da caixa de impureza, que ao ser acionado fecha seu contato aberto e encaminha um sinal positivo onde irá acionar um relé de interface alocado na remota, fechando seu contato e dando condição para que o alarme de nível máximo da caixa seja acionado.

4.2 MONTAGEM DO PROTÓTIPO PARA EXEMPLIFICAR O FUNCIONAMENTO DO CONTROLE DE NÍVEL DA CAIXA

Para exemplificar o funcionamento do controle de nível da caixa, foi desenvolvido um protótipo que simula uma situação parecida com a parte interna da caixa. Neste teste foi possível verificar a utilização das tomadas steck no comando de

acionamento do sensor e que obteve um ponto positivo na utilização, também é possível analisar que o ajuste de sensibilidade do sensor está compatível com o tipo de material colocado em teste e que mesmo com a quantidade de poeira dispersa no ar, não foi o suficiente para ocasionar o acionamento do sensor, somente vindo a acionar quando realmente o nível máximo for alcançado.

Caso o sensor viesse a acionar com o acúmulo de poeira mesmo não chegando ao seu nível máximo, se faz necessário realizar o ajuste da sensibilidade do sensor que fica posicionado na parte frontal do componente. As Figuras 16, 17, 18, 19 e 20 mostram a sequência do desenvolvimento do teste realizado com protótipo em bancada.

Figura 16 - Teste de acionamento do sensor de nível.



FONTE: O autor (2022)

Figura 17 - Teste de acionamento do sensor de nível.



FONTE: O autor (2022)

Figura 18 - Teste de acionamento do sensor de nível.



FONTE: O autor (2022)

Figura 19 - Teste de acionamento do sensor de nível.



FONTE: O autor (2022)

Figura 20 – Sensor acionado



FONTE: O autor (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de acabar com os transbordamentos na caixa de impureza, foi estudado um sistema de controle de nível. A partir disso foi realizado um levantamento das causas que contribuíam com os transbordos, a partir dos dados coletados foi realizado as tratativas cabíveis para melhorar o processo.

Durante o processo de realização do projeto, foram encontrados algumas dificuldades e contratempos, o que não foi possível realizar as análises de transbordo da caixa e impedindo de mostrar as comparações necessárias para comprovar que o projeto se faz necessário para o monitoramento do nível da caixa. Um dos motivos que dificultou o andamento das atividades e que resultou no atraso para concluir o projeto foi a liberação da área, já que a empresa trabalha com o sistema de NR12(2019), onde todos os acessos dos equipamentos estão bloqueados com portões de segurança impedindo o acesso.

Caso um desses portões fosse aberto ocorre a parada do fluxo e parando todos os equipamentos que podem estar carregados com produtos podendo ocasionar transtornos e atrasando o processo de transferência e armazenamento das sementes. Outro fator que também implicou para o atraso foi a demora da compra de alguns materiais, mesmo tendo reutilizado a maior parte desses materiais.

Tendo em vista que poderia ocorrer o atraso para concluir o projeto no tempo estimado, foi idealizado um protótipo em bancada para simular o funcionamento do controle de nível dentro da caixa. Nesta simulação o protótipo tem o motivo de esclarecer de forma mais simplificada o processo de monitoramento, já que é possível visualizar a forma em que o sensor realiza o controle de nível.

No protótipo foi instalado um sensor de nível apoiado a um suporte, parecido com o que será instalado na caixa. Por meio de uma tubulação foi inserido as impurezas dentro do vasilhame, no momento em que as impurezas caem até o recipiente é formado o acúmulo de poeiras semelhante ao que ocorre na parte interna do compartimento, mesmo com o acúmulo de poeiras não ocorre o acionamento do sensor, vindo a acionar no momento em que as impurezas se aproximam do sensor.

Após realizar testes com o protótipo e analisado a sua funcionalidade através do experimento, podemos deduzir que o sensor capacitivo KI0024 pode vir a contribuir para o monitoramento do nível da caixa, podendo também abrir novos caminhos para a automatização, sendo possível implementar acionamentos automáticos nas gavetas

por meio de pistões pneumáticos, eliminando o trabalho do operador de abrir as gavetas manualmente e assim contribuindo com o fluxo do trabalho.

Com a implementação do sensor nível pode vir a trazer grandes resultados para o processo, dando mais agilidade e flexibilidade nas atividades realizadas pelos colaboradores no esvaziamento da caixa.

É possível analisar também que o investimento colocado no projeto não só traz ganhos financeiros por reutilizar grande parte de materiais onde estavam sem utilização que pode vir a danificar com o tempo, mais também ganha com a redução de retrabalhos dos colaboradores e com a diminuição das manutenções nos maquinários, também aumenta a confiabilidade no controle de esvaziamento da caixa, e permite ter mais segurança no ambiente de trabalho.

Com a implementação do projeto fica evidente que um possível investimento na instalação do sensor para realizar o controle do nível na caixa é investir em eficiência, segurança e confiabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga D. **Sensores industriais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533247/>. Acesso em: 22 set. 2022.

BRITO, Fábio. **Sensores e atuadores 1ª edição**. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531953/>. Acesso em: 26 set. 2022.

FUJISAWA, Cassio H.; SARAIVA, Eduardo S.; MENEZES, Ana C A.; et al. **Instrumentação e Automação Industrial**. Porto Alegre: Grupo A, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902081/>. Acesso em: 26 set. 2022.

SOLOMAN, Sabrie. **Sensores e Sistemas de Controle na Indústria**, 2ª edição. Barueri: Grupo GEN, 2012. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2807-1/>. Acesso em: 26 set. 2022.

OLIVEIRA, Carolina Rossi D.; OLIVEIRA, Carina Oliveira E.; MÜLLER, Francihele C.; et al. **Produção e Tecnologia de Sementes**. Porto Alegre: Grupo A, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556901671/>. Acesso em: 03 out. 2022.

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial - Controle de Movimento e Processos Contínuos**. São Paulo: Editora Saraiva, 2013. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519616/>. Acesso em: 30 set. 2022.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Porto Alegre: Grupo A, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577807390/>. Acesso em: 18 out. 2022.

IFM electronic Ltda. **Sensores Capacitivos por Aplicação – Visão geral da tecnologia**. São Paulo, [2022]. Disponível em: <https://www.ifm.com.br/pt/shared/technologien/kapazitiv/visao-geral-da-tecnologia.>> Acesso em: 03 nov. 2022.

SAP System Analysis Program Development. **O que é SAP?** [2022]. Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/about/company/what-is-sap.html.>> Acesso em: 03 nov. 2022.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sergio R.C. **Pesquisa de Aplicada: Conceitos e Abordagens**. São Paulo, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/emers/Downloads/admin,+72796-150873-1-CE.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2022.

Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora nº 12 (NR – 12).**
Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-12-nr-12> > Acesso em: 06 dez. 2022.