

Capítulo II – Otimização de Máquina Perfiladeira

Mario Alessandro Romagnolli Junior⁶

Prof. MS.c. Renato Kazuo Miyamoto⁷

Prof. Vicente de Lima Gongora⁸

Prof. Esp. Wesley Candido da Silva⁹

RESUMO

A otimização da produtividade faz-se necessária quando o aumento da demanda, as exigências por qualidade e reduções de erros operacionais surgem. Tem-se por objetivo apresentar as melhorias aplicadas numa máquina perfiladeira através do retrofit, novos equipamentos e da otimização da automação, resolvendo o problema de baixa produtividade. Trata-se de um estudo de caso de caráter qualitativo e quantitativo. Os resultados obtidos apresentaram melhorias tanto no produto final quanto no processo produtivo, sendo a produtividade aumentada em três vezes.

Palavras-chave: Automação. Otimização. Perfiladeira.

PROFILING MACHINE OPTIMIZATION

ABSTRACT

Productivity optimization becomes necessary when increased demand, quality requirements and operational error reductions arise. The objective is to present the improvements applied to a roll forming machine through retrofit, new equipment and automation optimization, solving the problem of low productivity. This is a qualitative and quantitative case study. The results obtained showed improvements both in the final product and in the production process, with productivity increased by three times.

Key-words: Automation. Optimization. Profile forming machine.

⁶ Pós-graduando em Engenharia de Automação Industrial da Faculdade da Indústria SENAI Londrina.

⁷ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina. e-mail: renato.miyamoto@sistemafiep.org.br

⁸ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina. e-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

⁹ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina. e-mail: wesley.candido@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

Em busca do aumento de produtividade, “o investimento em retrofit em máquinas industriais é benéfico para empresas de todos os segmentos de mercado, pois, apesar do valor inicial ele oferece muitas vantagens a curto e longo prazo” (GLOBALTECH, 2022).

Numa fábrica localizada em Londrina-PR, o estudo de caso é baseado na otimização de uma máquina perfiladeira. A mesma foi adquirida pelo proprietário e sua automação era limitada em termos de recursos, restando muitas atividades, atenção e procedimentos por parte dos operadores responsáveis.

O produto é chamado de perfil galvanizado estrutural. “Possui como grande característica a resistência ao tempo, mudanças de temperatura, umidade, maresia e consequentemente à corrosão” (FAVIER, 2022). Sua utilização é extensa, “indicadas para o emprego em estruturas metálicas e fundações do setor da construção civil como edificações residenciais, comerciais e industriais, máquinas e equipamentos, além de construções de obras de mobilidade urbana” (FAVIER, 2022).

Projetos estruturais são feitos em softwares específicos, onde são geradas listas de materiais e, estes, por sua vez, com espessura, comprimento, furação, posição de instalação e identificação distintas. O sistema de controle e automação tem como desafio gerar o maior aumento possível de produtividade atendendo aos requisitos de qualidade, tornando automática a maior quantidade possível de etapas e procedimentos antes manuais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas de Produção

Segundo Leão (2021), os tipos de sistema de produção são: Sistema de Produção Contínua, Sistema de produção intermitente e Produção para grandes projetos.

Um Sistema de produção contínua “[...] busca produzir o maior número de produtos no menor tempo possível, sem interrupções ou falhas. Seu uso é indicado

para empresas que possuem um fluxo de produtos padronizado e constante” (LEÃO, 2022).

O Sistema de produção intermitente apresenta diferenças. “No sistema intermitente a fábrica produz por lotes, seguindo a demanda da previsão de vendas ou por encomendas realizadas por seus clientes.” (LEÃO, 2022). No caso de Sistema de produção para grandes projetos, “Normalmente esse modelo de produção possui preços mais altos, já que quase nada é padronizado e o trabalho é feito de forma totalmente personalizada.” (LEÃO, 2022).

2.2 Projetos em softwares CAD

O desenvolvimento de projetos é facilitado através de recursos de software CAD. “Um software CAD nada mais é do que um recurso computacional voltado para a elaboração e controle de desenhos de estruturas durante a fase de projeto.” (TOTALCAD, 2017).

As variadas peças desenhadas no software CAD podem ser automaticamente listadas.

Ao trabalhar com CAD 3D associativo, é assegurada uma lista de materiais (BOM, Bill of Materials) precisa e atualizada. Essa “BOM” fornece informações precisas, pois é atualizada automaticamente a partir das atualizações feitas nas peças e na montagem (IDE, 2021).

2.3 Redes e Protocolos de Comunicação

A integração entre equipamentos de automação depende diretamente da forma com que ocorre a troca de dados entre os eles. Segundo Raphael Calegari (2018), os protocolos são os padrões pelos quais é estabelecida a troca de dados. São códigos criados para que diferentes computadores ou quaisquer outros equipamentos possam “conversar”.

No cenário industrial, diferentes tipos de equipamentos utilizam diferentes tipos de rede e protocolos. “As redes industriais são divididas em três grandes grupos: sensorbus, devicebus e fieldbus” (CESAR, 2018). Sensores, transmissores, controladores e interfaces gráficas são equipamentos distintos que permitem a comunicação através de redes também distintas.

Segundo CÉSAR (2018), as redes Sensorbus abrangem aplicações de sensores digitais e atuadores conectados até os controladores, caracterizada por pequenas distâncias e pouca quantidade de dados. Já as redes Devicebus e Fieldbus são voltadas para malhas de instrumentos, com maiores distâncias, maior densidade de dados e maior velocidade.

As redes Ethernet surgiram com o passar dos anos e como uma evolução das redes Fieldbus. “[...] essa tecnologia desenvolveu-se e tornou-se o padrão mais aceito no mundo para intercomunicação de dados em rede” (CÉSAR, 2018). Ainda segundo César (2018), essa tecnologia deu origem a diversas outras redes e protocolos como o TCP/IP, Modbus TCP, Profinet e outras.

2.4 Equipamentos de Automação

2.4.1 Controlador Lógico Programável (CLP)

O Controlador Lógico Programável é um dos principais produtos utilizados em aplicações industriais que envolvem controle. “A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o CLP como “um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com as aplicações industriais” (SIEMBRA, 2021).

Em relação ao o que o compõe, segundo Siembra (2021) “O CLP conta com uma estrutura parecida com um computador comum: um processador ou CPU (Central Processing Unit), memória para leitura e gravação (memória RAM), memória de leitura (ROM) e portas de comunicação (COMs).”

A estrutura física do CLP, segundo Siembra (2021), é composta de entradas digitais, para leitura de sinais externos nos estados ligado e desligado (1 e 0) e saídas físicas, para acionamentos de atuadores. Também podem ser analógicas para conexões com instrumentos de medição de temperatura, umidade, pressão e controle de velocidade, entre outras.

Segundo Siembra (2021) sobre o CLP, “Sua função é receber as informações das entradas, executar o programa e indicar para as saídas o que deve ser realizado. Para isso, conta com processador (que executa o programa) e memória”. Seu processamento também permite executar funções como temporização, contagem, cálculos aritméticos, processamento de strings e troca de dados.

2.4.2 Interface Homem Máquina (IHM)

A interface Homem Máquina, também chamada de IHM, segundo a Altus (2020) é um dispositivo que atua como mediador da interação entre um operador e um sistema de automação. Sua função é facilitar a operação do sistema, uma vez que se comunica com o CLP, indicando status, valores de variáveis e também permitindo sua modificação.

Dentre os seus recursos, “elas são equipadas com receitas, registros de eventos, sistema de vídeo, alarmes, entre outras informações que demandam acesso imediato pelo operador.” (ALTUS, 2020). A personalização de telas, implementação de gráficos, visualização de alarmes, tabelas e processamento de números, valores e palavras (*strings*) torna-se possível.

2.4.3 Inversor de Frequência

O Inversor de Frequência “é um equipamento eletrônico capaz de controlar a velocidade e o torque de um motor elétrico, usando para isso um ajuste na frequência e tensão da alimentação de energia” (BEDENDI, 2016). Dentre seus métodos de controle, “há três abordagens que podem ser feitas no controle do motor de indução trifásico: o método escalar, método vetorial e o controle direto de torque” (DEQUIGIOVANI, PADILHA, 2015).

No Controle Escalar, “O motor de indução é alimentado por uma forma de onda de amplitude e frequência variáveis, onde a relação V/f é mantida constante para manter o torque constante na faixa de operação” (DEQUIGIOVANI, PADILHA, 2015). Para este método de controle, a tensão e a frequência são diretamente proporcionais e não há o controle de torque, apenas de velocidade através da tensão.

Já o Controle Vetorial, ainda segundo Dequigiovani e Padilha (2015), utiliza métodos por quadratura ou por escorregamento para controlar a velocidade ou torque do motor, podendo ainda utilizar sensores e equipamentos externos como realimentação. É utilizado quando a aplicação exige um bom comportamento dinâmico, haja visto a característica não-linear do motor de indução trifásico.

2.4.4 Impressora Inkjet

Também chamada de impressora jato de tinta, a *Inkjet* “é uma máquina que coloca marcações em produtos e embalagens projetando gotas de um jato de tinta na superfície do alvo, formando letras, números e outros códigos” (VIDEOJET, 2020). Este tipo de impressão possui vasta aplicação em indústrias e fábricas de produtos acabados.

Por tratar-se de um produto para aplicações industriais, dentre seus recursos temos também a comunicação por rede. “Em alguns casos, o software também permite que o fabricante do sistema de jato de tinta acesse os controles da unidade para fazer ajustes e correções remotamente, reduzindo o risco de tempo de inatividade da produção” (VIDEOJET, 2020).

3. METODOLOGIA CIENTÍFICA

A otimização e as melhorias propostas para a máquina perfiladeira foram diversas, envolvendo modificações mecânicas, elétricas e de automação.

3.1 Produção Antes da Otimização

A fábrica de perfis atua na venda de projetos especiais, fornecendo não somente o produto, mas também no projeto estrutural e de montagem. Tem-se por consequência a necessidade de produção de peças específicas conforme cada projeto, tendo assim uma variedade de peças diferente em cada produção. A Figura 1 demonstra o perfil de aço galvanizado instalado, com tamanhos variados.

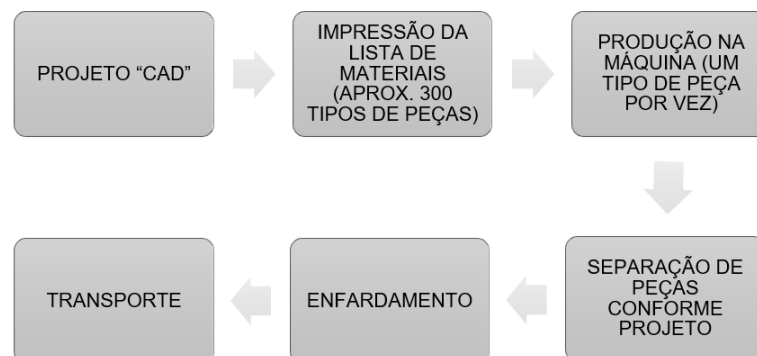
Figura 1: Estrutura de aço galvanizado



Fonte: Decorando Casas, 2021

As etapas de produção a partir do início de um projeto são apresentadas conforme o Diagrama 1. O projeto CAD é elaborado considerando todas as peças, suas quantidades e tamanhos e a partir deste é gerada uma lista de impressão de materiais, sendo essa a base para início da produção.

Diagrama 1: Etapas do processo de produção.



Fonte: Autor (2022).

O projeto identificava as peças conforme sua posição. Tomando como exemplo, uma residência de formato retangular era identificada por paredes, colunas, vigas de sustentação entre outras. Essas peças eram etiquetadas após a produção com uma nomenclatura, composta de dois caracteres, para que a equipe de montagem pudesse se orientar conforme o projeto.

A máquina original possuía uma IHM do tipo texto, onde as peças poderiam ser produzidas uma a uma – era possível inserir quantidade e comprimento para produção. A Figura 2 mostra a parte frontal do painel de controle original da máquina.

Figura 2: Vista frontal do painel elétrico original.



Fonte: Autor (2021).

A medida em que as peças iam sendo produzidas, os operadores alocavam as mesmas no pátio. Por boas práticas, os operadores produziam as peças comuns de uma única vez para que as alterações na IHM não fossem tão repetitivas. Tomando como exemplo um projeto de dez casas iguais, dez peças de uma mesma posição eram produzidas em sequência.

A identificação era feita através de etiquetas coladas às peças pelos operadores, uma a uma, à medida em que saíam da máquina. Na conclusão da produção das peças, os conjuntos precisavam ser separados por fardos, pois assim eram entregues à equipe de montagem. Pegava-se então uma quantidade de cada peça em cada conjunto, enfardava-as e disponibilizava para transporte.

3.2 Automação original da máquina

A automação da máquina perfiladeira era composta pelos produtos conforme demonstra o Quadro 1, sendo alguns destes instalados no painel elétrico e outros na estrutura da máquina.

Quadro 1 – Componentes elétricos e de automação da perfiladeira.

Equipamento	Função	Especificações e comentários
Controlador Lógico Programável (CLP)	Controle de todo o processo automático da máquina	Comunicação em rede serial com inversor de frequência e com a IHM
Interface Homem-Máquina (IHM)	Entrada de quantidade e tamanho de peças; diagnósticos de encoder e sensores.	Tipo texto de 4 linhas
Inversor de Frequência	Movimentação da esteira de tração do material	Parametrizado com Controle escalar; motor trifásico de 4kW em 380Vac
Encoder	Medição do deslocamento de material	Tipo incremental de 360 pulsos por revolução
Botoeiras	Acionamentos de emergência, corte manual, furo manual, movimentação da esteira manual e bomba hidráulica	-
Controle remoto	Acionamentos de emergência e movimentação da esteira	Utilizado na etapa de troca de bobina de material
Bomba hidráulica	Alimentação hidráulica para as facas de furo e corte	Motor trifásico de 3,7kW em 380Vac
Faca de furo	Efetua furos no perfil conforme medidas setadas	Atuador hidráulico de dupla ação
Faca de corte	Efetua o corte do perfil conforme atinge o tamanho setado	Atuador hidráulico de dupla ação

Fonte: Autor (2022).

A matéria prima, uma bobina de liga metálica composta de alumínio e zinco, cuja largura varia conforme o produto a ser produzido, era posicionada sobre um

suporte com rotação livre. O metal passa por um sistema de roletes posicionados sobre uma base metálica reforçada. Os roletes são rotacionados pelo motor trifásico de 4kW que traciona o material, passando por aproximados dez roletes, cada qual com uma função de dobra e deformação específicas.

Após o material passar por estes roletes, passa também por uma base com atuador hidráulico responsável pelo furo e, posteriormente, por outra base com atuador hidráulico responsável pelo corte no material. A existência ou não de furos dependia da necessidade do projeto e, uma vez que os furos eram necessários, a cada comprimento de material produzido, uma pausa na esteira era feita para a furação.

Peças que não exigiam furo eram desbobinadas de maneira contínua até atingirem o comprimento de corte. O controle de posição era feito de maneira indireta, onde controlava-se a velocidade da esteira. Através da lógica do CLP, três velocidades eram parametrizadas, sendo aplicadas à esteira a medida em que a peça se aproximava do tamanho ideal.

As dimensões das peças variam entre 150mm e 6.000mm. Supondo que uma peça estivesse em produção e seu tamanho ideal fosse de 1.000mm, a esteira permanecia na velocidade mais alta até atingir 80% de seu tamanho, ou seja, 800mm. Então a esteira assumia a velocidade intermediária até atingir 95% de seu tamanho e, por fim, após este comprimento, a esteira assumia a menor velocidade parametrizada.

A redução de velocidade, por maior que fosse em sua magnitude, não garantia a precisão final de peça, pois o inversor de frequência utilizado encontrava-se operando em modo de controle escalar, além de seu tempo de desaceleração ser maior do que zero. Um parâmetro disponível na IHM chama-se *offset*, onde um valor fixo em milímetros era inserido para compensar a distância, buscando maior precisão.

Reduzir o tempo de desaceleração para zero, além de praticamente impossível na prática, ainda não seria suficiente para garantir o corte na posição ideal devido a possível incidência de alarmes de sobrecarga, reflexo da energia regenerativa gerada pelo motor. Além da regeneração, o modo de controle escalar não geraria torque suficiente no motor em velocidades muito baixas, fazendo-o parar.

3.3 Otimização da máquina

A ideia de otimização da máquina contemplou necessidades de melhorias das funções existentes e também de aplicar novos recursos e equipamentos. Investimentos na máquina atual para otimizar seus recursos tornou-se mais atrativo do que investir em outras máquinas ou processos adicionais externos.

3.3.1 Painel de controle

O ponto de partida para as melhorias foi a substituição dos principais componentes de automação e controle, principalmente o CLP, a IHM e o inversor de frequência que influenciam diretamente a performance da máquina. A Figura 2 mostra a placa de montagem do painel de controle.

Figura 2: Painel de controle novo.



Fonte: Autor (2021).

O inversor de frequência localizado na parte direita da imagem possui instalado em seu barramento DC um resistor de frenagem, além de possuir tecnologia de

controle vetorial *sensorless*. O resistor possui a função de dissipação da energia regenerativa gerada pelo motor trifásico no ato da desaceleração.

A nova automação permitiu, com o controle vetorial, um alto torque de rotação para o motor mesmo em velocidades baixas – cerca de 3 Hz. Apesar da máquina possuir encoder, o mesmo não foi utilizado no inversor de frequência em malha fechada, pois traria a necessidade de um novo encoder a ser instalado na máquina, aumentando assim o custo do investimento.

Com o resistor de frangem embutido, tornou-se possível aplicar um tempo de desaceleração zero, tornando desnecessário o parâmetro *offset* e as variações causadas no ato de frenagem da esteira. O inversor também passou a se comunicar com o novo CLP através da porta *Ethernet* pelo protocolo CC-Link IE Field Basic, protocolo este aberto disponível nos produtos Mitsubishi Electric.

O encoder incremental anterior de 300 pulsos por revolução foi substituído por um novo de 1.024 pulsos por revolução. Também passou a ser acoplado ao rolete superior da máquina, este por sua vez não tracionado de maneira direta pela esteira, mas sim pela chapa.

A interface homem máquina também foi substituída. O modelo anterior de texto de 4 linhas foi substituído por uma interface gráfica, *touch-screen* com display de 7". Graças a este recuso, os diagnósticos e ajustes da máquina tornaram-se mais rápidos e intuitivos. A Figura 4 mostra a porta do painel elétrico com a nova interface.

Figura 4: Nova Interface Homem-Máquina.



Fonte: Autor (2021).

Dentre as melhorias desejadas, a maior necessidade e expectativa estava na identificação da peça de maneira automática e a produção de peças variadas de maneira sequencial, sem a necessidade de ir até a IHM a cada nova alteração.

3.3.2 Operação e Calibração

A fim de melhorar a interação do operador com a máquina, a tela inicial da IHM apresentada na Figura 5 ilustra, na parte superior, dados de diagnóstico, informando o status de operação da máquina, qual o item e sua posição estão em produção, qual seu comprimento atual e a quantidade já produzida.

O comprimento desejado e a quantidade desejada localizam-se logo abaixo dos dados de diagnóstico. Os botões na parte esquerda da tela permitem a inicialização da máquina, mudança de automático único para automático por receitas, permitir ou não os furos e resetar os valores de produção. Quando operador por receitas, repetições da mesma também são permitidas.

Figura 5: Tela de Operação da IHM.



Fonte: Autor (2022).

A calibração fator multiplicados do encoder da máquina é um ajuste necessário a cada troca de bobina de material. Para que a operação fosse otimizada, interpretou-se a equação que rege o determinado fator e a mesma foi inserida na tela de ajustes da IHM, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6: Tela de ajustes da IHM.



Fonte: Autor (2022).

As reduções de velocidade conforme o tamanho da peça se aproxima do tamanho solicitado são demonstrados na parte direita da Figura 6. São inseridos nos campos os comprimentos restantes e as velocidades respectivas a cada etapa. Também pode ser inserida a velocidade da máquina no modo manual, utilizada quando a mesma não está no modo automático, muito útil na etapa de inserção do metal na esteira na troca de bobina.

3.3.3 Receitas

A IHM instalada possui, dentre seus recursos, algumas tabelas de dados cujos valores podem ser alterados, separados em grupos e identificados por nome. Trata-

se do recurso de receitas, onde os tipos de dados são sempre os mesmos e seus valores são alterados conforme a necessidade de produção.

Os projetos são compostos por informações como a identificação do cliente, obra e projeto, além das peças. A cada peça a ser produzida, algumas variáveis devem ser modificadas. Além da quantidade e comprimento, outras informações também passaram a fazer parte de cada peça, sendo elas a posição e o furo.

Os softwares de desenvolvimento da lógica do CLP e da IHM permitem a simulação online no computador. Através dela é que a Figura 7, tela chamada de Receita, a simulação real da tela da interface criada, nos traz os dados da receita implementada.

Figura 7: Tela inicial de receitas da IHM.

OBRA	PROJETO	CLIENTE	SALTAR	COMP. MÍN.:	ESCREVER	LER
SENAI	ARTIGO	FULANO	0	0000 mm		

ITEM	POSIÇÃO	COMP.	QTD	FURO	ITEM	POSIÇÃO	COMP.	QTD	FURO
1	P1	1000	20	■	11		0	0	■
2	P2	2000	10	■	12		0	0	■
3		0	0	■	13		0	0	■
4		0	0	■	14		0	0	■
5		0	0	■	15		0	0	■
6		0	0	■	16		0	0	■
7		0	0	■	17		0	0	■
8		0	0	■	18		0	0	■
9		0	0	■	19		0	0	■
10		0	0	■	20		0	0	■

Fonte: Autor (2022).

A nova estrutura de automação traz a possibilidade de operação por receita ou por quantidades individuais. No modo receita, os itens são produzidos um a um, a partir do Item 1 até chegar no item em que a quantidade seja igual a zero. Além da operação ininterrupta da máquina, a estrutura de receitas traz maior confiabilidade por evitar a digitação incorreta de algum dos dados por parte do operador, por exemplo.

Estes dados de receitas podem ser armazenados na memória interna da IHM ou dispositivos externos, no caso em cartões de memória do tipo SD. Quando armazenado em cartões, os dados são interpretados pela IHM a partir de um arquivo de extensão “.txt” ou “.csv”. Uma vez que o projeto é feito em software CAD, verificou-se que era possível de exportar a lista de materiais.

A partir deste ponto, a automação tornou-se ainda mais otimizada, haja visto que a lista de materiais é exportada automaticamente para um arquivo de extensão compatível com a IHM. Conforme a Figura 4 ilustra, uma porta USB foi instalada no painel elétrico onde é encaixado o *pendrive* com o arquivo de receita.

3.3.4 Impressora *Inkjet*

A identificação das peças é uma das maiores necessidades do usuário da máquina e um desafio para a aplicação. O procedimento anterior considerava a colagem de etiquetas impressas nas peças conforme as mesmas saíam da máquina, após o corte. A colagem por parte do operador também era sujeita a erros por se tratar de um procedimento manual.

Dentre as impressoras pesquisadas, encontrou-se um modelo com portas de comunicação serial (RS-485) e Ethernet. O CLP e a IHM utilizados na otimização apresentam também portas Ethernet de comunicação. Porém, o protocolo utilizado pela impressora é o *Zipher Protocol*, desenvolvido com intuito de comunicação com PCs.

Através da análise do protocolo da impressora, notou-se que as estruturas de mensagem no referido manual de comunicação permitiam a modificação dinâmica dos conteúdos de cada campo a ser impresso.

O conteúdo a ser impresso varia em função do tamanho da peça, considerando o comprimento total da mensagem. Quatro campos foram definidos para impressão, conforme apresenta a Figura 7, sendo eles: “Obra”, “Projeto”, “Cliente” e “Posição”. O tamanho mínimo para impressão das quatro mensagens é configurado no campo “Comp. Mín” conforme pode-se notar na Figura 7.

Para peças abaixo do comprimento mínimo, imprime-se apenas a informação da “Posição”. Os quatro campos mencionados devem ter quantidade de caracteres

pré-definida para que o código seja corretamente enviado à impressora através dos comandos via rede Ethernet.

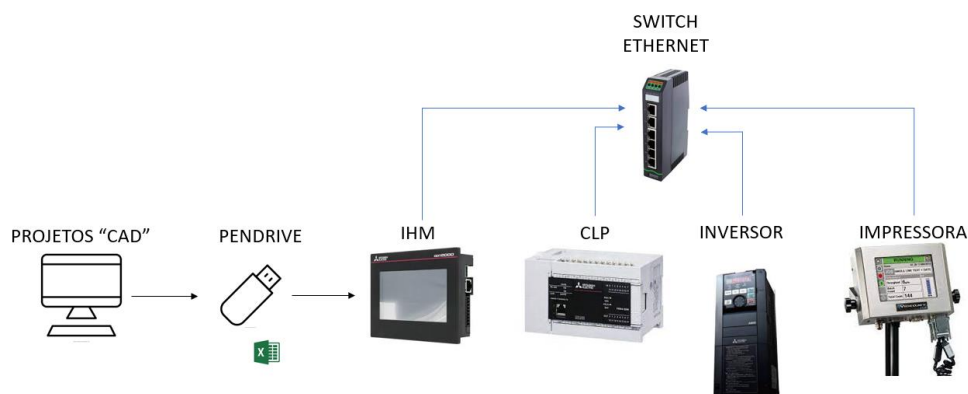
Figura 8: Tela de impressão da IHM.



Fonte: Autor (2022).

Conforme ilustra a Figura 8, os quatro campos de impressão são apresentados na parte superior para diagnóstico do operador. Os três primeiros apresentam a informação a ser impressa, enquanto o último – campo “Peça” – indica qual a posição da referida peça será enviada para a impressora, variando de 1 a 300. O comando de início de produção de uma nova peça dispara o pacote de dados para a impressora, enviando assim o conteúdo de cada uma das quatro mensagens.

Figura 9: Comunicações entre os equipamentos da automação.



Fonte: Autor (2022).

Em síntese, a Figura 9 representa os principais equipamentos envolvidos na otimização e suas conexões. Apesar do meio físico Ethernet estar presente nos principais equipamentos, protocolos distintos foram usados para a correta comunicação e troca de dados, aproveitando-se da melhor maneira os recursos da tecnologia aplicada.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa possui como finalidade a demonstração do aumento de produtividade da máquina perfiladeira através dos produtos aplicados, estes por sua vez previamente estudados pela empresa fornecedora a fim de atingir as melhorias desejadas pelo usuário. A comercialização dos produtos e também de serviços de integração ocorreram por meio de empresas, o último desenvolvido em totalidade pelo autor, colaborador da empresa fornecedora.

Trata-se de uma indústria de fabricação de perfis, localizada em Londrina-PR. As coletas de dados foram feitas através de observação, visitas à indústria e entrevistas feitas com o proprietário. O período foi de aproximadamente 60 dias, considerando o mês de dezembro de 2021 e janeiro de 2022. A pesquisa possui caráter qualitativo, relacionando as características e identificação e automação de processos manuais, bem como quantitativo em relação aos dados de produtividade.

Através da otimização da máquina, principalmente em relação três fatores, que são a implementação da estrutura de receitas que importa a lista de materiais, a aplicação da impressora indústria que efetua a identificação automática das peças e a produção em sequência que permite o enfardamento sem a separação, apurou-se um aumento de produtividade de 300% segundo o proprietário.

Este ganho por sua vez está diretamente relacionado ao tempo de produção de cada projeto, do início ao fim da produção do mesmo. A análise em outras unidades de medida, como em número de peças produzidas ou em metros de material, por exemplo, não se faz possível devido a diversidade dos projetos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo inicial por parte do proprietário de aumentar a produtividade da máquina pôde ser alcançado. O setup da máquina sendo feito mediante a cada peça a ser produzida, a inserção de etiquetas de identificação, a separação das mesmas no pátio para posteriormente enfardá-las eram procedimentos manuais muito suscetíveis a erros.

Com a automação, o grande aumento de produtividade - que foi triplicada – traz também à indústria maior competitividade no mercado, passando a ter capacidade produtiva para atender uma maior quantidade de projetos num menor espaço de tempo. Ainda assim, a identificação por gravação nas peças também traz benefícios para a equipe de campo no momento da instalação.

Dentre os equipamentos de automação, o inversor de frequência anterior foi substituído por um novo com melhor estratégia de controle e recursos. Uma melhoria a ser aplicada também seria a substituição do motor de indução e o inversor por um servo acionamento, garantindo ainda maior velocidade de produção e precisão nas peças, apesar do maior valor de investimento.

Outra possibilidade de melhoria para o processo como um todo é a continuidade da linha de produção automatizada, como um sistema de esteiras em série, sistema de empilhamento ou unificação de cargas e também um sistema de enfardamento automatizado. Tais processos diminuiriam ainda mais os procedimentos manuais, chances de falha e trariam aumento de produção.

REFERÊNCIAS

ALTUS. “O que é e porquê você deve utilizar uma IHM em sua aplicação”. Disponível em: <<https://www.altus.com.br/post/360/o-que-e-e-porque-voce-deve-utilizar-uma-ihm-na-sua-aplicacao>>. Acesso em 12 de Jan. de 2022.

CALEGARI, Raphael. O que são protocolos de rede na automação industrial. Disponível em: <<http://blog.murrelektronik.com.br/o-que-sao-protocolos-de-rede-na-automacao-industrial>>. Acesso em 7 de Jan. de 2022.

CESAR, Aldo. Redes industriais: o que são e para que servem na indústria 4.0. Disponível em: <<https://transformacaodigital.com/mercado/redes-industriais-o-que-sao-e-para-que-servem-na-industria-4-0>>. Acesso em 8 de Jan. de 2022.

DECORANDO CASAS. “Estrutura galvanizada para telhado residencial”. Acesso em: <<https://decorandocasas.com.br/2019/02/22/estrutura-galvanizada-para-telhado-residencial/>>. Acesso em 8 de Jan. de 2022.

FAVIVER. Perfil de aço galvanizado. Disponível em: <<http://www.favifer.com.br/perfil-de-aco-galvanizado>>. Acesso em 19 de Fev. de 2022.

GLOBALTECH. Retrofit em máquinas industriais. Disponível em: <<https://www.automacaoglobaltech.com.br/retrofit-maquinas-industriais>>. Acesso em 19 de Fev. de 2022.

IDE, Isabella. 5 Benefícios de elaborar um protótipo em CAD. Disponível em: <<https://polijunior.com.br/blog/5-beneficios-de-elaborar-um-prototipo-em-cad>>. Acesso em 7 de Jan. de 2022.

LEÃO, Thiago. Processos Produtivos. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/sistema-de-producao/>>. Acesso em 11 de Jan. de 2022.

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMAÇÃO. “5 Benefícios do inversor de frequência na indústria” Disponível em: <http://br.mitsubishielectric.com/fa/pt/news/20181023_5Beneficios-Inversor.html>. Acesso em 11 de Jan. de 2022.

PADILHA, Marina; DEQUIGUIOVANI, Tiago. Estudo sobre controle de motores de indução trifásicos. Instituto Federal Catarinense. Santa Catarina, 2015. Disponível em: <<https://eventos.ifc.edu.br/micti/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/ESTUDO-SOBRE-CONTROLE-DE-MOTORES-DE-INDU%C3%87%C3%83O-TRIF%C3%81SICOS.pdf>> Acessado em 12 de Jan. de 2022.

ROIG, Marcos. 7 Benefícios da Automação de Processos. Disponível em: <<https://administradores.com.br/noticias/7-beneficios-da-automacao-de-processos>>. Acesso em 6 de Jan. de 2022.

SIEMBRA AUTOMAÇÃO. “Controlador Lógico Programável. Você sabe o que é?” Disponível em: <<https://www.siembra.com.br/noticias/clp-controlador-logico-programavel-voce-sabe-o-que-e/>>. Acesso em 13 de Jan. de 2022.

TOTALCAD. O que envolve um software CAD. Disponível em: <<https://blog.totalcad.com.br/o-que-envolve-um-software-cad/>>. Acesso em 8 de Jan. de 2022.

VIDEOJET. “Sistema de impressão a jato de tinta contínuo”. Disponível em: <<https://www.videojet.pt/pt/homepage/resources/glossary/product-coding/inkjet-printing-systems.html>>. Acesso em 8 de Jan. de 2022.