

PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE UMA LINHA DE JATEAMENTO DE BLOCO MOTOR NA ÁREA METALÚRGICA

Brenno Henrique Ramos Domingues
Curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário UNISOCIESC
brennohdomingues@gmail.com

Ricardo de Souza Bento
Curso de Engenharia de Controle e Automação do Centro Universitário UNISOCIESC
ric.souza17@hotmail.com

Carlos Roberto da Silva Filho
Mestre, Centro Universitário UNISOCIESC
carlos.silva@unisociesc.com.br

Solange Alves C. A. De Oliveira
Mestre, Centro Universitário UNISOCIESC
solange@unisociesc.com.br

RESUMO

Com o avanço da tecnologia, várias indústrias começaram a agilizar a forma de produção, trocando o serviço manual pela automação, com isso nota-se alguns benefícios como: redução de custos, aumento de produtividade, aumento de segurança, melhora da qualidade e diminuição do tempo de produção (GROOVER, 2010). Esse projeto, é baseado em uma linha manual de uma empresa na área metalúrgica, e tem como objetivo o desenvolvimento de uma solução em automação para problemas como segurança, qualidade, e custos. Será feito o levantamento dos dados da linha de produção, e em cima desses dados será baseado o projeto. A automação será constituída por sensores indutivos no início e no fim da linha, um sistema pneumático para alinhar a peça de forma com que um robô realize o jateamento do produto. No fim, o operador que trabalha em ambientes insalubres e pouco ergonômico poderá ser substituído por um processo completamente automatizado melhorando tanto a segurança do operador quanto a qualidade do produto.

Palavras-chave: Automação, segurança, CLP, linha de produção, modelamento, jateamento, dispositivo .

ABSTRACT

With the advancement of technology, several industries began to streamline the form of production, switching from manual service to automation, with which there are some benefits such as: cost reduction, increased productivity, increased safety, improved quality and decreased production time

(GROOVER, 2010). This project is based on a manual line from a company in the metallurgical area, and aims to develop an automation solution for problems such as safety, quality, and costs. The production line data will be surveyed, and the project will be based on these data. The automation will consist of inductive sensors at the beginning and end of the line, a pneumatic system to align the part so that a robot can blast the product. In the end, the operator working in unhealthy and poorly ergonomic environments can be replaced by a completely automated process, improving both operator safety and product quality.

Keywords: Automation, security, PLC, production line, modeling, blasting, device.

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade há relatos de insegurança no trabalho, no século IV a.C. o filósofo e médico “Hipócrates Plínio” identificou toxicidades de Chumbo em mineiros, no século XVII já havia médicos relacionando doenças ocupacionais à trabalhos exercidos pelas pessoas na época. No entanto, com a revolução industrial no final do século XVIII, foram introduzidos novos fatores de risco ao trabalho (CAMISASSA, 2015).

Hoje em dia, a legislação brasileira é bem rigorosa quanto à segurança, são 36 normas regulamentadoras (NR) que foram criadas na década de 70 (CAMISASSA, 2015). Embora a legislação seja bastante exigente em relação às normas, a incidência de doenças ocupacionais ainda é bastante elevada. Mesmo aplicando todas as precauções, algumas doenças não podem ser evitadas pois são características de exercícios prolongados, como é o caso das Lesões por esforços repetitivos (LER).

Para reduzir problemas relacionados a acidentes e doenças ocupacionais, a maioria das indústrias opta por automatizar suas linhas de produção, que além de aumentar a segurança do trabalhador também reduz custo, aumenta a produtividade, melhora a qualidade do produto e diminui o tempo de produção (GROOVER, 2010).

Este projeto aborda o desenvolvimento de uma solução para ergonomia e tempo de produção em uma linha de jateamento para limpeza de materiais fundidos. Onde o operador comum será substituído por um robô de 6 eixos que realizará tarefas insalubres.

Irá ser feito todo o modelamento da linha atual com a adição da célula robótica, será projetado um sistema por válvulas pneumáticas para alinhar a peça na posição correta para o

jateamento feito pelo robô. Também estará abordando todas as etapas de projeto elétrico, sistema de controle, criação de supervisório, programação e simulação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. JATEAMENTO

Jateamento é um tradicional e eficiente método para o tratamento de superfícies de metais. Dentre todos os métodos, cinco deles são amplamente conhecidos e utilizados na indústria: Limpeza, acabamento, desrebarbamento, gravação e shot peening. (PAREDES, 2013)

O jateamento de granalha é um método utilizado para limpeza de peças através de impacto com partículas de granalha de aço ou mineral, utilizado para limpeza de peças fundidas, decapagem mecânica de chapas, *Shot-Peening* (aumento da resistência à fadiga de molas, elásticos ou engrenagens) (METALCYM, 2020)

A importância da granalha de aço se dá pelo baixo custo operacional, pela velocidade da limpeza, menor desgaste, menor geração de pó e pela uniformidade do acabamento. Inicialmente disponíveis no Brasil desde a década de 60, hoje está muito difundida em vários tipos específicos para cada uso conforme Tabela 1. (PAREDES, 2013)

Tabela 1 – Tipos de granalhas e seu uso

Granulometria	Ø médio (mm)	Aplicações gerais das granalhas
S 660	2,0	Remoção de areia de fundição em peças de ferro. Decapagem em peças de grande porte. Blocos de motores para tratores, carcaças.
S 550	1,7	Fundidos em geral com grandes dimensões. Blocos de motores de caminhões, material ferroviário.
S 460	1,4	Forjados e fundidos pesados e médios. Peças com paredes grossas, acima e 20kg. Blocos de motores de carros.
S 390	1,2	Remoção de areia, decapagem de peças pequenas e médias de

		ferro fundido como blocos de pequenos motores. Decapagem de peças forjadas em geral e de chapas grossas. Aplicação em tubos de paredes grossas e em colunas e vigas de estruturas.
S 280	1,0	Fundidos e forjados de pequenas e médias dimensões como balancins de eixos de comando de válvula e tuchos.

Fonte: PAREDES (2013)

2.2. CONCEITO DE SENSORES

Segundo Rosário (2004, p. 55), “um sensor pode ser definido como um transdutor que altera sua característica física interna devido a um fenômeno físico externo.” Assim, os sensores de posição são utilizados em várias áreas em processos industriais e sua utilização deve ser selecionada e ajustada de acordo com a função desejada. Têm grande importância em linhas de fabricação em que é necessário definir com precisão o posicionamento da ferramenta. (THOMAZINI; URBANO, 2009)

Sensores indutivos são utilizados para medir campos eletromagnéticos, ou outras propriedades físicas, como pressão e localização que podem ser transformados em uma resposta eletromagnética. Eles não requerem contatos físicos e só detectam metais. Cada tipo de metal apresenta uma resposta diferente ao sensor. Ao contrário dos sensores capacitivos, os sensores indutivos não são afetados por objetos não-metálicos no range, podendo assim funcionar muito bem em ambientes mais hostis, com muita sujeira, óleo ou poeira. (DU, 2015).

Os sensores indutivos incluem neles, um circuito oscilador LC, um comparador de sinal e um chaveador. No circuito oscilador há uma bobina que gera um campo eletromagnético de alta frequência que é emitido na face do sensor. Quando um objeto metálico se aproxima da face do sensor, ele induz uma corrente de *Foucault*, as perdas resultantes tiram energia do oscilador reduzindo as oscilações, o comparador de sinal transforma essa informação em um sinal. (THOMAZINI; URBANO, 2009).

2.3. TÉCNICAS DE MODELAGEM

A modelagem tridimensional é uma das áreas da computação gráfica, visa produzir virtualmente em três dimensões elementos reais, com o avanço científico dos softwares de

modelagem obtemos maiores precisão e definição das medidas de projeto a ser implantados, diminuindo o tempo de desenvolvimento e precisão no desenvolvimento do projeto. (MICHAELE; DAVID DACRUZ, 2010).

O modelo retrata, em uma visão simplificada, aspectos da situação pesquisada. O modelo é uma imagem que o indivíduo tenta compreender e expressar algo relacionado que conhece. (MICHAELE; DAVID DACRUZ, 2010).

2.3. CONSTITUIÇÃO DE UM CLP

Um controlador lógico programável (CLP) é uma forma especial de controlador baseado em microprocessador que usa uma memória programável para armazenar instruções e implementar funções como lógica, seqüenciamento, tempo, contagem e aritmética para controlar máquinas e processos (BOLTON, 2015).

O CLP é constituído por: entradas e saídas (que recebe e envia os dados); unidade central de processamento (CPU) onde as informações são processadas; memória: a qual armazenara o programa e os dados; uma fonte de alimentação e interface de comunicação do CLP (BOLTON, 2015).

2.3.1 MÉTODO DE LEITURA E ESCRITA DO CLP

A principal característica do CLP é o uso de ciclos para a interpretação do programa, em cada ciclo, o CLP lê as entradas reais no CLP copiando-as para uma variável de memória interna denominada “I”, então, dependendo da lógica carregada, o CLP executa um ou mais programas e atualiza os valores da área de memória “Q” em valores reais de saídas. Alguns programas podem utilizar áreas de memórias internas denominadas de “M”, que são para armazenamento temporário de informação.

2.3.1 LINGUAGENS E NORMATIVAS

Com o passar dos anos, os CLP's ganharam mais linguagens de programação, e com isso a Comissão Eletrotécnica Internacional padronizou as linguagens para hoje a conhecida norma IEC

311131-3. O padrão IEC 61131-3 define elementos básicos de programação, regras sintáticas e semânticas para linguagens gráficas. O padrão foi adotado por todos os fabricantes de CLP's. As linguagens que a norma IEC 61131-3 são divididas em gráficas e não gráficas, sendo as gráficas as linguagens de Diagrama Ladder (LD), Diagrama de blocos de funções (FBD) e Diagrama de Funções Sequenciais (SFC), já as não gráficas são as Listas de Instruções (IL) e Textos Estruturados (ST).(GAMELEIRA, Tiago et al,2017)

2.4. MOTORES ELÉTRICOS

Motores elétricos são máquinas capazes de promover uma transformação de energia elétrica em energia mecânica com algumas perdas de energia. A transformação de energia vem da propriedade da corrente elétrica formar um campo magnético sobre o condutor, no caso dos motores quando há duas bobinas, formam-se dois campo, cuja interação provoca o movimento do motor.(GARCIA, 2003)

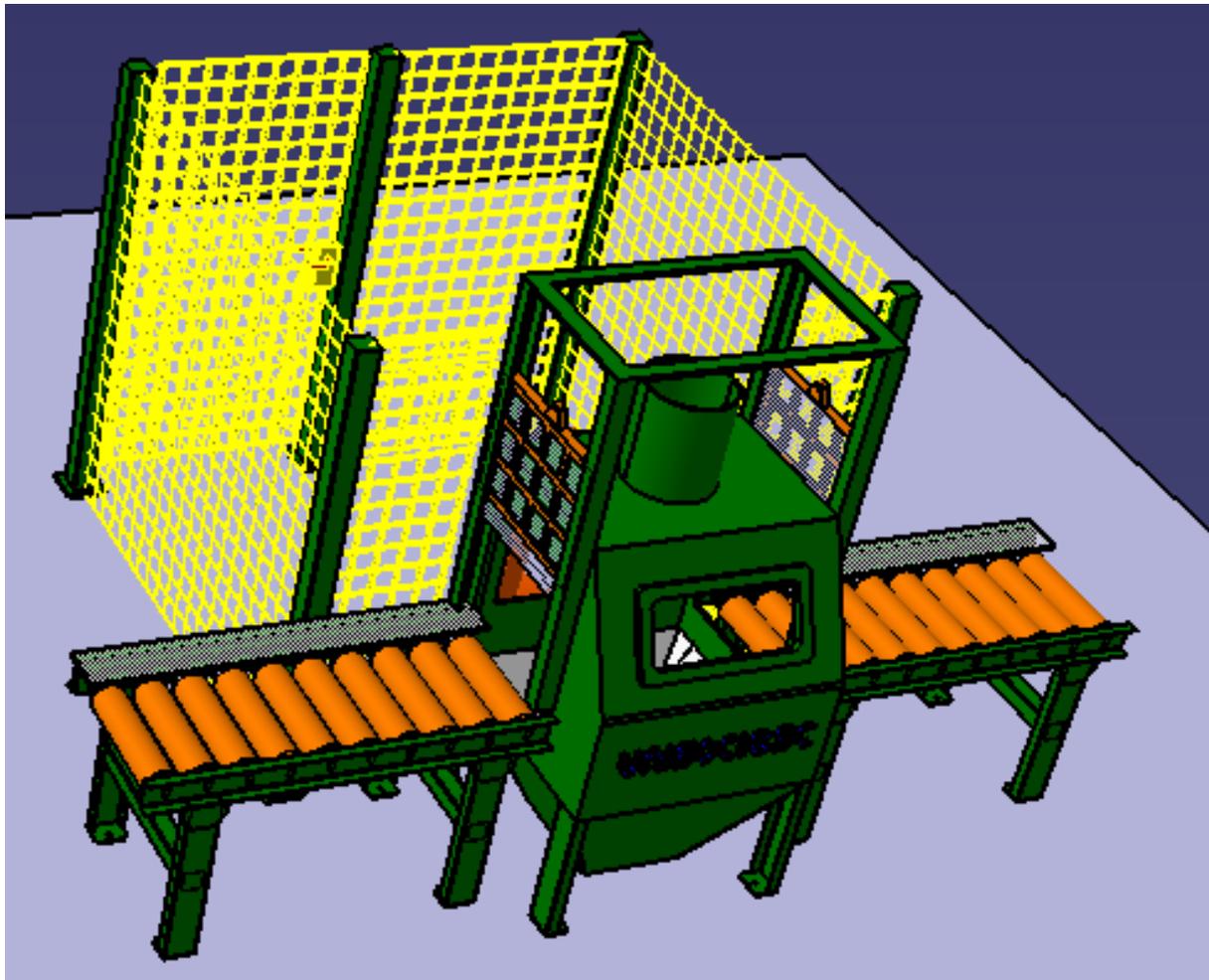
Segundo Garcia (2003, p50) "No motor trifásico, a distribuição das bobinas das três fases no estator, defasadas de 120° , faz com que a soma dos campos magnéticos provocados por cada uma delas seja um campo uniforme e girante".

Alguns requisitos são necessários para o seu dimensionamento, na placa está estampado informações de: Tamanho, Potência nominal, fator de duração do ciclo, Rotação nominal, corrente nominal, tensão nominal, fator de potencia, grau de proteção, classe de isolamento, classe de rendimento.(SEW,2006)

3 DESENVOLVIMENTO

Esta etapa tem como objetivo documentar todas as partes de desenvolvimento do projeto, desde a definição de cada componente eletromecânico, até o desenvolvimento de circuitos elétricos e modelagem 3D. A Figura 1 apresenta a idéia do projeto final.

Figura 1 - Célula automatizada vista em 3D.



Fonte: Os autores (2020)

3.1 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES

Para a escolha dos componentes da linha, são revisadas tabelas de informações técnicas que foram necessárias para a escolha dos componentes.

3.1.1 Componentes eletromecânicos

Os componentes eletromecânicos existentes constam com: Válvulas, cilindros pneumáticos e motores elétricos. Onde toda a parte pneumática da linha será dimensionada para os cilindros que

irão nas portas e no elevador, e serão utilizados os motores atuais, por já realizarem o trabalho de transporte do produto.

3.1.1.1 Motores Elétricos

Os motores existentes na linha pertence a linha da SEW do modelo DRS71M4, ambos tem uma potência de 0,55 kW, com a corrente em 380 V de 1,51 A, e um Fator de Potência de 0,71 de acordo com a placa de informações contida em cada um deles.

3.1.1.2 Sensores

Por se tratar de um produto do tipo de metal, os sensores para o acionamento das portas precisam ser do tipo indutivo, visto que a linha está posicionada em um local empoeirado e insalubre, o sensor precisa ter um grau de proteção contra poeira. Visando isso, o sensor escolhido é um BES Q40KFU-PSC30F-S04G da marca BALLUFF. Ele é Positivo Negativo Positivo (PNP), normalmente aberto (NA) e tem o grau de proteção IP67. Na Tabela 2, estão os dados técnicos do sensor indutivo escolhido.

Tabela 2 – Dados técnicos do sensor

Tensão de entrada	24V
Classe de proteção	IP 67
Temperatura operacional	-25°C à 70°C
Distância de comutação nominal	30 mm
Distância de comutação segura	24 mm
Corrente Operacional	200 mA

Fonte: Balluf (2020)

3.1.2 Dispositivos de controle

Para os dispositivos de controle, foram selecionados inversores para o controle do motor, CLP, e relés.

Para a escolha do CLP, foi levado em consideração a disponibilidade de uma licença *software* (RSLogix500), e para os relés foram analisados dados disponíveis pelo fabricante.

3.1.2.1 Inversor de frequência

Para controlar o motor, o inversor escolhido foi o CFW500 da empresa WEG. Para a escolha do conversor foram analisadas a corrente nominal, e a tensão de entrada, ele possui um controle vetorial ou escalar e possui um SoftPLC (Funções programáveis de controle).

Na Tabela 3 estão detalhados os principais dados do inversor.

Tabela 3 – Dados Técnicos Inversor

Tensão nominal de entrada	380-480 V
Número de Fases de entrada	Trifásico
Configuração	Básica (Sem plug-in)
Corrente nominal	1.6 A
Grau de proteção	IP 20
Frenagem reostática	Sem frenagem

Fonte: WEG (2020)

3.1.2.2 Controlador Lógico Programável

Utilizado o CLP de modelo 1766-L32BXB da Rockwell, possui uma grande vantagem por ser pequeno e por ter um LCD em sua carcaça, pode ser feita a manutenção e configurado pela própria IHM. O programa utilizado para a programação é o RSLogix 500.

Na Tabela 4, estão detalhadas as principais características do CLP, e também informações para seu funcionamento.

Tabela 4 – Dados técnicos CLP

Tensão nominal de entrada	24 VDC
Entradas Digitais	12 fast (24 VDC) / 8 normal (24 VDC)
Saídas	6 (Relay) / 3 (fast) / 3 (normal)
Protocolos de comunicação	DF1, DH-485, Modbus RTU Master/Slave, ASCII, DNP 3 Slave
Portas Seriais	RS232C/RS485
Temperatura de operação	-20 °C – 80 °C

Fonte: Rockwell Automation (2020)

3.1.2.3 Relés

Dois tipos de relés foram utilizados no projeto, os relés comuns de estado sólido e o relé de segurança. O relé utilizado no projeto (REL-MR- 24DC/21 – 2961105), apresenta algumas características como; Contatos de potência de até 6 A, 1 contato reversível, tensão de entrada de 24 V, e algumas características de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 – Principais dados do relé único

Tensão nominal de entrada	24 V DC
Tempo de resposta	5 ms
Tensão de comutação máxima	250 V (AC/DC)
Tensão e comutação mínima	5 V (com 100 mA)
Corrente de comutação mínima	10 mA (com 12V)
Corrente máxima	10 A(4s), 6 A em regime permanente
Vida útil mecânica	2x10 ⁷ ciclos de manobras

Fonte: Phoenix Contact (2020)

Para garantir uma condição segura ao operador, e garantir a interrupção da operação, foi selecionado o relé de segurança do modelo PNOZ X2.1.

3.2 MODELAMENTO MECÂNICO 3D

Utilizando o software “Catia”, foi modelada a estrutura completa da linha, fisicamente, ela é composta pela cabine e pelos transportadores existentes, para modelagem foi utilizada informações captadas no chão de fábrica, sendo as dimensões da cabine e do transportador já existentes, por ser um robô realizando o processo, foi modelado as grades para a célula robótica, foi levado em consideração o fator de distância segura seguindo as normas da NR-12.

3.3 CIRCUITO ELÉTRICO

Esta parte está compilada toda a parte de desenvolvimento da parte elétrica do projeto, basicamente são dois circuitos, sendo um deles para a parte de potência e outro para a parte de comando/controle. Também está compilada e explicada todas as entradas e saídas do CLP.

O circuito elétrico foi elaborado utilizando o software EPLAN, e está distinto entre circuito de potência e de comando. Foi levado em consideração ao painel atender todas as prescrições da norma ABNT NBR IEC 60439.

3.3.1 Alimentação e circuitos de potência

Para alimentar o painel, uma rede trifásica de 60 Hz foi utilizada, utilizamos um disjuntor de 40 A para o painel principal e o painel do robô tem disposto um disjuntor de 16 A.

3.3.1.1 Circuito dos motores

Os dois motores serão ligados aos dois inversores WEG CFW500, a troca de dados entre a linha e o inversor de frequência ocorrerá via cabos com a bitola de 1 mm², onde utilizaremos as opções de entradas digital 1 para habilitar o inversor a entrada digital 2 para parar, será utilizada a saída digital do inversor para enviar o sinal de falha para o CLP.

3.3.2 Circuitos de comando

Nesta etapa estão representados os principais circuitos de comando do painel, entre os principais circuitos, estão o circuito de emergência, o circuito dos sensores, as principais entradas do CLP e as principais saídas do CLP.

3.3.2.1 Circuito do relé de segurança

Por ser um componente importante para a linha, foi projetado uma pagina exclusiva para o relé de segurança, as entradas do relé estão detalhadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Legenda das entradas para o relé

A1	Entrada positiva da alimentação do relé
A2	Entrada negativa da alimentação do relé
S33/S34	Entradas para o reset do relé, será feita a partir de um sinal da saída do CLP.
S11/S21/S12/S22	Entradas e saídas para os botões de emergência da linha
13/23	Entrada e saída para ligar a carga monitorada
14/24	Entrada e saída para ligar a carga monitorada

Fonte: Os autores (2020)

3.3.2.2 Entradas CLP

Para as entradas do CLP, estão ligadas as botoeiras, sensores, o relé de segurança, também está ligado o sistema pneumático da cabine (sensores do cilindro). Ao total somam 40 entradas necessárias para a automação da linha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será abordada as etapas de desenvolvimento da programação e do supervisor da máquina, também está abordado a adequação para as normas NR-12.

4.1. PROGRAMAÇÃO DO CONTROLADOR LÓGICO MICROLOGIX 1400

Para a programação do controlador lógico foi utilizado o ambiente de desenvolvimento RSLogix 500, na qual tem o suporte para o desenvolvimento do programa no controlador Micrologix 1400. O RSLogix baseia-se na lógica LADDER, sendo mais amigável a quem está programando.

A lógica utilizada foi feita utilizando o conceito inicial feito pela equipe, onde temos condições e ações para a operação, as condições determinam as entradas lógicas no CLP para que determinada ação ocorra. As ações são representadas pelas saídas que são respostas para aquelas determinadas condições. O conceito feito inicialmente pela equipe está parcialmente representado na Tabela 7 com suas ações para as determinadas condições.

Tabela 7 – Relação de Ação/Condição

Passo	Ação	Condição
2	Partida motor 1	Stop entrada da linha e posição baixa Stop avançado (interior da cabine) Portas aberta Robô posição home Sem peça no interior da cabine

Fonte: Os Autores (2020)

Com a lógica feita e atribuídas as saídas e entradas para as respectivas ações e condições, foi feita a programação do programa principal do controlador lógico programável.

Para o sistema de alarme foi utilizada um bit de memória para cada alarme gerado, onde demonstra os bits de alarme gerados pelo acionamento dos botões de emergência e pela chave de segurança que está na porta da célula.

Após feito o link dos bits e dos alarmes, foram unidos todos os bits em um único bloco de dados, para assim facilitar a programação de acionar a saída da coluna luminosa indicando que há alguma coisa interrompendo a linha.

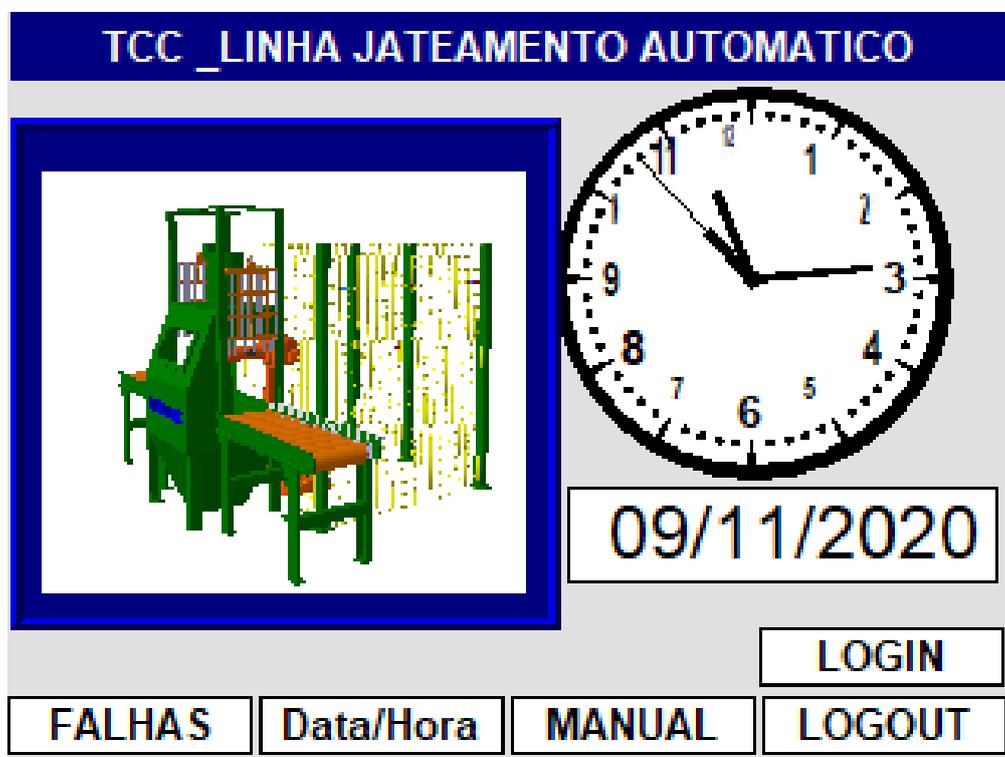
4.2. DESENVOLVIMENTO DAS TELAS DE IHM DO PANEL VIEW

Todas as telas do supervisório foram desenvolvidas utilizando o software Factory Talk View Studio da Rockwell. Para a visualização do software, será implementado a IHM Panel View 600, feita pela Rockwell. Através da comunicação via RS232, ela será comunicada com o CLP MicroLogix1400 através do protocolo DF1 que fora configurado no RSLogix500 anteriormente.

4.2.1 DESCRITIVO DAS TELAS DA IHM

Na Figura 2, temos a tela inicial do software desenvolvido pela equipe, pode-se notar que nela contém data, hora e o modelamento em 3D, para que o operador saiba da máquina que está operando. No menu principal temos quatro botões que levam para suas telas correspondentes, sendo elas: Falhas, Data/Hora, Manual e Login. O botão Logout servirá apenas para o operador sair de seu usuário.

Figura 2 – Tela Inicial IHM



Fonte: Os Autores (2020)

4.3. READEQUAÇÃO PARA AS NORMAS REGULAMENTADORAS

Após feito a maior parte dos objetivos, foi estabelecido pela equipe garantir e se adequar a todos requisitos de segurança que uma máquina deve ter segundo as normas do tipo “A”, “B” e “C”, que estão englobadas junto à NR 12.

Para garantir o objetivo de adequação à segurança dos trabalhadores que irão operar a máquina e juntamente limitando o nível de implementação da NR 12, foi optado por implementar apenas medidas de proteção coletiva (EPC), visto que é a medida de proteção que mais se adequa à projetos de máquinas.

4.3.1 IMPLEMENTAÇÃO DA SEGURANÇA FÍSICA E DETALHAMENTO

Para a proteção física, houve a adição de uma proteção fixa em torno do robô e da área de operação, impedindo assim o acesso do operador durante o funcionamento da máquina.

A proteção fixa consiste em uma gaiola de 2 metros de altura e pode atingir até 2 metros de comprimento, sendo assim cobrindo uma área de 4 metros quadrados.

Deve-se atenção às dimensões das malhas, sendo que segundo a norma ISO 13857, a malha tem que ser pequena o bastante para evitar com que haja a possibilidade de escalada, e também deve-se atenção ao fator visual que a gaiola irá ter, sendo de uma cor adequada a visualização e o menor número de linhas horizontais possíveis. Por essa norma, nossa grade tem na dimensão da malha 25x100mm, sendo 25 mm de distância verticalmente e 100 mm de distância horizontal.

4.3.2 SISTEMAS DE SEGURANÇA E SINALIZAÇÃO

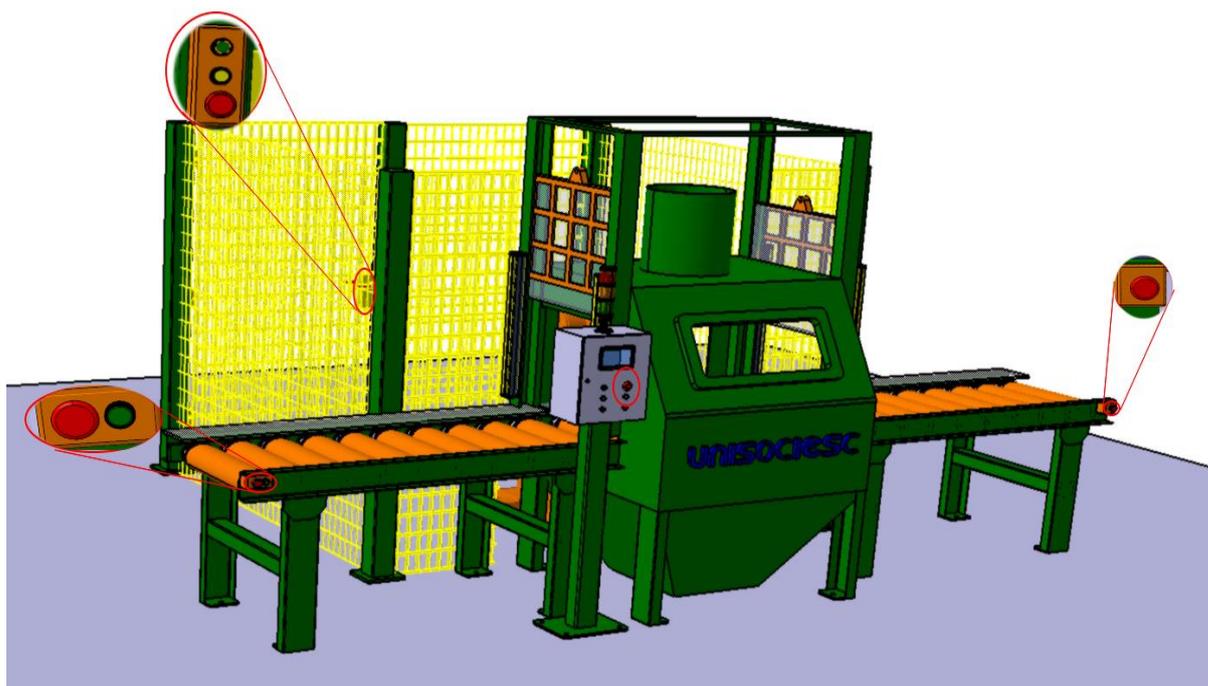
Conforme a NR-12, todos os sistemas de segurança foram selecionados de modo a atender três fatores:

- a) A instalação deve ocorrer de modo que não possam ser burlados ou neutralizados.
- b) Deverão ser submetidos à monitoramento e vigilância automática.
- c) Quando houver falha ou alguma situação anormal, a linha deve ser paralisada imediatamente.

Ao todo, os componentes do sistema são: botões de emergência, barreira de segurança, chave de segurança e sinalização.

Serão um total de quatro botões de emergência na linha, sendo um para o início, um para o final, um no painel com a IHM e um na entrada do portão da gaiola. A Figura 3 apresenta todos os botões ao longo da linha.

Figura 3 – Representação das botoeiras de emergência ao longo da máquina



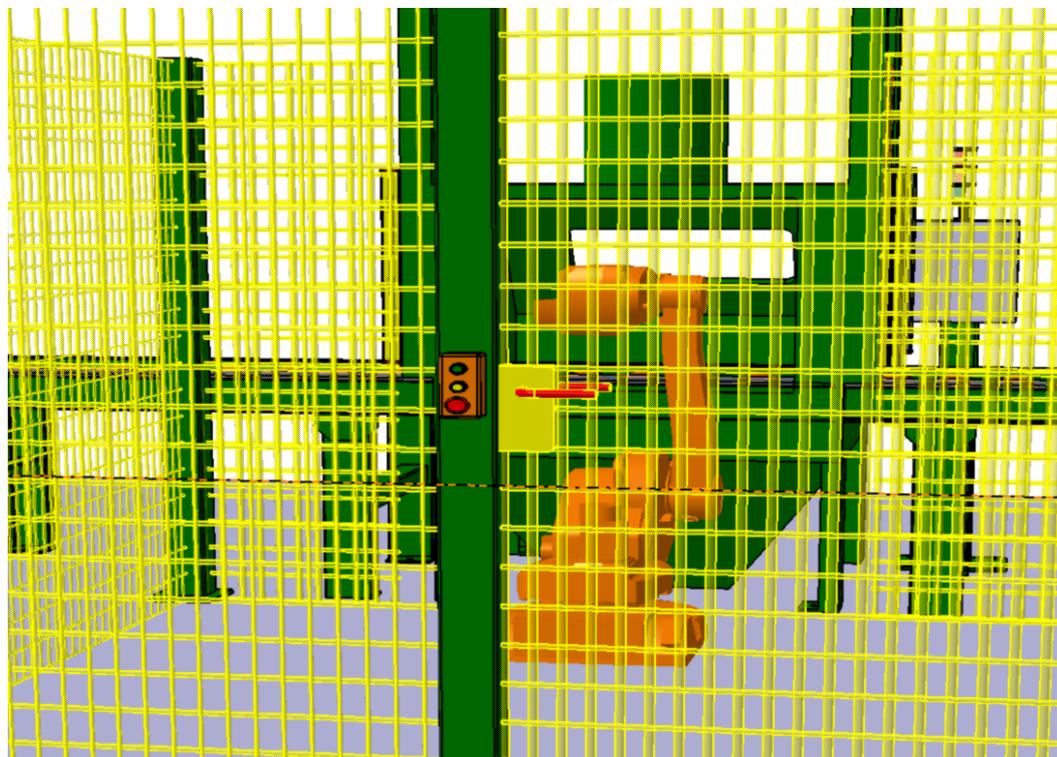
Fonte: Os autores (2020)

Todos os botões de emergência são monitorados pelos relês de segurança, na qual já foi citado no capítulo de desenvolvimento deste artigo.

A chave de segurança encontra-se na porta de acesso á gaiola, e quando requisitado pelo operador, a linha é paralisada completamente, assim, o operador pode efetuar o que havia planejado dentro da célula em segurança.

Para requisitar o acesso à célula, o operador precisa pressionar a botoeira de requisição de acesso na entrada da célula, assim como para que a linha volte a operar novamente basta que o operador pressione a botoeira de reset que também estará na entrada da célula. A Figura 4 apresenta, no ambiente virtual, a localização das botoeiras de acesso e reset da célula.

Figura 4 – Disposição das botoeiras na entrada da célula



Fonte: Os autores (2020)

É importante destacar que caso haja alguma botoeira de emergência acionada, a célula não irá operar, mesmo que o reset já tenha sido acionado anteriormente.

4.3.2.1 Sinalização

Como na NR-12 a sinalização é um fator importante, foi optado por utilizar diversas formas a fim de comunicar o perigo ao operador. A sinalização está compreendida na utilização de cores, símbolos e sinais sonoros e luminosos.

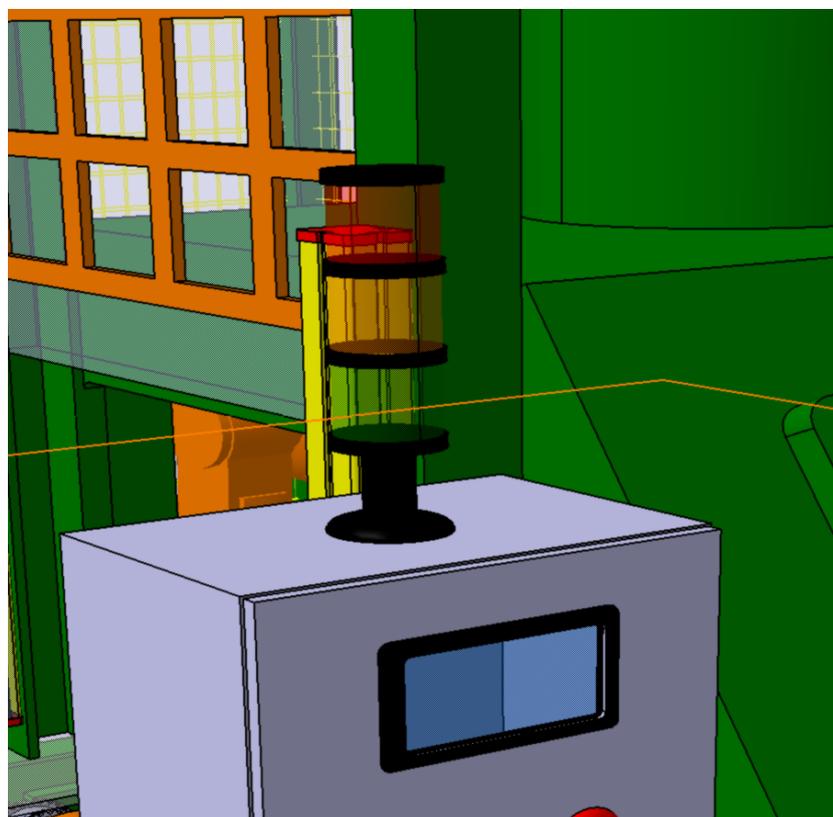
Para as sinalizações visuais, foi optado pela utilização de uma coluna luminosa, onde é representada os estados visuais por cores sinalizados na coluna.

- a) Verde: Sinaliza que a máquina está operando normalmente e está sendo operada em modo automático.
- b) Amarelo: Sinaliza que a máquina não está em modo automático, ou está parada sem executar nenhum programa, diferentemente da parada de alarme, este modo é apenas para sinalizar se ela está operando normalmente em modo automático, visando apenas a visualização da produção.

c) Vermelho: Máquina parada e em modo de alarme, ocasionada quando há alguma emergência batida, ou então quando algum alarme é acionado pelo CLP, a máquina é parada imediatamente e a luz vermelha é acionada indicando que para voltar ao normal (amarelo ou verde) antes precisa-se que seja feito alguma correção em relação aos alarmes.

Na Figura 5, pode-se ver a coluna luminosa utilizada em ambiente 3D.

Figura 5 – Disposição da coluna luminosa em cima do painel da IHM



Fonte: Os autores (2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem de cada componente do projeto facilitou o entendimento da implantação do projeto. O ambiente virtual do Catia (*Software* de modelamento utilizado) colaborou para a visualização de como ficaria o projeto fisicamente, visto que é um projeto que pode ser implementado futuramente.

O *software* da IHM ficou com um design bastante simples e intuitivo de se mexer, bastando apenas o operador selecionar as funções desejadas para a operação da máquina.

Pode-se concluir que a adequação às normativas da máquina foram um pouco complexas, visto que a aplicação de vários fatores de segurança requerem bastante a leitura de normas. Nota-se que pelo ambiente virtual, houveram várias mudanças em relação à primeira versão modelada apresentada no capítulo 2.

Vale citar que, mesmo com o projeto pronto, a automação da máquina ainda não está totalmente completa, visto que a máquina necessita de uma programação de um robô de seis eixos. Pode-se sugerir então para que aplicações futuras é interessante adicionar objetivos como a programação de robôs, viabilidade econômica, e a adição de um sistema de visão para identificação de peças que não foram completamente limpas.

REFERÊNCIAS

ACROS. **Grau de proteção dos sensores**. Disponível em: <<http://www.acros.com.br/novo/wp-content/uploads/2013/09/grau-protecao.jpg>>. Acesso em: 07 mai. 2020.

BALLUF BRASIL. **Sensores Indutivos BES021Z**. Disponível em: <<http://publications.balluff.com/pdfengine/pdf?type=pdb&id=256638&con=pt&ws=approval>>. Acesso em: 08 mai. 2020.

BOLTON, W. (2015) “*Programmable logic controllers*”. Editora Newnes, Edição: 4.

CAMISASSA, Mara Queiroga, (2015) “ **Segurança e Saúde no Trabalho - Nrs 1 a 36 Comentadas e Descomplicadas**”. Editora Método, 2015.

CAVALIERI, Salvatore; SCROPPO, Marco (2017). **A CLR Virtual Machine Based Execution Framework for IEC 61131-3 Applications** Department of Electrical Electronic and Computer Engineering (DIEEI), University of Catania, Italy<<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=137835921&S=R&D=egs&EbscoContent=dGJyMNHX8kSeprU4zOX0OLCmsEiep7FSs6e4SbCWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzpr02xqbJOuePfgex44Dt6fIA>> Acesso em: 28 out. 2020.

CYM MATERIALES SA “**Sistema de Jateamento - Introdução Geral**”.Disponível em:<<https://cym.com.ar/intranet/introduccion-sistema-Jateamento-granalha-cymmateriales-jato-areia-turbinados-metalcym.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2020.

DU, Winncy Y.(2015) “**Resistive, Capacitive, Inductive, and Magnetic Sensor Technologies**”. CRC Press Taylor & Francis Group, 2015.

GAMELEIRA, Tiago et al. (2017). **Ferramenta para programação de CLP's em alto Nível** Departamento de Engenharia de Computação e Automação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); Departamento de Informática e Estatística Universidade Federal do Piauí (UFPI). Disponível em: < https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/artigos/2010/cba2010_clp.pdf> Acesso em: 28 out. 2020.

GARCIA , Agenor Gomes Pinto (2003). **Impacto da lei de eficiência energética para motores elétricos no potencial de conservação de energia na indústria**. Corpo docente da coordenação dos programas de pós-graduação de engenharia da universidade federal do rio de janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/agpgarcia.pdf>> Acesso em: 09 mai. 2020.

GROOVER, Mikell P.(2010) “**Automação industrial e Sistemas de manufatura**”. Editora Pearson Universidades, ed.3, 2010.

MICHAELE DAVID DA CRUZ, (2010) “**Catia V5R20: Modelagem, montagem e detalhamento 2D e 3D**”. Editora Érica, Edição: 1.

PAREDES, Ramón S.Cortés (2013). **Aplicações gerais do processo de jateamento**. Departamento de Engenharia Mecânica : Laboratório de asperção térmica e soldagem especiais. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM734/Informa%E7%E3o%20jateamento.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2020.

PHILZ AUTOMAÇÃO SEGURA. **Manual PNOZ X2.1**. Disponível em: < https://www.pilz.com/download/open/PNOZ_X2_1_Operat_Man_1003354-EN-07.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

PHOENIX CONTACT. **Manual Relé único - REL-MR- 24DC/21 - 2961105**. Disponível em : <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/br?uri=pxc-oc_itemdetail:pid=2961105&library=brpt&tab=1#Geral> . Acesso em: 15 mai. 2020.

ROCKWELL AUTOMATION. **Folheto da família Micrologix**. Disponível em: < <https://ab.rockwellautomation.com/pt/Programmable-Controllers/MicroLogix-1400#documentation>>. Acesso em: 13 mai. 2020.

ROSÁRIO, João Maurício (2005) “**Princípios de Mecatrônica**”. Editora Pearson Universidades, ed. 1, 2005.

SEW EURODRIVE. **Motores e Motoredutores**. Disponível em: < <https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/11358858.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2020.

SEW EURODRIVE. **Seleção de acionamentos**. Disponível em: <https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/BR_10523801.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2020.

SIEMENS. **6EP1334-2BA20 Product Datasheet**. Disponível em: <<https://support.industry.siemens.com/cs/products/6ep1334-2ba20/sitop-psu100s-24-v-10-a?pid=158127&mlfb=6EP1334-2BA20&mfn=ps&lc=en-es>>. Acesso em: 16 mai. 2020.

Revista de Extensão e Iniciação
Científica da UNISOCIESC
REIS

ISSN 2358-4432

Compartilhar
conhecimento
é conhecer o
mundo.

UNISOCIESC

WEG. **Manual Inversor de Frequência CFW500.** Disponível em: <
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc4/hd3/WEG-cfw500-manual-de-programacao-10001469555-1.1x-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2020.