

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM INDÚSTRIA 4.0**

GERALDO SIMÃO

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE SOPRAGEM INTELIGENTE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2020

GERALDO SIMÃO

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE SOPRAGEM INTELIGENTE

Trabalho de Conclusão de Especialização apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Indústria 4.0, da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. a Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino

PONTA GROSSA

2020



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCCE

Descrição de ferramenta criada para automação do programa de planejamento de manutenção e oportunidades de melhorias a partir do conceito da Indústria 4.0 de integração de novos sistemas.

GERALDO SIMÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (TCCE) foi apresentado em 8 de fevereiro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Indústria 4.0. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Rui Tadashi Yoshino

Prof. e membro titular

Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de Carvalho

Membro titular

Profa. Dra. Fernanda Tavares Treinta

Membro titular

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE ARQUIVADA NA
SECRETARIA DO CURSO**

RESUMO

SIMAO, Geraldo. **Implantação de sistema de sopragem inteligente**. 2020. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Indústria 4.0) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

Este trabalho apresenta o projeto de substituição de um sistema de sopragem de limpeza convencional instalado na caldeira de recuperação 1 da Klabin, na unidade Ortigueira, por um sistema de sopragem de limpeza inteligente. Em geral os sistemas de sopragem instalados atualmente são convencionais (sequenciais). O sistema inteligente de sopragem foi desenvolvido com o objetivo de melhorar a eficiência de limpeza das caldeiras e como consequência garantir a campanha da mesma (tempo de operação contínua sem a necessidade de parada da caldeira para limpeza com água) e / ou redução do consumo de vapor de sopragem. Todas caldeiras de recuperação de indústrias de celulose possuem sistema de sopragem instalado para a devida limpeza do lado externo dos tubos condutores de calor a fim de evitar incrustações e objetivando assim o maior tempo possível de campanha da caldeira, pois quanto maior a campanha, maior a disponibilidade da caldeira e maior a produção de celulose. O sistema de sopragem é composto de sopradores de fuligem que utilizam o vapor para limpeza dos tubos da caldeira. Este vapor é projetado nos tubos da caldeira através da inserção do vapor pela lança de sopragem do soprador de fuligem. A remoção das incrustações ocorre através da transformação da energia potencial do vapor em energia cinética e força de limpeza que atua para remoção das incrustações. O sistema inteligente realiza processamento dos dados, tais como balanço térmico, diferenciais de pressão, grau de incrustação da caldeira, entre outros em um CLP (Controlador Lógico Programável). O sistema também está conectado a nuvem para possibilitar o acompanhamento do sistema e processo remotamente. A vantagem do sistema inteligente em relação ao sistema convencional é a operação dos equipamentos nas regiões realmente necessárias em função da necessidade de limpeza em cada uma delas. Frequência de operação de sopradores além do necessário, resultam consumo excessivo de vapor e desgaste nos tubos da caldeira. Por outro lado, frequências de operação aquém do necessário resultam em incrustações na caldeira, redução da campanha operacional, impacto na produção de celulose e possíveis danos causados por quedas de incrustações nos elementos de troca térmica e fornalha da caldeira. Com o sistema inteligente de sopragem cada equipamento opera na condição otimizada, garantindo a campanha da caldeira com o menor consumo de vapor possível.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Sistema de sopragem inteligente.

ABSTRACT

SIMAO, Geraldo. **Implementation of an Intelligent Sootblowing System**. 2020. 12 p. Work of Conclusion Course (Specialization in Industry 4.0) - Federal University of Technology- Paraná. Ponta Grossa, 2020.

This article introduces the project for the replacement of a conventional sootblowing cleaning system installed in the Klabin recovery boiler 1 on the Ortigueira unit with an intelligent sootblowing cleaning system.

In general, the sootblowing systems currently installed are conventional (sequential) the intelligent sootblowing system is a development that aims to improve the efficiency of boiler cleaning and, consequently, to guarantee the boiler campaign (continuous operation time without the need for boiler stopping for cleaning) and / or sootblowing steam reduction.

All recovery boilers in pulp mills have a sootblower system installed for proper cleaning in order to keep the outside of the heat conducting pipes and to avoid fouling and thus ensuring the longest possible boiler campaign, as long as the bigger the campaign, the bigger the boiler availability and the bigger the pulp production. The sootblowing system consists of sootblowers that use steam to clean the boiler tubes. This steam is projected into the boiler tubes by inserting the steam through the sootblower lance. Scale removal occurs by transforming the potential energy of steam into kinetic energy and cleaning force that acts to remove scale.

The intelligent system performs data processing such as thermal balance, pressure differentials, boiler scale degree, among others in a PLC (Programmable Logic Controller). The system is also connected to the cloud to enable remote system and process monitoring.

The advantage of the intelligent system over the conventional system is the operation of the equipment in the regions really needed due to the need for cleaning in each one of them. Sootblower operation frequency beyond the necessary, would cause excessive steam consumption and boiler tube wear. On the other hand, sootblower operation frequency less than necessary would cause boiler-fouling, reduction of the operational campaign, impact on pulp production and possible damage caused by falls of fouling on the boiler heat exchange elements and furnace. With the sootblower inteligente system, each equipment operates in optimized condition, ensuring the boiler campaign with the lowest steam consumption possible.

Keywords: Industry 4.0. Sootblower Intelligent System.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 CONCLUSÃO..... | 9 |
| 3 DESENVOLVIMENTO..... | 10 |
| REFERÊNCIAS..... | 12 |

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Projeto de Implantação de Sistema de Sopragem Inteligente em uma Caldeira de Recuperação de Produtos Químicos. A caldeira, contava com um sistema de sopragem convencional, com sequencia automática de sopragem o que garantia o automatismo do sistema e atingia o objetivo manutenção da troca térmica e do diferencial de pressão, assim como a campanha entre paradas para lavagem.

O objetivo da implantação do novo sistema de controle foi, no mínimo, manter o desempenho atual, porém com a redução do consumo de vapor de sopragem, o que representa um grande economia e oportunidade de aumento de geração de energia elétrica.

2 CONCLUSÃO

Após a implementação das válvulas automáticas e instrumentos de controle de vazão do vapor de sopragem e a implementação do hardware e software necessários, assim como o desenvolvimento do programa e o treinamento dos operadores da caldeira o sistema inteligente de sopragem foi implementado em novembro de 2019. O primeiro objetivo de redução de 12 t/h de vapor de sopragem, vem sendo atendido e o sistema foi bem aceito pela operação da caldeira com taxa de utilização em modo avançado superior a 90% do tempo de operação. O sistema permanecerá em avaliação contínua até outubro de 2020, quando estará concluído o ciclo de operação entre lavagens da caldeira.

3 DESENVOLVIMENTO

A partir da comparação com referências de mercado foi verificado que o consumo de vapor de sopragem para a caldeira de recuperação da unidade estava em um nível acima da média. Como alternativa para redução do consumo de vapor mantendo os demais itens de desempenho inalterados ou com melhores performances foi desenvolvido um projeto de instalação de um sistema de sopragem inteligente. O sistema de sopragem inteligente, oferecido por diferentes fornecedores, consiste em um sistema de controle avançado, que com utilização de informações do processo gerencia inteligentemente as operações dos sopradores fuligem para minimizar o uso de vapor e maximizar o desempenho da caldeira. O sistema seleciona dinamicamente os sopradores para operar, e determina sua intensidade de limpeza ideal com base nas condições de operação da caldeira, priorizando o soprador de fuligem para se ajustar às mudanças na incrustação da caldeira. As áreas de incrustação mais pesadas são altamente priorizadas, de modo que essas áreas sejam limpas com maior frequência e com uma maior intensidade de limpeza. O sistema permite a configuração de regras que podem ser usadas para operar ou proibir a operação dos sopradores com base nas condições de operação da caldeira. Cada vez que um soprador completa um ciclo de operação completo, o seu impacto na limpeza da caldeira é medido. O sistema mede esse impacto toda vez que o soprador de fuligem opera, independentemente de como o soprador foi iniciado. O impacto na limpeza da caldeira é usado para calcular uma remoção prevista que, por sua vez, permite que o sistema preveja a eficácia de futuras operações de sopragem. Para a instalação do sistema também foi necessário a instalação de nove válvulas de controle com medição de vazão para cada um dos nove ramais de sopradores. Com isto o controle de vazão que era feito nas válvulas manuais especiais de entrada dos sopradores passaram a ser feitos pela válvula de controle, podendo variar de acordo com a programação, ficando as válvulas manuais com abertura máxima, o que também reduz a perda de carga do sistema e aumenta sua eficiência. Para processamento dos dados e do software de controle foi instalado um PLC dedicado e uma tela dedicada com interligação ao SDCD na estação de trabalho do operador da caldeira. Os operadores foram treinados e acompanhados no período inicial de implantação e testes e posteriormente o acompanhamento passou a ser realizado de forma remota pelo fornecedor e

desenvolvedor do sistema. O desempenho continuará ser acompanhado até o final da campanha da caldeira para conclusão do período de avaliação e consolidação do sistema.

REFERÊNCIAS

TANDRA, D. S.; SHAH, S.; BREEDING, C.: **Boiler cleaning ISB (Intelligent Sootblowing System) integration: Recent developments and case study.** Conference Paper, Janeiro, 2010

TANDRA, D.S.; MANAY, A; EDENFIELD, J: **The use of energy balance around recovery boiler heat exchanges to intelligently manage sootblower operations: A case study.** TAPPI PEERS Conf., TAPPI PRESS, Atlanta 2010.