IDENTIFICAÇÃO DE FALHA E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIA NA MALHA DE VAZÃO DE DIÓXIDO DE CLORO PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

FAILURE IDENTIFICATION AND IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENT IN THE CHLORINE DIOXIDE FLOW MESH FORPULP PRODUCTION

Autor: Rodrigo Afonso Ruas[1]

Coautor: José Camilo Barbosa[2]

https://doi.org/10.47820/recima21.v2i10.918

Resumo: Este trabalho tem por finalidade apresentar resultados de um projeto de melhoria desenvolvido em uma indústria do segmento de papel e celulose da região de Ribeirão Preto, a fim de solucionar problemas na última fase do processo de fabricação chamada de branqueamento. Oobjeto de estudo tem como foco a malha de controle de vazão de dióxido de cloro, utilizada para a produção de celulose, na qual foi constatado desempenho não esperado de vazão da substância. O dióxido de cloro é utilizado no processo de branqueamento da celulose e deve ser dosado de maneira precisa, para uma boa qualidade do produto final. Para atingir o objetivo explanado, inicialmente foram abordados conceitos teóricos do processo, em seguida uma análise dos instrumentos como medidor de vazão magnético e válvula de controle, programas de computadores utilizados para avaliação e estudo das malhas críticas. Para a análise do problema foi utilizada a metodologia DMAIC, durante o estudo e práticas em campo foi constatado que todos os instrumentos da malha encontravam-se em regular funcionamento, porém havia uma variação no controle de vazão do dióxido de cloro, afetando o produto final, a celulose. Após o estudo foi concluído que a curva da tubulação estava influenciando na indicação do medidor de vazão, gerando bolhas no fluxo do composto químico e interferindo no principio de medição. Realizada mudança da curva da tubulação, houve melhora na passagem da substância, e a malha de controle de vazão de dióxido de cloro operou em níveis de qualidade aceitáveis pela empresa.

Palavras-chave: Branqueamento. Celulose. Dióxido de cloro. Malha de controle. Medidor vazão

[1] Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail:uniaramail2@uniara.com.br

[2] José Camilo Barbosa Docente Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Araraquara-UNIARA. Araraquara-SP.E-mail: jcbarbosa@ uniara.edu.br

abstract: This work aims to present the results of an improvement project developed in an industry of the pulp and paper segment in the region, in order to solve problems in the last phase of the manufacturing process called bleaching. The object of study focuses on the chlorine dioxide flow control mesh, used for the production of cellulose, in which an unexpected flow performance of the substance was found. It is noteworthy that chlorine dioxide is used in the pulp bleaching process and must be regularly dosed for good quality of the final product. To achieve the explained objective, theoretical concepts of the bleaching process were initially addressed, followed by an analysis of instruments such as magnetic flowmeter and control valve, as well as the study of computer programs used for the evaluation and study of critical meshes. During the study and field practices, it was found thatall the mesh instruments were in regular operation, but there was a variation in the chlorine dioxide flow control, affecting the final product, cellulose. After the study, it was concluded that the pipe curve was influencing the flow meter indication, generating bubbles in the chemical compound flow and interfering with the measurement principle. A change was madeto the pipe curve system, there was an improvement in the passage of the substance, and the chlorine dioxide flow control mesh operated at quality levels acceptable by the company.

Key-words: Bleaching. Cellulose. Chlorine dioxide. Control loop. flow meter

1. INTRODUÇÃO

As indústrias de papel e celulose são de grande importância para a economia brasileira, colocando o país em segundo lugar no ranking mundial de produtores de celulose. Diante da importância do segmento para a economia, este trabalho visa abordar um projeto demelhoria desenvolvido em uma empresa do ramo de celulose, a fim de solucionar problemas no controle do processo de produção, especificamente na malha de controle de vazão do dióxido de cloro, utilizada na fase final do processo, chamada branqueamento.

Ocorre que problemas no processo de produção, interferem na qualidade do produto final causando desperdicios e aumentando os custos. Assim será demonstrada a importância do controle automático da variável vazão, na produção da celulose, que tem a finalidade de reduzir à variabilidade na medição e dosagem de produtos químicos, aplicados à celulose, e sem causar mudanças tecnológicas no produto, mantendo o controle automatizado o tempo todo.

Neste trabalho será apresentado um problema no controle de vazão de dióxido de cloro para a fabricação da celulose, onde serão utilizados recursos para garantir uma melhor qualidade na produção da celulose com redução dos produtos químicos e assim mantendo os padrões exigidos pelo processo.

Ressalta-se que a malha de controle de vazão de dióxido de cloro utilizada paracontrole do produto na celulose apresentava em uma variação no controle em relação ao valorrequerido. Dessa maneira foi necessário um amplo estudo da malha de controle, visando detalhes técnicos para encontrar o real motivo para a variabilidade, sem gerar custos desnecessários.

Será utilizado uma ferramenta técnica, elaborada pela organização industrial a ser beneficiada, chamada IEPM (Manutenção de Precisão Elétrica e Instrumentação) que consiste no estudo técnico das variabilidades de suas malhas de controle, calibração de precisão, elementos finais de controle e medição. O objetivo do IEPM é estabilizar os processos dentro da fábrica, colocando malhas de controle críticas em estado de precisão e assim garantir um bom desempenho da malha de controle de vazão de dióxido de cloro.

Por fim, este trabalho mostra detalhes dos instrumentos, instalação e processo a ser controlado com a finalidade de reduzir gastos e melhorar a qualidade da celulose a ser produzida na fábrica. O objetivo será reduzir as variabilidades provocadas pelo controle da malha de vazão de dióxido cloro. O desenvolvimento do trabalho está ancorado no Software

CLPM utilizado na organização para verificar o desempenho das malhas de controle críticas. Esse software permite observar o percentual da variabilidade da malha que atinge o limite não aceitável do IEPM (Manutenção de Precisão Elétrica e Instrumentação), que causa prejuízos na qualidade da celusose e gastos financeiros.

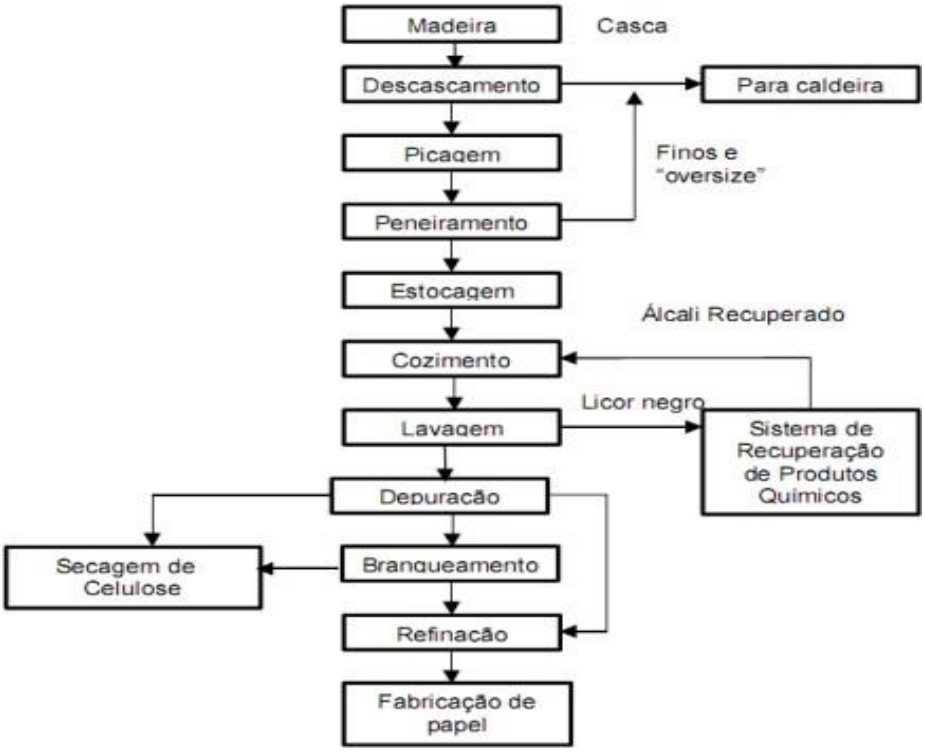
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Processo de fabricação da celulose

A celulose é um carboidrato do tipo polissacarídeo encontrado na parede celular das células vegetais, que confere rigidez para as plantas. Devido a qualidade das fibras presentes na madeira, existem muitas florestas plantadas para servir de matéria prima na produção do papel (MAGALHÃES, 2020).

Para a extração da celulose da madeira são várias as etapas de produção como visto na ilustração no fluxograma, mostrado na Figura1.

Figura 1: Fluxograma do processo de fabricação da celulose.



Fonte: Manual do processo de celulose da organização

O processo se inicia com a colheita, corte e descascamentos da madeira, em seguida são produzidos os cavacos, que passam por cozimento, onde dará origem a uma pasta marrom, conhecida como celulose, não branqueada. A etapa da depuração remove as impurezas da madeira, na qual é retirada uma substância que junta às células da fibra, chamada de lignina, na etapa do branqueamento é realizado um tratamento químico para deixar seu estado natural de alvura, que é o branco e, por fim, a etapa da secagem, em que é extraída a água da celulose para que o polissacarídeo alcance equilíbrio satisfatório com a umidade relativa do ar (FEY, 2016).

2.2- Branqueamento

O objeto de estudo deste trabalho relaciona-se a etapa do branqueamento é que segundo RYDLHOLM (1965) "Branqueamento é o tratamento químico das fibras celulósicas para aumentar a alvura por descoloração ou dissolução de componentes coloridos na polpa, principalmente lignina [...]".

O processo de branqueamento com cloro foi descoberto pelo químico Karl Wilhelmscheele em 1774. No ano de 1940 passou a utilizar o dióxido de cloro na fabricação da celulose, pois foram confirmados os beneficios do reagente químico no branqueamento, devido a menor concentração do nível de periculosidade em relação ao cloro. Assim, o dióxido cloro passou a ser o produto principal para o branqueamento, mantendo melhor controle da produção com alta qualidade da celulose branqueada (CAMPOS e FOELKEL, 2017).

Desde então é utilizado o dióxido de cloro para a produção da celulose e para isso é necessário um sistema que controle as concentrações do produto na mistura.

2.3-Sistema de controle

Segundo Gargia (2017, p.249) "A finalidade básica do projeto de sistema de controle é buscar satisfazer as especificações de desempenho. É preciso estabelecer uma base quepermita ao projetista comparar o desempenho de diferentes opções de sistema de controle."

Em outras palavras, o sistema de controle consiste em medir a variável que se deseja controlar através de instrumentos de medições.

Instrumentos de medições são utilizados em vários setores industriais, a fim de manter um processo contínuo e seguro quanto à qualidade do produto a ser controlado.

Para conseguir as dosagens de produtos corretas, se faz necessário a ajuda da automação e a instrumentação, que nos oferece vantagens para um ótimo desempenho das malhas de controle no processo, o produto a ser controlado na massa neste estudo, chama-se dióxido de cloro, agente fundamental para o branqueamento.

2.4- Malha de controle de vazão do dióxido de cloro

Para o branqueamento da celulose é importante a vazão ideal do dióxido cloro, por isso é essencial que a automação e a instrumentação elabore uma malha de controle precisa e sem variações . Para isso será analisada a variável medida, chamada vazão.

Segundo Brunetti (2008 p.72) "Vazão é a quantidade em volume de fluído que atravessa uma dada seção do escoamento por unidade de tempo".

Malha de controle é um conjunto formado por um controlador e por um atuador em um determinado processo, o principal objetivo é regular uma variável do processo mantendo no ponto de operação desejado. (HARRIS, 1989)

Para formar a malha de controle de vazão é utilizado uma válvula com posicionadore medidor de vazão eletromagnético que são interligados ao CLP.(Controlador Lógico Programável).

2.5- Medidores vazão Eletromagnético

Devido o dióxido de cloro ser condutivo, será utilizado um medidor de vazão tipo eletromagnético que tem como princípio de medição a lei de Faraday, mostrado na Figura2.

De acordo com manual do fabricante (ENGINSTREL, 2021) o medidor de vazão utilizado na linha funciona baseado na lei de Indução de Faraday, que produz corrente elétrica pela variação do fluxo do campo magnético. Quando um condutor se movimenta perpendicularmente a um campo magnético, uma força eletromotriz é induzida no condutor. O módulo da indução magnética é proporcional à velocidade do condutor e à potência da força eletromotriz induzida.

Figura 2: Medidor Vazão eletromagnético



Fonte: Manual Enginstrel

2.6- Válvulas

As Válvulas são equipamentos destinados a interromper ou dar passagem ao fluído manipulado, dentro das malhas de controle.

Segundo Cordeiro (2020) “Válvulas são dispositivos mecânicos. São os elementos básicos porém, responsáveis em permitir a regulação manipulando as variáveis conforme a necessidade de cada unidade operacional”.

“De forma genérica pode-se dizer que se trata de um dispositivo cuja finalidade é a de provocar uma obstrução na tubulação com o objetivo de permitir maior ou menor passagem de fluido por esta. Esta obstrução pode ser parcial ou total, manual ou automática”. (SENAI, 1999)

Para obter um desempenho ideal da malha de controle é necessário dimensionar o diâmetro da válvula para que atenda a vazão do produto manipulado.

Segundo Bojorge (2014) “Dimensionar uma válvula de controle consiste em selecionar um diâmetro de válvula com CV e uma curva característica de vazão a partir do Cvcalculado (requerido pelo processo) utilizando se basicamente as equações especificas para o tipo de fluido”.

Segundo Rizzival (2019) válvula de controle é um equipamento que atua respondendo a um sinal do controlador do processo. A partir de então, o sinal é enviado ao posicionador que abre ou fecha a válvula de controle, deixando assim a variável do processo no valor desejado. A Figura 3 mostra a válvula utilizada na linha.

Figura 3: Válvula de Controle



Fonte: Metso automatomação

Segundo Jefferson (2021) posicionador Eletropneumático é um dispositivo onde sua função é operar junto ao atuador da válvula de controle para que seja posicionado corretamente o obturador em relação a sede da válvula, mostrado na Figura 4.

Figura 4: Posicionador



Fonte: Metso automatomação

Portanto, o medidor vazão eletromagnético, válvula com posicionador e a lógica do controlador CLP (Controlador Lógico Programável) formam a malha de controle.

2.7- Malhas controle

Malhas de controle são compostas por sensor para detectar a variável manipulada, válvula com posicionador e controlador CLP que formam um sistema de controle.

"Os sistemas de controle são classificados em sistemas de controle em malha aberta e sistemas de controle em malha fechada. A diferença entre esses sistemas reside na forma em que o controle atua para produzir a saída desejada". (BAYER E ARAÚJO,2011)

2.7.1- IEPM (Manutenção de Precisão Elétrica e Instrumentação)

IEPM é uma ferramenta desenvolvida pela empresa a ser beneficiada com o intuito de fazer com que as malhas de controle fiquem em estado de precisão.

O objetivo do IEPM é estabilizar os processos dentro de uma fábrica, colocando malhas de controle críticas em cada operação em um estado de precisão. O Plano IEPM compreende o fornecimento de técnicos altamente capacitados e sistemas de manutenção de categoria

internacional são necessários para prestar esse serviço de forma eficiente, precisa e segura.

Para o IEPM é tolerado apenas 2% de amplitude da variável manipulada em relação ao valor médio requerido essa taxa de variação é chamada de COV, Coeficiente variação.

2.7.2-Software para analise das malhas

Segundo a Aquarius Software, 2021 desenvolveram o software (CLPM – Control Loop Performance Management) , para monitorar e aperfeiçoar as malhas de controle no processo industrial. Assim, permitindo ao usuário identificar anomalias no controle e evidenciar a correlação das malhas comparando o desempenho por analises de gráficos.

O software CLPM, gestão de desempenho de circuito de controle, auxilia técnicos a analisar o controle do processo identificando malhas que não encontra-se em estado de precisão e assim aperfeçoar o controle.

O Software tem capacidade para filtrar dados e normalmente é utilizado apenas para a coleta de dados analógicos como as variáveis do processo.

2.7.3-Tipos de Variáveis Analisadas Através do Software CLPM

- MV- Variável Manipulada
- SP- Set Point (valor médio a ser escolhido no controle)
- OUT- Representa a saída do controlador para ser controlada a variável manipulada no caso válvulas, inversores e atuadores.
- COV- Mede a amplitude do erro em relação a média dos valores do conjunto de dados citados acima.
- KP- Uma característica do controle proporcional em não conseguir manter a MV no set point, pois este não consegue eliminar um desvio em regime permanente (offset). (Bojorge, 2017 pag.12)
- KI- A ação integral corresponde o sinal de correção depende da integral do desvio, seu efeito corresponde a um somatório do valor do desvio de forma a eliminar o offset. (Bojorge, 2017 pag.16)
- KD- Ação proporcional-derivativa. Esta ação preditiva tende a aumentar a estabilidade relativa do sistema e tornar a resposta transitória mais rápida. (Bojorge, 2017 pag.25)

2.8-Análise de Causa Raiz DMAIC

Para análise da causa raiz de um problema e implementar a melhoria, será utilizado o método DMAIC que significa Definir,Medir,Analisar,Melhorar e controlar. Esta ferramenta é utilizada na gestão da qualidade, afim de, diminuir desperdícios, solucionar falhas em um processo e garantir um controle da qualidade de um determinado estudo.

Segundo Teles (2020) o objetivo da análise de causa raiz é simples: Tirar a equipe de manutenção do cenário reativo para o cenário proativo. Sempre investigar e tratar os problemas com profundidade e atestar que tudo foi solucionado.

O DMAIC é uma metodologia composta por cinco etapas e pode ser usado tanto em projetos de melhoria da qualidade quanto na redução do número de defeitos. A metodologia parte de um problema identificado e utiliza uma série de ferramentas e técnicas para se chegar a uma possível solução e, assim, eliminar, ou minimizar, o problema.

Fases da Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC é composta por cinco fases: Definir (fase D), Medir (fase M), Analisar (fase A), Melhorar (fase I – Improve) e Controlar (fase C).

A fase D é a fase de definição do projeto, ao final a meta e escopo do projeto devem estar bem definidos.

A fase M, segundo Werkema (2020), após a identificação do problema, deve-se refinar os focos do problema e verificar a melhor forma de medição dos dados relacionados, para então partir para a coleta de dados.

A fase A, Werkema (2020) afirma que devem ser determinadas as causas para cada um dos problemas prioritários analisando os dados obtidos na fase anterior.

A fase I, após identificadas as causas, segundo Werkema (2020), devem ser geradas as possíveis soluções para os problemas relacionados. Nesta fase existe a possibilidade de realizar experimentos e testes.

Na fase C, Werkema (2020) mostra que, a fase final, é a de controle e o processo deve ser monitorado para verificar se houve a melhoria desejada com as modificações.

3. DESENVOLVIMENTO

Metodologia

Neste estudo será analisado o processo de uma indústria de Papel e celulose na fase do branqueamento, que consiste no estágio final do preparo, onde é necessário dosagens de produtos no ponto certo para manter a massa de celulose com uma brancura e qualidade no padrão aceitável da empresa.

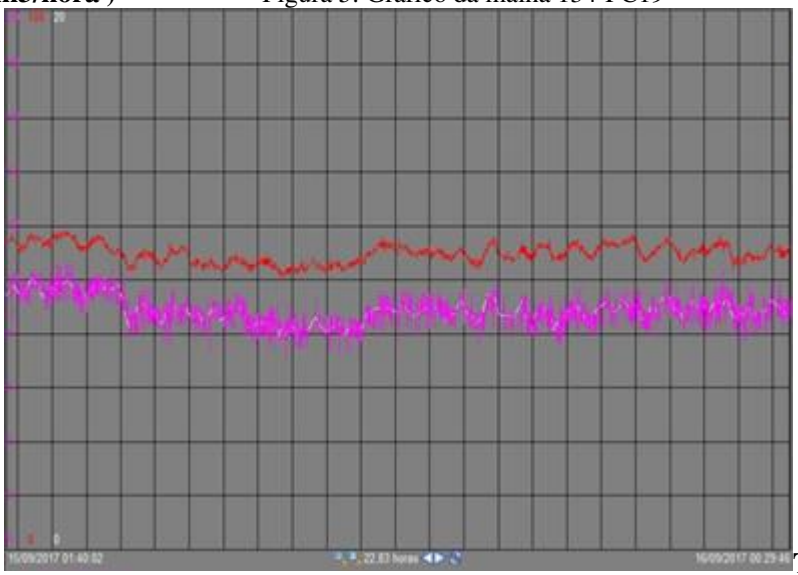
O dióxido de cloro é uma substância muito importante na fase de branqueamento da produção da celulose, o controle da vazão da substância é fundamental no processo. Para isso existe na organização uma malha de controle de vazão de dióxido cloro especificada como 134-FC19. Supervisores e analistas observaram que a malha de controlenão apresenta bom desempenho há anos, embora produza uma boa qualidade da celulosena fase final, porém com maior consumo do produto.

Foi realizado um trabalho técnico por instrumentistas da organização para regularizar a malha de controle e obter um resultado satisfatório.Para definir a causa raiz do problema encontrado na malha de controle de dióxido cloro da organização, seráutilizado o método **DMAIC** (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e controlar)

3.1- Definir

Para certificar, que a malha de controle 134-FC19 não se encontra com o desempenho favorável ao processo da celulose, foi verificado por gráficos gerenciados por supervisório conforme mostra Figura 5.

Vazão (m3/hora) Figura 5: Gráfico da malha 134-FC19



Tempo (horas)

Fonte: Gráfico gerado do supervisório da organização

Observa-se no gráfico da Figura 5, que o controle no automático encontra-se com variações não desejadas. Nota-se que a vazão de dióxido de cloro representada na cor lilás (Mv) não se mantém nos valores médios requeridos pelo operador (SP) representado no gráfico nacor branca, o valor da vazão (MV) na cor lilás tem picos altos em relação ao (SP) na cor branca que deveriam estar juntos, a indicação de abertura da válvula representada na cor vermelha que tenta corrigir o erro porém sem sucesso.

3.1.1 Software CLPM

Para definir a taxa de variação (COV) da malha de controle de vazão 134-FC19, será utilizado o software CLPM (Control Loop Performance Management) onde são coletados indicadores das variáveis do processo e analisados, conforme Figura 6.

Figura 6: Analise Taxa de variação da malha 134-FC19 software CLPM.

Time	TIA	Target	COV
10/7/2017 10:00:00 PM	100.00	1.00	4.83
10/7/2017 8:00:00 PM	100.00	1.00	6.89
10/7/2017 6:00:00 PM	100.00	1.00	7.13
10/7/2017 4:00:00 PM	100.00	1.00	5.78
10/7/2017 2:00:00 PM	100.00	1.00	6.18
10/7/2017 12:00:00 PM	100.00	1.00	6.28
10/7/2017 10:00:00 AM	100.00	1.00	5.53
10/7/2017 8:00:00 AM	100.00	1.00	7.31
10/7/2017 6:00:00 AM	100.00	1.00	6.98
10/7/2017 4:00:00 AM	100.00	1.00	6.67
10/7/2017 2:00:00 AM	100.00	1.00	6.51
10/7/2017 12:00:00 AM	100.00	1.00	6.68
10/6/2017 10:00:00 PM	100.00	1.00	6.17
10/6/2017 8:00:00 PM	100.00	1.00	6.39
10/6/2017 6:00:00 PM	100.00	1.00	6.38
10/6/2017 4:00:00 PM	100.00	1.00	7.29
10/6/2017 2:00:00 PM	100.00	1.00	7.04
10/6/2017 12:00:00 PM	100.00	1.00	7.06
10/6/2017 10:00:00 AM	100.00	1.00	7.71
10/6/2017 8:00:00 AM	100.00	1.00	6.45
10/6/2017 6:00:00 AM	100.00	1.00	6.16
10/6/2017 4:00:00 AM	100.00	1.00	6.01
10/6/2017 2:00:00 AM	100.00	1.00	5.76
10/6/2017 12:00:00 AM	100.00	1.00	7.61
Averages	**100.00**	**1.00**	**6.71**

Fonte: Imagem gerada software CLPM na organização.

Conforme visto na Figura 6 os principais dados são os preenchidos na cor vermelha COV, taxa de variação da malha de controle 134-FC19 que se encontra com valor médio de 6.71% dos dias analisados, esta fora do valor permitido de acordo com a Ferramenta IEPM, o tolerado é até 2% de variação.

3.2-Medir

Para identificar a causa do problema foram feitas as seguintes medições:

- Certificar que há uma vazão ideal constante da bomba de transferência de dióxido de cloro, para que haja um bom aproveitamento da malha de controle. Para isso foram realizadas medições da corrente de trabalho do motor da bomba de dióxido.

- Fazer medições das bobinas e eletrodos do medidor de vazão eletromagnético, constatando que as bobinas e eletrodos estejam de acordo com manual do instrumento de medição.
- Testar calibração da válvula de controle, checando posicionador e abertura da válvula, seguindo padrões do IEPM.

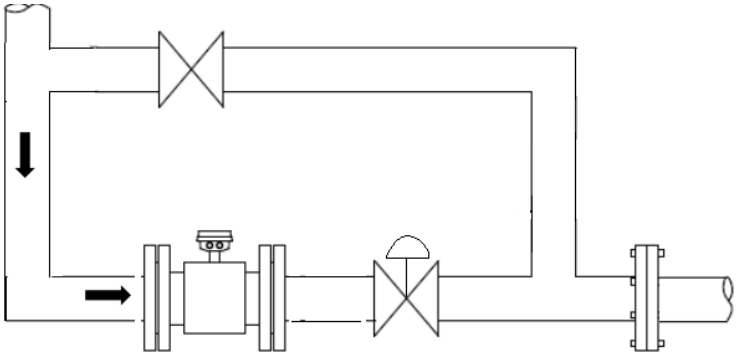
3.2.1- Resultados Parciais

- Após medições da corrente do motor avaliada por eletricistas, constatado que a bomba de dióxido de cloro encontra-se com boa performace, descartando possibilidades de cavitação.
- Após medições das bobinas e eletrodos do medidor de vazão eletromagnético de dióxido, avaliado por técnico instrumentista, constata-se que o instrumento encontra-se em perfeitas condições de acordo com manual do instrumento.
- Testado a calibração do posicinador e verificado válvula de controle, avaliado por técnico instrumentista, conforme procedimentos do IEPM constata-se que os instrumentos encontram-se perfeitamente calibrados.

3.3 - Analisar

No descartar possibilidades dos instrumentos estarem descalibrados, foi analisado através do manual do medidor de vazão eletromagnético a instalação do instrumento de medição na tubulação, conforme visualizado na Figura 7.

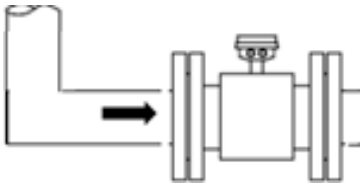
Figura 7: Ilustração da instalação do medidor vazão eletromagnético na tubulação.



Fonte: Ilustração própria

Segundo manual do fabricante é aceitável o tipo de curva antes do medidor de vazão conforme figura 8.

Figura 8: Ilustração do tipo de curva de acordo com manual do medidor vazão.



Fonte: Ilustração própria

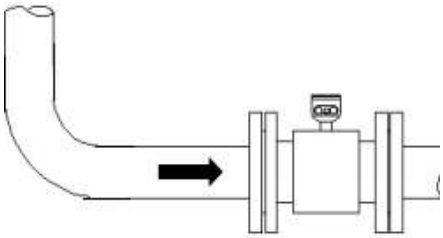
De acordo com a análise do produto a passar pela tubulação, dióxido de cloro e o manual do instrumento, constata-se a possibilidade do tipo de curva estar causando bolhas no produto, interferindo na medição do medidor de vazão eletromagnético que tem como princípio a lei de Faraday e, assim, causando falhas na medição de vazão.

3.4-Melhoria

Após as análises, certificado a necessidade de alteração na instalação da curva antes do medidor de vazão, os resultados obtidos foram apresentados aos gestores que decidiram parar a produção para alteração na instalação da curva.

A Figura 9 ilustra a nova configuração da linha, onde a curva em ânglo foi substituida, permitindo que o medidor de vazão operasse de forma adequada.

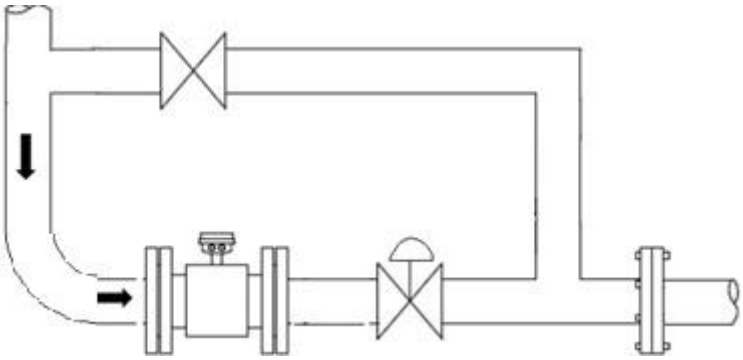
Figura9: Ilustração da curva correta antes do medidor vazão



Fonte: Ilustração própria

Após substituição da curva a fim de melhorar o escoamento do produto dióxido cloro, a instalação da malha de controle ficou conforme figura 10.

Figura 10: Ilustração da malha de controle com a curva ideal antes do medidor vazão instalada.

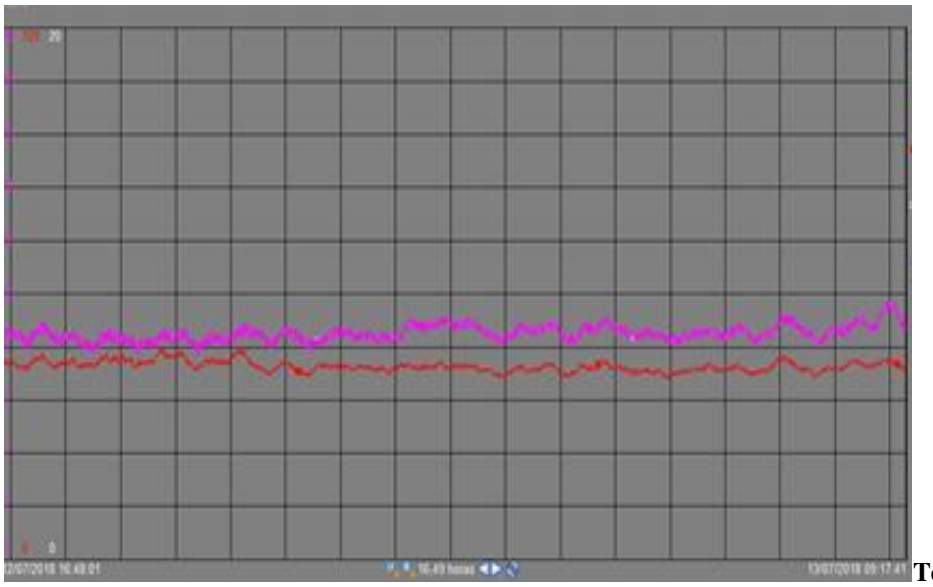


Fonte: Ilustração Própria

3.4.1- Resultados

Após modificação da curva da tubulação antes do medidor de vazão, observam-se melhoras significativas na indicação da vazão de dióxido de cloro, no retomar o processo. Com o passar dos dias, é possível verificar através de gráfico, a precisão da malha de controle 134-FC19, conforme Figura 11.

Vazão (m3/h) Figura 11: Imagem do gráfico do processo da malha 134-FC19 no automático



Tempo (horas)

Fonte: Imagem gerada software de controle processo da organização

Observa-se na Figura11 na cor lilás a indicação da vazão de dióxido cloro (MV), a estabilidade da indicação em relação ao valor médio requerido na cor branca (SP) os valores no gráfico estam juntos dificultando de observar a cor branca aparecendo apenas à cor lilás ,na cor vermelha observamos a indicação de abertura da válvula em campo, com pouca variação para manter o controle em estado de precisão.

Figura 12: Imagem do sofware CLPM indicando em taxa o valor COV com valor aceitável < 2% de acordo com IEPM

Time	TIA	Target	COV
7/13/2018 8:00:00 AM	100.00	1.00	1.65
7/13/2018 6:00:00 AM	100.00	1.00	1.64
7/13/2018 4:00:00 AM	100.00	1.00	1.70
7/13/2018 2:00:00 AM	100.00	1.00	1.71
7/13/2018 12:00:00 AM	100.00	1.00	1.63
7/12/2018 10:00:00 PM	100.00	1.00	1.70
7/12/2018 8:00:00 PM	100.00	1.00	1.99

Fonte: Imagem gerada do sofware CLPM da organização

Concluímos que a curva da tubulação antes do medidor de vazão estava comprometendo o escoamento do produto, gerando bolhas no interior da tubulação interferindo na indicação do medidor de vazão eletromagnético, que tem como princípio a lei de faraday. Após substituir curva a indicação da vazão se tornou precisa para o processo.

3. 5 - Controle

Para manter a malha de controle de vazão de dióxido de cloro 134-FC19, sempre em estado de precisão, será inserido a malha de controle, no plano ação preventiva, com período mensal, onde instrumentistas farão analises com o software CLPM, identificando alteracões de variabilidade da malha e assim corrigindo pequenas anomalias.

4. CONCLUSÃO

Através do estudo da malha de controle 134-FC19 seguindo métodos teóricos, técnicos e práticos, obtido com sucesso o objetivo esperado, com COV (taxa de variação) com valor baixo < que 2% aceitável de acordo com IEPM. Com isso a malha de controle de dióxido de cloro 134-FC19 encontra-se com precisão. Assim a organização produzirá a celulose com menores gastos e com a qualidade exigida.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUARIUS SOFTWARE https://www.aquarius.com.br/blog/artigos/gestao-de-malhas-de-controle-mais-intuitiva-e-poderosa/ > acesso em 05 set. de 2021

BAYER, F. M.; ARAÚJO, O. C. B. **Controle Automático de Processos**. 3 ed. Santa Maria-RS: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil., 2011. 92 p. Disponível em: http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_automacao/quinta_etapa/controle_automatico_processos_2012. Acesso em: 5 set. 2021

BOJORGE, N. **Válvulas de controle**: Sistema de controle e instrumentação. Departamento de engenharia Química e de petróleo- UFF, 2017. Disponível em: https://www.professores.uff.br/ninoska/wp-content/uploads/sites/57/2017/08/Aula01_Instrumen_Introd_2sem2014.pdf. Acesso em: 9 out. 2021.

BRUNETTI, F. **Mecânica dos Fluidos**, 2 ed. revisada, São Paulo, Prentice Hall, 2008

CAMPOS, E. S.; FOELKEL, C. **A evolução tecnológica do setor de celulose e papel no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, 2017.

CONTROL Station‘s State-Based Analytics Enhances Value and Reach of Leading CLPM Solution. Automation.com, 27 ago. 2021. Disponível em: https://www.automation.com/en-us/products/august-2021/control-station-state-based-analytics-clpm. Acesso em: 4 set. 2021.

CORDEIRO, M. **Fundamentos Básicos Sobre Válvula de Controle**. Automação Instrumentação Industrial, Atualizado: 21 de Abril de 2020. Disponível em: < https://mauriciosscordeiro.wixsite.com/instrumentacao/post/princ%C3%ADpios-b%C3%A1sicos-de-v%C3%A1lvulas>. Acesso em 04 de set. de 2021.

ENGINSTREL ENGEMATIC. **Conversor para medidor eletromagnético de vazão**. Manual do Usuário 583 TM. Disponível em: < https://www.engematic.com.br/admin/public/img/583tm-manual-do-usuario-6.pdf >. Acessado em 04 de set. de 2021.

FEY, A. **Papel e Celulose** : O processo de produção de celulose**. Bioblog**, 16 set. 2016. Disponível em: <http://www.bioblog.com.br/o-processo-de-producao-de-celulose/ >.Acesso em 04 de set. de 2021.

GARCIA, G. **Controle de processos Industriais-volume 1:** estratégias convencionais, São Paulo, Editora Edgard Blucher, 2017.

HARRIS, T. J. Assessment of Control Loop Performance. The Canadian Journal of Chemical Engineering, v. Volume 67, 1989.

MAGALHÃES, L. **Celulose**. Toda matéria, atualizado em 6 de junho de 2020. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/celulose/>. Acesso em 03 de set. de 2021.

SENAI**. Elementos finais de controle**. Senai, 1999. Disponível em : <https://www.slideshare.net/akerman22/instrumentao-elementos-finais-de-controle-senai-cst >. Acesso em 04 de set. de 2021

WEKERMA, C., Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. São Paulo: Atlas, 2020