

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE AUTOMATIZAÇÃO INDUSTRIAL**

**BANCADA DE MONTAGEM E TORQUE PARA CILINDROS**  
**HIDRÁULICOS**

Trabalho de estágio apresentado como parte dos requisitos para obtenção da aprovação na disciplina de Estágio em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Me. Ricardo Leal Costi

**ISMAEL RICARDO CARRARO**

**Caxias do Sul**

# ISMAEL RICARDO CARRARO

Aprovado (a) em \_02\_/\_07\_/\_2021\_

## Banca Examinadora

---

Prof. Me. Ricardo Leal Costi (orientador)  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Me. Rafael Tronca  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Me. Bruno Fensterseifer Dias  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

## **AGRADECIMENTOS**

Meu agradecimento aos meus pais Ricardo e Helena por me incentivarem sempre dando todo o apoio e ajuda para superar as dificuldades ao longo da realização do curso. À minha esposa Juliana que me incentivou e acreditou em mim. Em especial ao meu orientador, Prof. Me. Ricardo Leal Costi, pela sua competência e orientação durante todo o desenvolvimento deste trabalho, me auxiliando de forma impecável. Agradeço a Hidrover por acreditar e disponibilizar os recursos para que o projeto pudesse ser implementado.

## **RESUMO**

Neste trabalho foi apresentado um projeto de uma bancada para torque e montagem de cilindros hidráulicos por dispositivos Poka Yoke. O processo anterior de montagem na linha de produção apresentava falhas na aplicação do torque e erros operacionais das etapas de montagem sem a utilização dos dispositivos e aplicação de trava química no parafuso de montagem do cilindro. Esses erros geravam problemas relacionados ao funcionamento dos cilindros com vazamento interno e detectados em alguns casos somente no cliente final com o cilindro em campo.

O novo projeto foi realizado para garantir de forma controlada as etapas que antecedem a aplicação do torque, com a implementação de um sistema Poka Yoke que auxiliará o operador a realizar o uso correto dos dispositivos, conforme definido na programação do CLP. O novo processo de montagem que fora realizado - com o acompanhamento e a validação das etapas criadas para o operador executar a montagem - reduziu os erros operacionais com o controle e a padronização do método de montagem e a aplicação do torque no parafuso com a ferramenta elétrica eliminou o modo de falha de cilindros sem torque ou torque baixo.

## **ABSTRACT**

In this work, a project of a bench for torque and assembly of hydraulic cylinders by Poka Yoke devices was presented. The previous assembly process on the production line had failures in the application of torque and operational errors in the assembly stages without the use of devices and application of chemical lock on the cylinder assembly screw. These errors generated problems related to the functioning of the cylinders with internal leakage detected, in some cases, only in the final customer with the cylinder in the field.

The new project was carried out to guarantee in a controlled manner the steps that precede the application of torque, with the implementation of a Poka Yoke system that will help the operator to carry out the correct use of the devices, as defined in the PLC programming. To apply the torque, an Atlas Copco branded equipment, model Power Focus 4000 was used, which was integrated with the *Unitronic* brand PLC, that controls the assembly steps and the application of torque. The new assembly process that had been carried out - with the monitoring and validation of the steps created for the operator to perform the assembly - reduced operational errors with the control and standardization of the assembly method and the application of torque on the screw with the power tool eliminated the failure mode of cylinders without torque or low torque.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Cilindro Hidráulico .....	11
Figura 2 - Vista em corte cilindro.....	15
Figura 3- Fluxograma da Montagem do cilindro.....	17
Figura 4- Êmbolo e Guia .....	17
Figura 5- Montagem do Conjunto da haste .....	18
Figura 6- Fechamento e gravação.....	18
Figura 7- Definição de torque.....	19
Figura 8-Gráfico de torque x Força x ângulo .....	21
Figura 9- Aperto por torque e Monitoramento de ângulo .....	21
Figura 10- Processo de torque & ângulo de deslocamento .....	23
Figura 11- Gráfico da saída do sensor digital.....	27
Figura 12- Gráfico de saída sensor analógico .....	27
Figura 13- Sensor Indutivo .....	28
Figura 14- Exemplo de sensor fotoelétrico refletivo .....	28
Figura 15- Torquímetros manuais tipo estalo.....	29
Figura 16- Central de acionamento, ferramenta pneumática.....	30
Figura 17- Painel e torquedeira eletrônica.....	30
Figura 18- Implementação elétrica de um controle .....	32
Figura 19- Exemplo de controlador lógico programável. ....	33
Figura 20- Torque manual por ferramenta Pneumática.....	37
Figura 21- Unidade de regulagem da pressão do ar .....	37
Figura 22- Exemplo de torque mais ângulo (170Nm + 45°) .....	38
Figura 23- Bancada de fechamento do cilindro.....	38
Figura 24- ETP ST 2000 Revo (2000Nm) .....	40
Figura 25- Painel Power Focus 4000.....	41
Figura 26- Programação do controlador Power Focus 4000 .....	41
Figura 27- Apoios com cilindros Pneumáticos .....	42
Figura 28- Posicionador do cabeçote de gravação .....	43
Figura 29- Fluxograma de preparação da montagem .....	43
Figura 30- IHM - Tela das receitas dos programas .....	44
Figura 31- Módulo (I/O).....	45
Figura 32- Receita para montagem.....	45

Figura 33- Programa Ladder .....	46
Figura 34- Poka Yoke de montagem .....	47
Figura 35- Fluxograma de montagem. ....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Cronograma de trabalho .....	14
Tabela 2- Exemplo de erros.....	25
Tabela 3- Tabela de regulagem do torque. ....	36



## LISTA DE SIGLAS

CLP	Controlador lógico programável
CNC'S	Controlador numérico computadorizado
CEP	Controle estatístico do processo
CPU	Central process unit
<i>FMEA</i>	<i>Failure mode and effects</i>
NM	Newton metro
NPR	Número de Prioridade de Risco
IHM	Interface homem máquina
<i>IATF</i>	<i>International Automotive Task Force</i>
IOs	Entradas e saídas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVAS DO ESTÁGIO	11
1.2	OBJETIVOS	12
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>12</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>12</b>
1.3	DESCRIÇÃO DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO	12
1.4	LIMITES DO TRABALHO	13
1.5	CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	13
<b>2</b>	<b>CILINDRO HIDRÁULICO</b>	<b>15</b>
2.1	PROCESSOS DE MONTAGEM DO CILINDRO HIDRÁULICO	16
<b>2.1.1</b>	<b>Pré-montagem</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Montagem e torque da haste</b>	<b>18</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Fechamento e gravação</b>	<b>18</b>
2.2	TORQUE	19
2.3	TECNOLOGIA DE APERTO	20
<b>2.3.1</b>	<b>Torque com monitoramento de ângulo</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Torque e ângulo de deslocamento</b>	<b>22</b>
2.4	SISTEMA POKA YOKE	23
<b>2.4.1</b>	<b>Objetivos e os métodos de inspeção</b>	<b>24</b>
2.5	SISTEMA PNEUMÁTICO	25
2.6	SENSORES	26
<b>2.6.1</b>	<b>Sensores Indutivos</b>	<b>27</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Sensores Fotoelétricos</b>	<b>28</b>
2.7	FERRAMENTAS DE TORQUE	29
<b>2.7.1</b>	<b>Tipos de ferramentas</b>	<b>29</b>
2.8	SISTEMA DE SEGURANÇA NR12	31
<b>2.8.1</b>	<b>Instalações e arranjos físicos</b>	<b>31</b>
<b>2.8.2</b>	<b>Instalações e dispositivos elétricos</b>	<b>31</b>
2.9	SISTEMAS DE CONTROLES	31
<b>2.9.1</b>	<b>Interfaces de comunicação</b>	<b>34</b>
<b>2.9.2</b>	<b>Aplicações</b>	<b>34</b>
<b>2.9.3</b>	<b>Sistemas de segurança</b>	<b>34</b>

<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE PROJETO.....</b>	<b>36</b>
3.1	PROCESSO ATUAL DE TORQUE.....	36
3.2	PROCESSO PROPOSTO .....	39
<b>3.2.1</b>	<b>Realização do torque .....</b>	<b>40</b>
3.3	POSICIONADORES DE ALINHAMENTO.....	42
3.4	ELIMINAÇÃO DE ERROS DE MONTAGEM.....	43
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Com o objetivo de aperfeiçoar a aplicação do torque e a montagem dos cilindros hidráulicos, a empresa Hidrover Equipamentos Hidráulicos verificou a necessidade de desenvolver um projeto para atender os requisitos de qualidade e confiabilidade para a montagem dos cilindros.

Neste trabalho, foi tratada a implementação de um projeto de melhoria e desenvolvimento de uma máquina para o controle das etapas da montagem e torque dos cilindros. Para minimizar erros de produção realizados por operadores que executam a tarefa, será implementado um dispositivo Poka Yoke e na aplicação do torque, uma ferramenta elétrica para o aperto do parafuso na montagem executada na linha.

Foi tomado como base para o trabalho, o desenvolvimento de um projeto mecânico. Este será adequado com um dispositivo à prova de erros humanos, capaz de garantir a correta utilização dos materiais na montagem de forma controlada por sensores de presença e lâmpadas sinalizadoras.

## 1.1 JUSTIFICATIVAS DO ESTÁGIO

O projeto para a melhoria e aperfeiçoamento do atual processo de montagem e torque dos cilindros hidráulicos, surgiu com a deficiência que o recurso anterior apresentava: erros operacionais, não conformidades constantes do processo, a baixa eficiência da produção, a ausência de um método de controle do processo de torque e a falta de rastreabilidade do produto em campo, os aspectos de fixação das peças para o processo de montagem e problemas relacionados à ergonomia do operador.

Os requisitos de qualidade para os torques aplicados na montagem , atualmente são especificados pelos clientes com a exigência da garantia da aplicação do torque efetivo e a rastreabilidade do produto, já não estavam sendo atendidos no processo.

A automação eficiente empregada nesse processo irá proporcionar ganhos de qualidade e produtividade para a linha de produção. As falhas de montagem realizadas pela mão de obra terão impacto positivo com a utilização de metodologia com auxílio de dispositivos Poka Yoke, garantindo o uso correto dos materiais na montagem dos cilindros. Para a aplicação dos torques necessários com as novas especificações de engenharia aplicadas no produto, será substituída a ferramenta de aplicação do torque por uma eletrônica capaz de executar as novas especificações de torque.

Figura 1- Cilindro Hidráulico



Fonte: Hidrover (2021)

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um processo para a aplicação de torque na montagem do cilindro, utilizando tecnologia de aperto com ferramenta eletrônica no processo, além do monitoramento de materiais auxiliares na montagem que são necessários nas etapas do processo.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Levantar dados para a análise das necessidades do processo;
- Pesquisar, analisar e dimensionar equipamentos de aplicação torque no mercado;
- Especificar posicionadores da montagem;
- Implementar sistema com eliminação de erros;
- Efetuar testes para aprovação da máquina.

## 1.3 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO

A Hidrover é uma empresa com cerca de 200 funcionários, possuindo tecnologia no processo de fabricação de cilindros hidráulicos, situada na cidade de Flores da Cunha (RS). A empresa tem 40 anos de mercado, fornecendo soluções em cilindros hidráulicos para os segmentos de máquinas agrícolas, de Construção Civil e linhas de caminhões. Conta com linhas de usinagem de tornos CNC's, centros de usinagem e processos de soldagem robotizados, que garantem a qualidade e competitividade da empresa, sendo certificada na ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade SGQ) e na IATF (*International Automotive Task Force*), atuando no fornecimento de cilindros para montadoras de implementos como Caterpillar, John Deere, Agco, Mercedes, Mann Caminhões.

O trabalho foi realizado no ambiente fabril da empresa, no setor de montagem de cilindros hidráulicos. O projeto foi implementado na área de montagem de cilindros com uma equipe qualificada para a execução do projeto, tendo colaboradores de todos os setores responsáveis pela implementação, em especial o setor de Engenharia de Processos, Engenharia da Qualidade, Líderes de Produção e o setor de Manutenção.

## 1.4 LIMITES DO TRABALHO

*A Análise de Modos de Falhas e Efeitos – FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) é um método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos para identificar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas.*

O trabalho é limitado à parte mecânica da construção e a programação do CLP, onde equipe de pessoas terceirizadas realizam a tarefa de fabricação e montagem dos componentes da máquina.

A limitação por parte do aluno está dividida nos seguintes itens:

- Realizar o estudo do FMEA do processo, para analisar os possíveis modos e efeitos de falha do processo;
- Desenvolvimento do sistema Poka Yoke para as etapas da montagem correta das peças no produto;
- Desenvolvimento do projeto mecânico, com as definições do uso da ferramenta de aplicação de torque, e a definição dos dispositivos Poka Yoke;
- Definição e análise de ferramentas de torque disponíveis no mercado para aplicação no projeto;
- Revisão da Instrução de Trabalho, após a implementação, que está disposta no posto de trabalho para o treinamento dos operadores;
- Realizar orçamentos para a compra de componentes que melhor se aplicam no projeto.

## 1.5 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

O projeto foi dividido em etapas, onde a implementação do trabalho realizado foi de responsabilidade do autor. Um *workshop* foi apresentado com toda a equipe responsável pelo projeto, para implementar as ideias e sugestões para o desenvolvimento do processo de montagem dos cilindros. Verificou-se que o layout e o espaço físico das máquinas devem ser alterados para melhorar o fluxo e movimentação durante o processo produtivo da fábrica.

A construção mecânica realizada através do projeto inicial desenvolvido pela engenharia de processo foi responsável por garantir a segurança e principalmente a qualidade do produto na execução das fases de fabricação.

A realização da programação depende da conclusão da montagem da estrutura e das partes que compõem o projeto mecânico. Após esta etapa, foi realizada a integração da parte

da automação e programação do CLP, com a validação dos cilindros dispostos na linha de montagem e a criação das receitas para a seleção do programa de aplicação de torque, conforme definido em desenho de engenharia do produto.

A capacidade do processo será feita após a implantação completa do projeto, com a avaliação do torque aplicado e relatório de CEP (Controle Estatístico do Processo) para a verificação do torque desejado.

Tabela 1 - Cronograma de trabalho

TAREFA	PROGRESSO	
<b>Desenvolvimento do Software</b>	<b>SEMANAS</b>	
Projeto e aprovação	5 SEMANAS	100%
Fabricação e montagem Mecânica	20 SEMANAS	100%
Instalação elétrica e hidráulica	2 semanas	100%
Testes e validações (try-out)		100%
<b>instalação e liberação.</b>		
instalação na fábrica (layout / elétrica )	2 Dias	100%
Programação das receitas para CLP	1 Dia	100%
Treinamento dos Operadores	1 Dia	100%
Acompanhamento (qualificação dos códigos)	1 Semana	100%
Monitoramento	3 Semanas	100%

Fonte: Hidrover

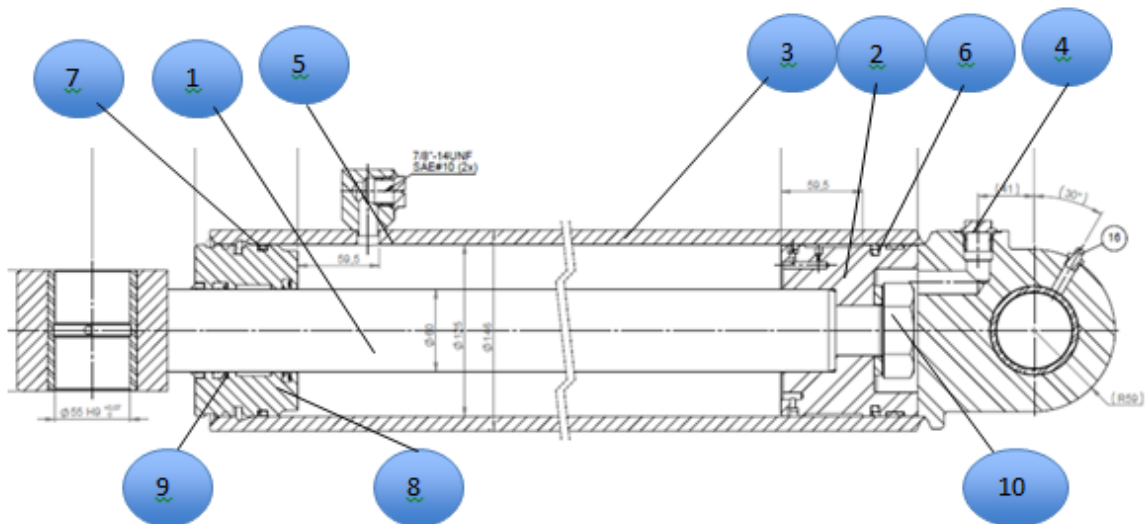


## 2 CILINDRO HIDRÁULICO

Em hidráulica ou pneumática, um cilindro é um atuador mecânico usado para aplicar uma força através de um percurso. O cilindro hidráulico recebe a energia do fluido pressurizado por pelo sistema e o cilindro converte essa energia recebida em energia mecânica. O fluido é enviado para o cilindro por uma válvula direcional.

O cilindro hidráulico Figura (2) consiste basicamente em quatro partes: conjunto do tubo, um êmbolo, um guia e o conjunto da haste. O fluido pressurizado atua em ambas as câmaras, alternadamente, para produzir o movimento linear nos dois sentidos, avanço e recuo.

Figura 2 - Vista em corte cilindro



Fonte: o autor (2021)

Um cilindro de dupla ação representado e visto em corte: A haste (1) é rigidamente fixada ao êmbolo (2), que se move ao longo do tubo cilíndrico (3), pela ação do fluido sob pressão, que é direcionado para as entradas nas tampas (4) - extensão, e (5) - retração. A vedação (6) do êmbolo (2) impedem a passagem do fluido entre as câmaras internas do cilindro. A vedação (7) do guia (8) impede o vazamento externo do fluido pela haste, a vedação (9) impede o vazamento externo do fluido pela haste e a fixação do parafuso (10) impede o vazamento interno do fluido pelas câmaras do tubo (3).

A equação (1) é representada com a força máxima em função da área efetiva do êmbolo e da pressão máxima admissível, onde:

$$F = P * A \quad (1)$$

Desta equação, deduz-se que a força  $F$  é diretamente proporcional constante à pressão  $P$  e à área  $A$ , ou seja, quanto maior  $P$  ou  $A$ , também  $F$  será maior.

A força é constante durante todo o percurso. Nos cilindros de haste simples, a força de extensão da haste é maior que a de retração, já que a área efetiva do lado do êmbolo é maior que a área efetiva do lado da haste. Isto porque a área efetiva do lado da haste é a área do êmbolo, subtraída a área da seção circular da haste. Nos cilindros de haste dupla, tendo ambas as hastes o mesmo diâmetro, também as forças serão iguais nos dois sentidos.

A velocidade de deslocamento da haste é função da vazão do fluido e da área efetiva do êmbolo.

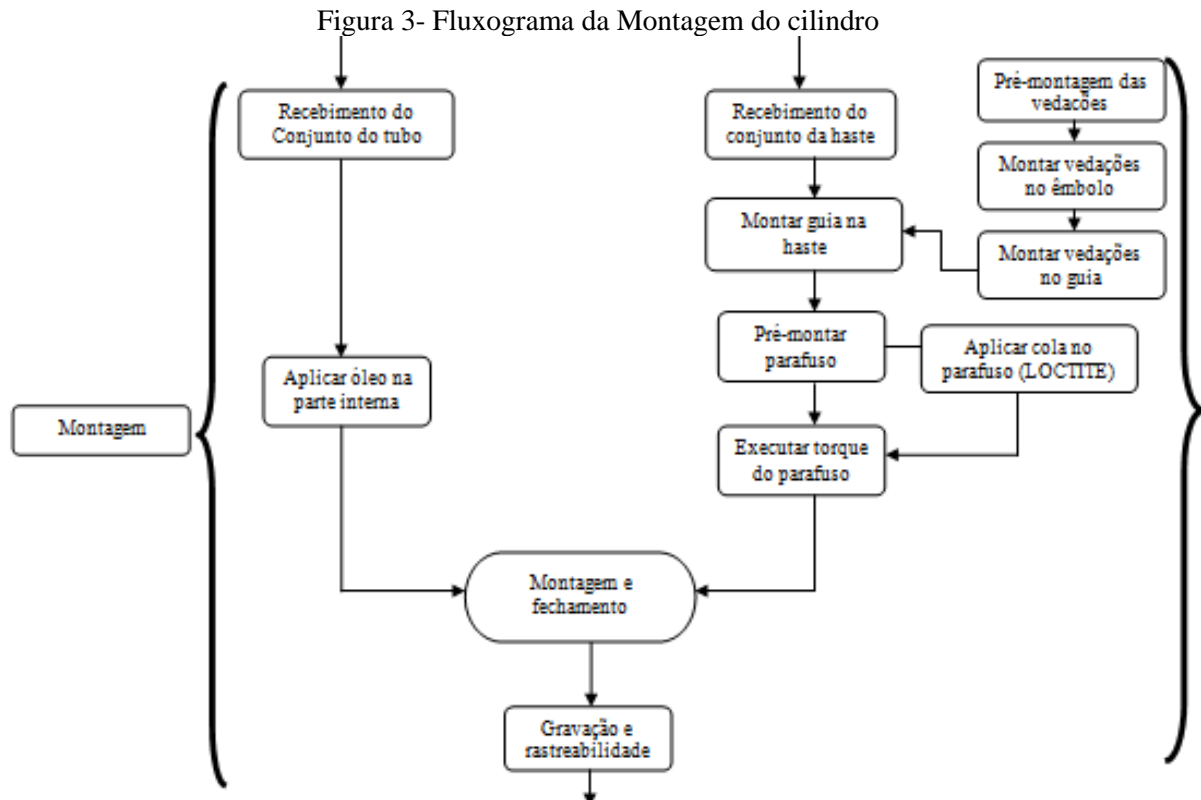
$$V = Q/A \quad (2)$$

Desta equação (2), deduz-se que a velocidade  $V$  é diretamente proporcional à vazão  $Q$  e inversamente proporcional à área  $A$ , ou seja, quanto maior  $Q$ , maior  $V$ , e quanto maior  $A$ , menor  $V$ . Nos cilindros de haste simples, como a área efetiva do lado da haste é menor, a velocidade de retração é maior que a de extensão. Nos cilindros de haste dupla, tendo ambas as hastes o mesmo diâmetro, também a velocidade será igual nos dois sentidos.

## 2.1 PROCESSOS DE MONTAGEM DO CILINDRO HIDRÁULICO

As etapas da produção que compõem o cilindro hidráulico até a montagem final do produto, requerem diversos processos e requisitos de qualidade, para que a montagem dos componentes ocorra de forma correta, sem falhas e erros operacionais.

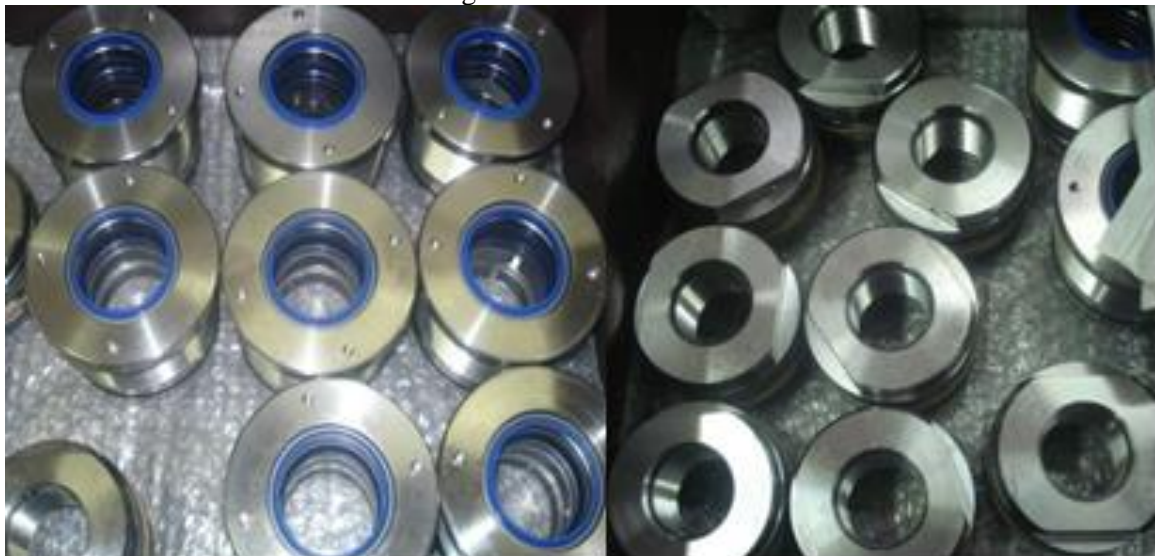
A fabricação completa do cilindro hidráulico pode ser visualizada no fluxograma da Figura (3), destacando os serviços realizados pelo operador, entre eles a pré-montagem Figura (4), aplicação de torque do conjunto da haste na Figura (5) e o fechamento e gravação Figura (6).



### 2.1.1 Pré-montagem

A pré-montagem dos componentes guia (8) e êmbolo (2) são feitas em outro setor, que as envia para a montagem de cilindros, as peças são armazenadas em caixas para que as mesmas fiquem protegidas.

Figura 4- Êmbolo e Guia



Fonte: o autor (2021)

### 2.1.2 Montagem e torque da haste

Depois de realizada a montagem desses dois componentes, a próxima etapa é a montagem e torque do parafuso de fixação do êmbolo na haste (1). A haste recebe o guia (8) e o êmbolo (2) junto com o parafuso (10), que recebe o torque de aperto para fixação.

Figura 5- Montagem do Conjunto da haste

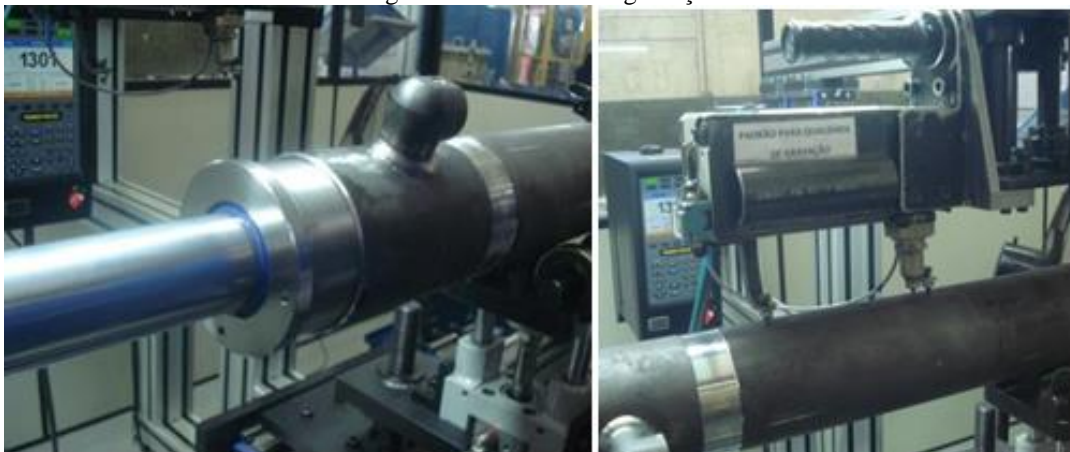


Fonte: o autor (2018)

### 2.1.3 Fechamento e gravação

A última etapa da montagem para compor o cilindro é o fechamento da haste (1) com o tubo (3), que forma o cilindro completo ao final da montagem, a gravação é feita no tubo com as informações relacionadas ao produto e a rastreabilidade Figura (6).

Figura 6- Fechamento e gravação



Fonte: o autor (2021)

## 2.2 TORQUE

Torque é uma quantidade física vetorial, sendo uma medida de quanto uma força que age em um modelo faz com que o mesmo gire. O objeto gira sobre um ponto central, conhecido como ponto pivô. A distância do ponto pivô ao ponto o qual é atuada uma força  $F$  é chamada de braço do momento e é definida por  $r$ , sendo que este também é um vetor.

O torque é definido pela equação 3:

$$T = \frac{d}{dt}(r \times mv) \quad (3)$$

Atlas Copco (2003) apresenta de maneira simplificada que o torque é a resultante de uma força aplicada em um determinado braço de alavanca, onde quanto maior o braço da alavanca menor será a força aplicada para determinado torque. Na equação 4, é explicado este conceito.

$$T = F \times L \quad (4)$$

Sendo:

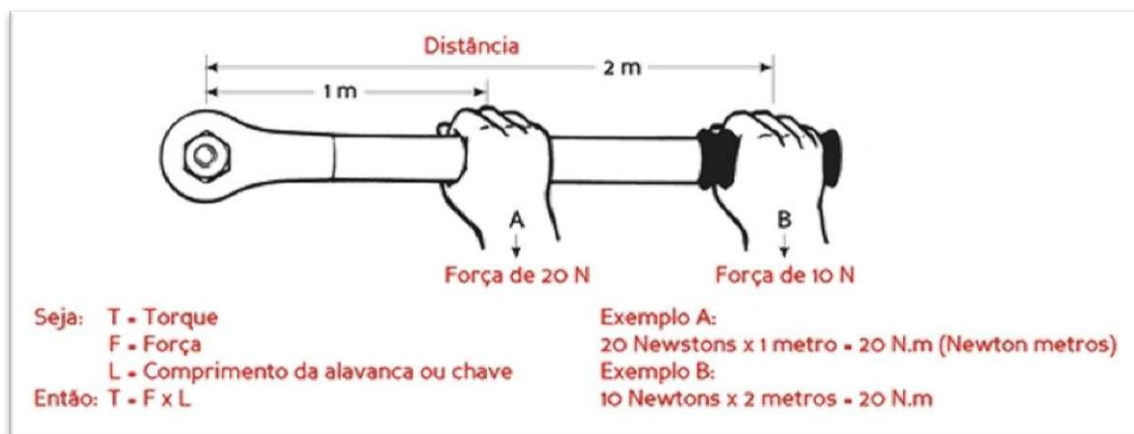
T= torque

F= força

L= comprimento da alavanca

Na Figura (7), fornecida pelo catálogo da Atlas Copco (2003), exemplifica este conceito.

Figura 7- Definição de torque



Fonte: Atlas copco (2003)

O torque é aplicado à parafusos, pinos, componentes e fixadores de componentes, onde a aplicação de torque de acordo com esses princípios causa alongamento linear e consequentemente o alongamento dos parafusos. Antes de aprofundar seus conhecimentos sobre torque, é extremamente importante saber quais parâmetros fazem parte do conceito de

torque. Portanto, conforme apontado por Atlas Copco (2003), diversos fatores devem ser levados em consideração no cálculo e dimensionamento de um sistema de fixação de parafusos. É essencial verificar se existe algum tipo de solda entre as fundições. Além disso, outro ponto a ser considerado é o tipo de conector que será utilizado no processo.

Segundo catálogo da Metaltork (2011), a junta de maneira bem simplificada é constituída pelos elementos básicos abaixo:

- O parafuso, no qual este possui rosca externa;
- A contra peça, esta pode ser flexível ou rígida e sofrerá todas as forças no processo de aperto.

### 2.3 TECNOLOGIA DE APERTO

A equação básica definida para o torque é expressa como uma constante  $k$ , que é tabulada em função do material e revestimento do componente e do formato de aplicação de torque. A equação 5 permite que o torque seja calculado a partir da força tensora.

$$\text{Torque} = Ma = Fv \times d \times k \quad (5)$$

Onde as variáveis são representadas por:

$Ma$ = Momento de aperto [Nm]

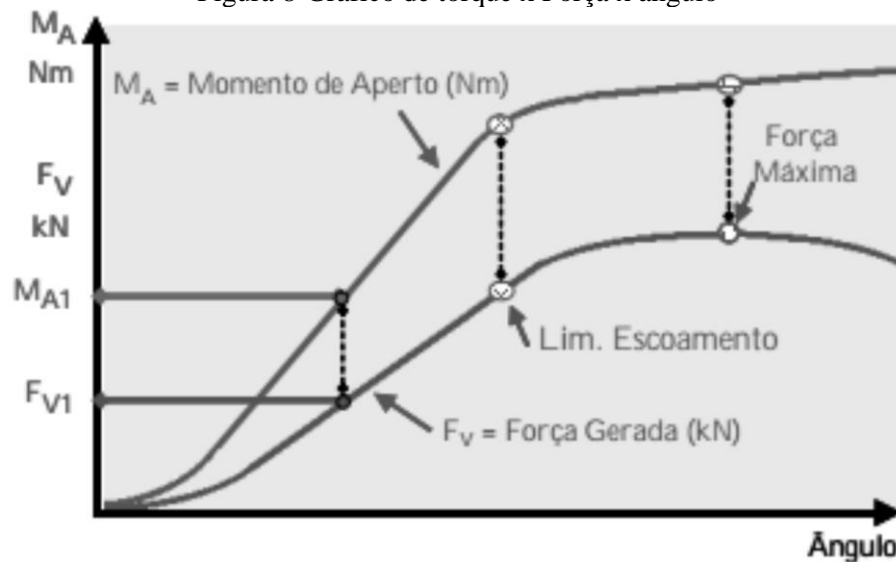
$Fv$ = força tensora [kN]

$d$ = diâmetro do elemento de fixação [mm]

$k$ = fator de torque [kfactor]

Como afirma Metaltork (2011), a equação básica não inclui a realização de capacidades no processo produtivo. Normalmente em equipamentos eletrônicos de torque, a capacidade é de  $\pm 5\%$ . Na Figura (8), ele mostra a relação entre a mudança de torque e a força, onde o ângulo de aperto é o ângulo principal.

Figura 8-Gráfico de torque x Força x ângulo



Fonte: METALTORK (2011)

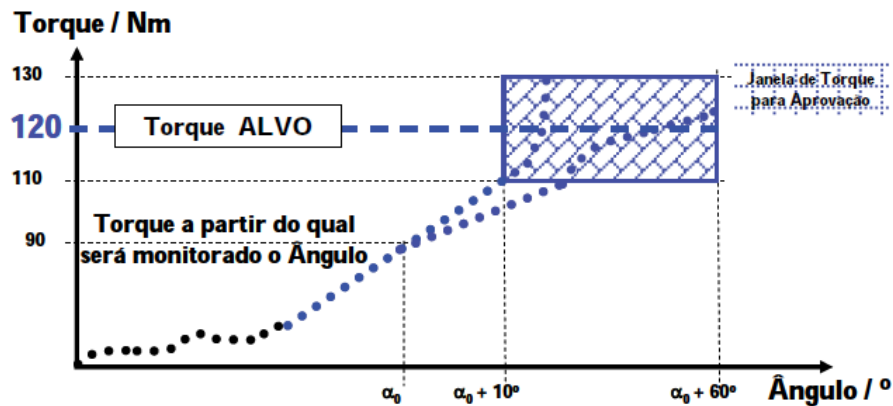
O ângulo gerado na Figura (8) refere-se à área elástica contida no parafuso. Esse ângulo é gerado até a área de escoamento do material, e esse ângulo tem um comportamento não linear. A área acima do limite de fluxo é chamada de força máxima, após a qual o parafuso se quebra.

### 2.3.1 Torque com monitoramento de ângulo

De acordo com a definição de Metaltork (2011), quando o ângulo precisa ser monitorado durante o processo de aplicação do torque, devem ser utilizados equipamentos eletrônicos.

Ao estabelecer a janela de ângulo Figura (9), para o mesmo torque alvo, especificamos a força de tração mínima, condição que torna este processo habilitado para juntas críticas. Assim sendo, podemos classificar o processo de aperto por torque com monitoramento de ângulo.

Figura 9- Aperto por torque e Monitoramento de ângulo



Fonte: METALTORK (2011)

Desvantagens:

- O equipamento não é tão simples (deve ser eletroeletrônico);
- Para multi-uso (diferentes Juntas em uma mesma Estação de Aperto), as Juntas devem ter certa similaridade.

Vantagens:

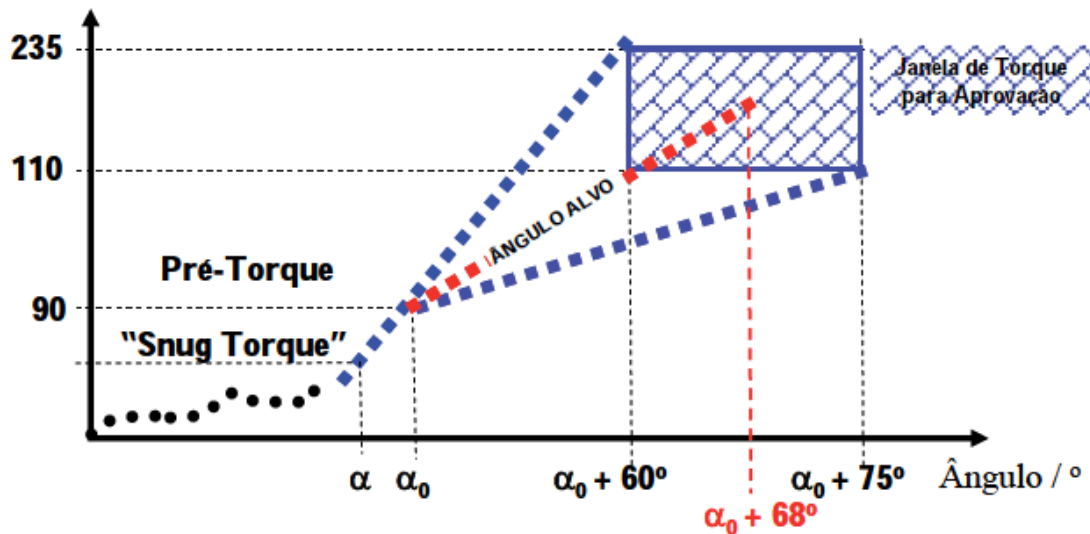
- Garante uma Força Tensora mínima e estável;
- É adequado para Juntas consideradas críticas;
- Risco Zero para “Torque Falso” ou baixo aperto;
- Permite um controle das condições de contorno da junta devido ao baixíssimo risco de alongamento do Elemento de Fixação e/ou deformação das Contra-peças.

### 2.3.2 Torque e ângulo de deslocamento

Conforme Metaltork (2011) o terceiro processo a ser descrito é o processo de aperto por torque e ângulo de deslocamento. Na Figura (10) ele apresenta o processo de aperto por torque & ângulo.



Figura 10- Processo de torque &amp; ângulo de deslocamento



Fonte: METALTORK (2011)

Isso significa que a força tensora gerada na fase de pré-torque deve ser baixa e o seu coeficiente de atrito são de suma importância. A força total obtida neste processo de aperto por torque & ângulo de deslocamento é a força somada das duas forças obtidas por diferentes mecanismos, um totalmente dependente dos coeficientes de atrito e assentamento e outro, linear com ângulo aplicado.

#### 2.4 SISTEMA POKA YOKE

De acordo com Dennis (2008, p109), *jidoka* tem sido definido pela Toyota como “automação com uma mente humana”. Refere-se a máquinas e equipamentos dotados de dispositivos e recursos que detectam a anomalia, interrompem o processo para evitar produzir sem qualidade. O precursor desse conceito foi Sakichi Toyoda, que em 1902 inventou uma máquina de tear que pararia automaticamente ao detectar qualquer fio partido. Esse invento reduziu o número de defeitos e aumentou a produtividade.

Na Toyota, o operador de produção tem o direito e a obrigação de parar a produção quando detectar qualquer anomalia que possa afetar a qualidade. Tem como base um provérbio da Toyota que diz: “pare a produção para que a produção nunca tenha que parar”.

Mas como detectar problemas na produção de forma eficaz, segundo Shiego Shingo, considerado guru de *Lean Manufacturing* e uma das frases atribuídas a ele é a de que “os humanos são animais que cometem erros”, portanto, na visão de Shiego Shingo, a engenharia deveria propor um meio de minimizar ou até eliminar o fator humano como detector de possíveis problemas de qualidade. Para entender essa necessidade, foi criado o Poka Yoke. Na

tradução direta para o português, *poka* significa inadvertido e *yoke* significa prevenção. Poka Yoke refere-se à verificação de erros por meios de dispositivos simples, mas de alta eficiência, que tornam quase impossível que um operador cometa erros. Em resumo, Poka Yoke pode ser considerado um dispositivo à prova de erro.

Conforme Dennis (2008, p 112), Poka Yoke reduzem a sobrecarga física e mental do trabalhador ao eliminar a necessidade de constantemente verificar erros comuns que provocam defeitos. De acordo com Shigeo Shingo (1980, p.55), o Poka Yoke possibilita uma inspeção 100% a partir do controle físico ou mecânico.

Dentre os tipos de Poka Yoke, podemos destacar dois deles.

- Poka Yoke de produto: destinado à prevenção da produção de produtos defeituosos. Itens como tamanho, forma e cor podem ser detectados e em caso de falha, imediatamente uma ação deve ser tomada;
- Poka Yoke de processo: tem como função controlar características de processo, tais como controladores de temperatura e posição, sensores de presença etc.

Conforme Shiego Shingo, há dois métodos nos quais os Poka Yoke podem ser utilizados para prevenir erros.

- Método de controle: caso em que uma máquina para em função da sinalização de um Poka Yoke de forma que o problema possa ser corrigido;
- Método de advertência: nesse caso, a partir da ação do Poka Yoke, um alarme é acionado ou uma luz acende alertando o trabalhador.

Poka Yoke são utilizados em muitos produtos e serviços e algumas vezes passam despercebidas. Um caso típico de aplicação de Poka Yoke de produto se refere ao diversos tipos de entradas para plugs em um notebook, por exemplo, entradas USB, HDMI, cartão SD etc.

#### **2.4.1 Objetivos e os métodos de inspeção**

Outro método de inspeção a ser executado, é o método definido por Ghinato (1996), no qual o autor destaca os três possíveis e principais objetivos.

- Para descobrir defeitos;
- Para reduzir defeitos;
- Para eliminar defeitos;

Portanto, segundo Ghinato (1996) para cada um dos objetivos acima, existe um correspondente método de inspeção a ser realizado;

- Para descobrir defeitos o método utilizado é a inspeção por julgamento;
- Para reduzir defeitos o método utilizado é a inspeção informativa;
- Para eliminar defeitos o método utilizado é a inspeção na fonte.

Outros possíveis erros, conforme descrito por Ghinato (1996), nos processos produtivos são os erros humanos. O erro humano tem varias origens, mas conforme Tabela(2), podemos identificar pelo menos 10 tipos de erros.

Tabela 2- Exemplo de erros

Tipo de erro	Característica	Exemplo	Prevenção
1- esquecimento	Ocorre quando não há concentração na execução da atividade	o chefe de uma estação de trem esquece de baixar a cancela de impedimento de uma avenida por onde vai cruzar o trem	Alertar o operador antecipadamente ou verificar regularmente
2- Falta de entendimento	conclusões apressadas antes de familiarizar-se com a situação	uma pessoa usando um carro hidráulico pisa no freio pensando ser o pedal da embreagem	treinamento, verificação antecipada, padronização dos procedimentos de trabalho
3- Erro de identificação	juízo errado da situação por não ter tido uma visão clara (de muito longe ou muito rápido)	uma pessoa encontra uma nota de um dólar pensando em ser uma nota de 10 dólares no primeiro momento	treinamento, atenção e vigilância
4- amadorismo	falta de experiência	um trabalhador opera uma máquina sem conhecer os procedimentos	habilitação, padronizaçãodas operações
5- erro por desobediencia deliberada	desconsideração das regras sob certas circunstâncias	atravessar um cruzamento quando o sinal está vermelho porque não há sinal de carros à vista	educação básica e experiência
6- Erros por inadvertência	distração, não se percebe com o erro aconteceu	atravessar um cruzamento de ruas sem ter notado que o sinal está vermelho	atenção, disciplina e padronização das operações
7- erro devido a lentidão	demora em decidir ou adotar uma ação	uma pessoa aprendendo a dirigir pode demorar a pisar no freio no momento necessário	habilitação e padronização das operações
8- erro devido a falta de padrões	falta de instruções de trabalho	uma medição é executada com base nos critérios pessoais de um operador	padronização das operações e instruções de trabalho
9- Erro por surpresa	o equipamento funciona de forma anormal	uma máquina opera precariamente sem ter sido notada	manutenção produtiva total e padronização das operações
10- Erros intencionais	erros deliberados (propositais)	crime e sabotagem	educação fundamental e disciplina

Fonte: Adaptado de GUINATO (1996)

## 2.5 SISTEMA PNEUMÁTICO

Pneumática é o ramo da engenharia que estuda a aplicação do ar comprimido para tecnologia de acionamento e comando. De acordo com a ISO 5598 – Sistemas e componentes Hidráulicos e pneumáticos – Terminologia, a pneumática refere-se à ciência e tecnologia que trata do uso do ar ou gases neutros como meio de transmissão de potência.

Podemos identificar dois âmbitos tecnológicos diferentes:

- O primeiro refere-se à produção, condicionamento e distribuição do ar comprimido envolvendo o estudo de processos de compressão, filtragem e secagem;
- O outro mostra o desenvolvimento tecnológico e dimensionamento dos componentes para realizar tais funções.

As fontes de ar comprimido alimentam os circuitos pneumáticos, que incluem válvulas e cilindros interligados através de tubulações, com objetivo de converter, de forma controlada, a energia pneumática em energia mecânica linear, de translação ou de rotação. O circuito pneumático é entendido como parte de um sistema pneumático, ou que engloba também os sensores, controladores, circuitos elétricos e outros componentes que viabilizam a automação ou controle de um processo.

Atualmente existem várias aplicações da pneumática no meio industrial e mesmo na nossa vida diária. Entre alguns exemplos de aplicação atuais de pneumática podemos citar:

- Dispositivos de fixação de peças em máquinas;
- Sistemas automatizados para alimentação de peças;
- Robôs industriais para aplicações que não exijam posicionamento preciso;
- Freios de caminhão.

A força de avanço ( $F_a$ ) de um atuador linear pneumático é normalmente dada pela equação 6.

$$F_a = P_t * A_p \quad (6)$$

Em que:

- $P_t$ - Pressão de trabalho
- $A_p$ - área do pistão

## 2.6 SENSORES

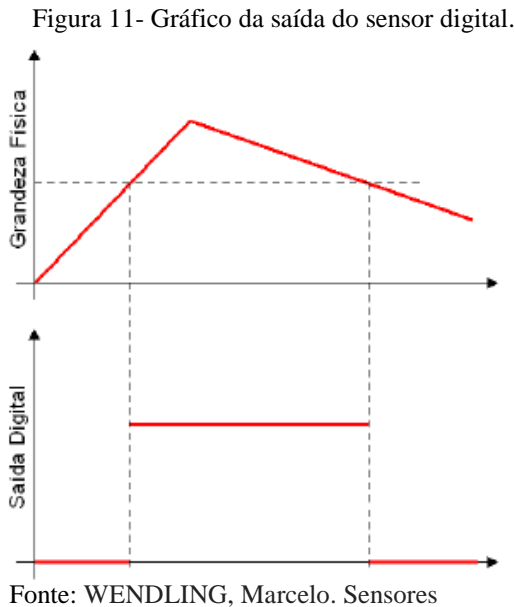
Sensor termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre grandeza física que precisa ser mensurada (medida), como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc.

Um sensor nem sempre tem características elétricas necessárias para ser utilizado em um sistema de controle. Normalmente o sinal de saída deve ser manipulado antes da sua leitura no sistema de controle. Isso geralmente é realizado com um circuito de interface para a produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador.

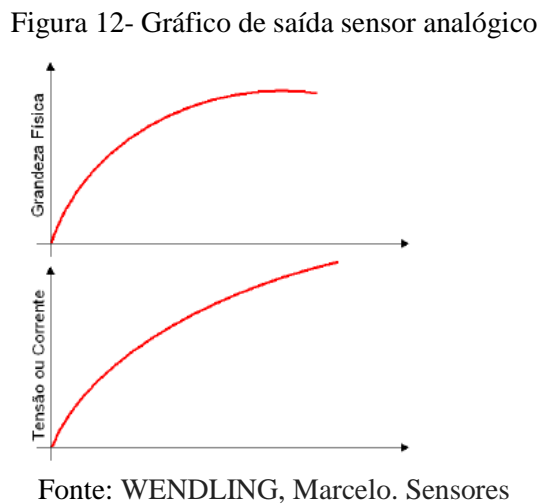
No âmbito industrial, é fundamental uma grande quantidade de características de sensores, principalmente quando tratamos de automação e instrumentação industrial.

Os tipos de saída dos dispositivos são discretos, ou seja, só assume valores de 0 ou 1 lógicos (saídas on/off). Nesse tipo de saída só é capaz de determinar se uma grandeza atingiu

um valor predeterminado. A Figura (11) ilustra a saída de um sensor digital de acordo com a variação da entrada ao longo do tempo:



A saída analógica possui uma saída contínua. Busca-se sensores que possuem sua saída analógica próxima a uma réplica da grandeza física. Como representado na Figura (12).



### 2.6.1 Sensores Indutivos

Os sensores indutivos Figura (13), são projetados para operar com a detecção de sinal sem contato direto, elementos metálicos que atravessam o seu campo magnético convertendo um sinal elétrico inteligível. Os sensores indutivos operam quando as bobinas que detectam variação do campo magnético e se alteram com a presença de materiais ferrosos e mesmo

materiais diamagnéticos, que dispersam as linhas de força de um campo magnético, esses materiais agem no campo magnético gerando uma oscilação no campo da bobina.

A distância nominal de acionamento  $S_n$  é um dado do sensor de aproximação apresentado nas tabelas dos fabricantes. A distância real de acionamento  $S_r$  pode afastar-se em até 10% da distância nominal de acionamento, pois dependem de fatores como temperatura e o material a ser detectado.

Figura 13- Sensor Indutivo



Fonte: DENNIS, Pascal

### 2.6.2 Sensores Fotoelétricos

Sensores que trabalham com luz são muito mais rápidos que sensores mecânicos, pois não apresentam inércia e não tem peças móveis que quebram ou desgastam. Os sensores fotoelétricos, Figura (14) são de diferentes tipos, sendo empregados numa infinidade de aplicações na indústria e em outras áreas de tecnologia.

Figura 14- Exemplo de sensor fotoelétrico refletivo



Fonte: <https://www.bannerengineering.com/br>

## 2.7 FERRAMENTAS DE TORQUE

No início da indústria, todo aperto em parafusos era efetuado sem controle de torque, mas a necessidade de aumento da confiabilidade e garantia da eliminação de vazamentos houve uma evolução do ferramental com o controle de torque.

Muitas empresas são fornecedoras de ferramentas com controle de torque, e existe uma gama grande de tipos e modelos. Cada ferramenta opera em uma determinada faixa de aperto, por isso é importante o conhecimento amplo dos equipamentos na planta e a necessidade de torque que os mesmos necessitam. Estes equipamentos geralmente são de alto custo de aquisição e uma escolha certa trará grandes benefícios.

### 2.7.1 Tipos de ferramentas

Os tipos de ferramentas que podem ser utilizadas nos processos de aperto dividem-se em três tipos, os torquímetros manuais Figura (15) são utilizados pelos usuários de forma manual, aplicando a força diretamente em sua Haste/alavanca. Na sua extremidade podemos utilizar soquetes sextavados ou estriados. A regulagem é feita diretamente no regulador localizado na haste. Nesse tipo de aperto não se tem uma total garantia do torque executado, podendo ter falhas no processo de aperto com falso torque.

Figura 15- Torquímetros manuais tipo estalo



Fonte: Gedore - Catálogo de Produtos

As torqueadeiras pneumáticas Figura (16), o acionamento é feito por um sistema de ar industrial. A restrição desse tipo de equipamento é que a pressão do ar não pode ser inferior a  $5 \text{ kgf/cm}^2$ . O dispositivo é uma combinação de controlador de pressão calibrado e a

ferramenta aferida. Para a regulagem do sistema de aperto, cada ferramenta vem com uma tabela de regulagem de pressão convertendo a unidade de torque em unidade de pressão.

Figura 16- Central de acionamento, ferramenta pneumática



Fonte: Gedore - Catálogo de Produtos

As torqueadeiras elétricas e eletrônicas possuem acionamento elétrico, recebendo um sinal de um controlador Figura (17) que gera comando da velocidade de avanço para a ferramenta, a força a plicar entre outras variáveis disponíveis no software embutido. A parte de controle e seleção de torque pode ser feita via painel de acesso para a navegação ou em malha fechada com a utilização de supervisórios. Os modelos mais recentes disponíveis possibilitam a escolha das estratégias de torque que podem ser: torque, torque mais ângulos de aperto, e torque com monitoramento de ângulo.

Figura 17- Painel e torqueadeira eletrônica.



Fonte: Atlas copco



## 2.8 SISTEMA DE SEGURANÇA NR12

Conforme afirma Reuters (2012), a NR 12 define princípios básicos e medidas de proteção para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores. Todo o conceito é implementado na fase de fabricação de máquinas e equipamentos em chão de fábrica. A norma se aplica a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto para os equipamentos citados pelo fato de a norma não ser utilizada.

### 2.8.1 Instalações e arranjos físicos

As instalações de máquinas e equipamentos dispostos em ambiente fabril deve obrigatoriamente estar de marcado e as áreas de circulação devem obedecer, segundo Reuters (2012), um espaço mínimo de um metro e vinte centímetros e estarem desobstruídas.

A avaliação de ajustes e manutenções, os equipamentos devem conter um espaço suficiente a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, com um espaço mínimo para os trabalhadores possam ter a movimentação de segmentos corporais, de acordo com a tarefa a ser desenvolvida. Conforme Reuters (2012) as máquinas precisam ter estabilidade de modo a não se movimentar por processos produtivos ou até mesmo por batidas externas e internas.

### 2.8.2 Instalações e dispositivos elétricos

De acordo com a definição da Reuters (2012), todas as instalações elétricas devem ser protegidas para evitar qualquer tipo de acidente de trabalho. Cada instalação deve ser aterrada de acordo com as normas vigentes, por exemplo, a instalação de máquinas e equipamentos que precisam estar em contato com água deve ter um projeto que garanta sua estanqueidade.

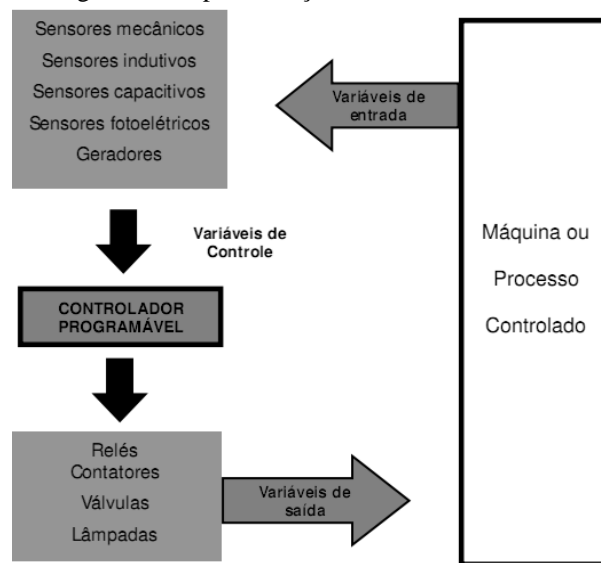
A fonte de alimentação deve garantir proteção contra danos mecânicos, contato por abrasão e possibilidade de contato com lubrificante. Devem ser feitos de materiais auto extingüíveis, que não liberam substâncias tóxicas quando aquecidos. Ainda conforme afirma Reuters (2012), as instalações elétricas que requerem energia externa devem incluir proteção de sobre corrente dimensionada de acordo com a aplicação.

## 2.9 SISTEMAS DE CONTROLES

Os controladores lógicos programáveis (CLP), segundo Capelli (2002, p. 55), são os equipamentos mais utilizados na automação em chão de fábrica.

Natale (2003, p. 12) complementa que seu uso pode ser empregado em qualquer sistema que se deseje tornar automático, e pode controlar uma grande quantidade de variáveis, substituindo o homem com mais precisão, confiabilidade, custo e rapidez. A Figura (21) mostra a maneira que o CLP atua no sistema, ou seja, coleta os sinais de entrada que informam as condições em que se encontra o processo sob controle, e em função do programa instalado em sua memória, atualiza as variáveis de saída.

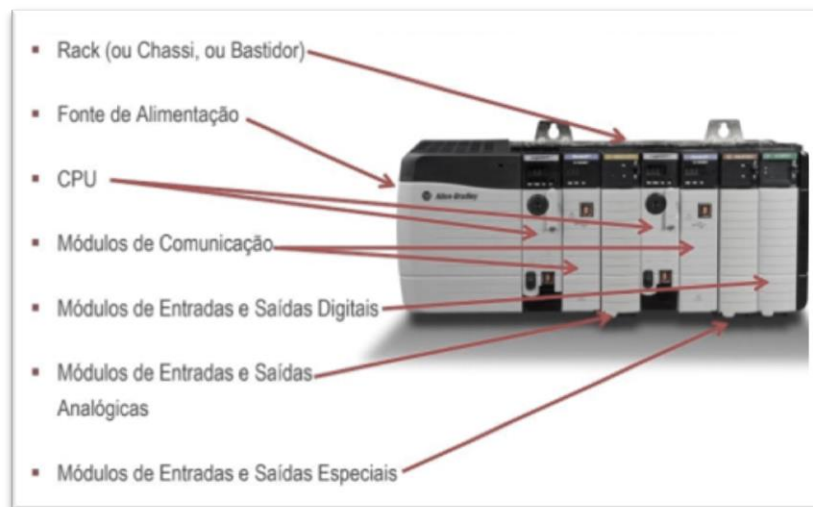
Figura 18- Implementação elétrica de um controle



Fonte: Natale (2003, p. 20)

Os componentes de um CLP Figura (19) são divididos em variados componentes com diferentes funções. O agrupamento destes membros devem ser detalhados no esboço e/ou desenvolvimento do projeto do sistema de automação para obterem um desempenho adequado do dispositivo.

Figura 19- Exemplo de controlador lógico programável.



Fonte: adaptado Allen bradley

Rack ou chassi é a estrutura onde são anexados os cartões do Controlador Programável. E é utilizada para dar uma segurança mecânica aos elementos que compõem esse dispositivo.

As Fontes de alimentação tem o objetivo de distribuir a energia elétrica necessária aos componentes existem no CLP. O projetista, responsável pelo projeto, do sistema precisa descrever a potência da fonte para prever a expansão do plano, pois existem várias fontes e cada uma sua potência, caso contrário poderá ser necessário à substituição da fonte para a inclusão de novos componentes no CLP.

Unidade central de processamento (CPU) é o principal componente do Controlador Lógico Programável, é o local que todas as tarefas, processamento, são executadas, analisadas e outros. Processa os comandos programados do CLP, salva os dados e informações na memória do dispositivo, realiza as funções, cronometrando as atividades, contagem, analisa, compara operações e manuseamento dos dados. As entradas e saídas digitais são os componentes responsáveis pelo tratamento dos sinais de entrada e saída do tipo ligado / desligado, verdadeiro / falso.

As entradas e saídas são elementos responsáveis pela administração dos sinais de saída e entrada dos tipos analógicos / contínuos, ou seja, são sinais que frequentemente obtém valores variados.

### **2.9.1 Interfaces de comunicação**

Capacita as comunicações com os Controladores Lógicos Programáveis, podem ser apresentadas em cartões independentes ou acrescentadas nos cartões que os CPU's guardam.

Estes membros permitem a capacidade de comunicação com diferentes padrões elétricos existem no conjunto dos ingredientes e nos protocolos de comunicação diversificados.

### **2.9.2 Aplicações**

O controlador programável deixa os processos produtivos das indústrias automatizados, adquirindo um bom controle de produtividade. Esta ferramenta é utilizada principalmente na área automobilística, alimentícia e de manufatura, não existem nichos de aplicações fabris onde não podem ser adicionados os CLP's. Por exemplo:

- Máquinas industriais (operatrizes, injetoras de plástico, têxteis, calçados);
- Equipamentos industriais para processos (siderurgia, papel e celulose, petroquímica, química, alimentação, mineração, etc.);
- Máquinas para controle de energia;
- Obtenção de informações de supervisão em: fábricas, prédios inteligentes, etc;
- Mesas de teste automático para componentes das manufaturas.

Com a redução de custo, alta inteligência da ferramenta, fácil manuseio e massificação das aplicações, este equipamento pode ser utilizado nos processos e nos produtos. E também podem ser encontrados em eletrodomésticos, moradias e automóveis.

### **2.9.3 Sistemas de segurança**

Em processos de manufatura com equipamento de processamento e manufatura de produtos, devem obrigatoriamente conter proteções e sensores de segurança para garantir a segurança. Segundo Reuters (2012), estes sistemas devem ser instalados de forma que não possam ser burlados e o equipamento deve parar imediatamente quando houver movimento ou acesso às partes de risco. Esses sistemas também tem que garantir um reset manual quando a situação de falha for corrigida.

Na NR12, os dispositivos de segurança utilizados nas máquinas ou equipamentos, devem estar interligados e configurados por relés de segurança, controladores configuráveis de segurança e por controladores lógicos programáveis (CLP).

Nas manutenções conforme Reuters (2012), os dispositivos de segurança devem garantir o estado seguro da máquina, ou seja, os mesmos devem garantir que a máquina não tenha energia alguma em sua estrutura.

Os equipamentos de segurança devem conter um ou mais dispositivos de parada de emergência. Estes, no entanto, devem ser separados de dispositivos de partida ou acionamento. As paradas de emergência devem estar em locais de fácil acesso, de fácil visualização em caso de perigo qualquer pessoa possa acionar.

As paradas de emergência não devem de forma alguma prejudicar o sistema de segurança do equipamento e quando acionado se mantenha até a liberação manual.

### 3 PROPOSTA DE PROJETO

#### 3.1 PROCESSO ATUAL DE TORQUE

A aplicação atual do torque na fabricação dos cilindros é realizada por ferramenta de torque pneumática, regulada de forma manual conforme a Tabela (3) por pressão versus torque. Esses valores podem apresentar grandes variações conforme a regulagem do equipamento.

Tabela 3- Tabela de regulagem do torque.

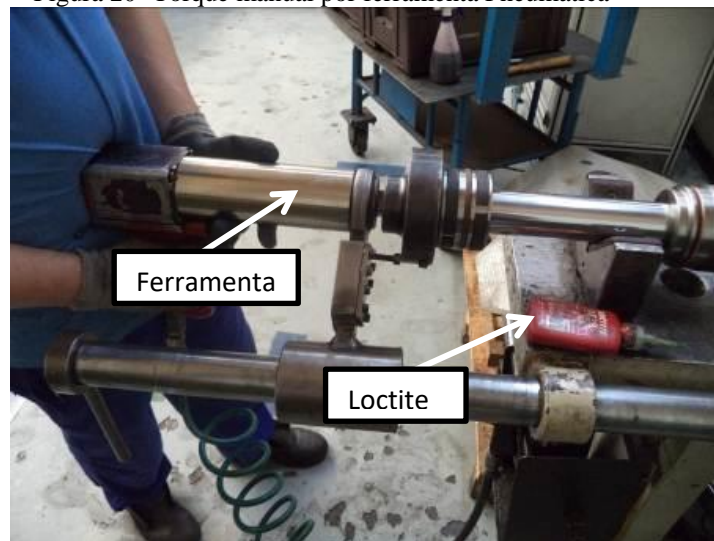
**Tabela de Transformação de unidades**

<b>Newton_metro (Nm)</b>	<b>Bar</b>
600 NM	1,5 Bar
700 NM	1,8 Bar
800 NM	2,0 Bar
900 NM	2,2 Bar
1000 NM	2,5 Bar
1100 NM	2,7 Bar
1200 NM	3,0 Bar
1300 NM	3,2 Bar
1400 NM	3,5 Bar
1500 NM	3,7 Bar
1600 NM	4,0 Bar
1700 NM	4,2 Bar
1800 NM	4,4 Bar
1900 NM	4,7 Bar
2000 NM	4,9 Bar

Fonte: Hidrover

Na Figura (20), destaca-se a ferramenta de torque e a trava química do parafuso utilizada para a montagem e aperto. A falta de controle da aplicação da cola detectada em cilindros em campo, acabam soltando de forma precoce o êmbolo. O aperto, não realizado do torque nominal, conforme histórico da engenharia, causa o vazamento interno.

Figura 20- Torque manual por ferramenta Pneumática



Fonte: o autor (2021)

Outra falha detectada na execução do torque, está na unidade de ar Figura (21). Os valores de torque que são aplicados requerem que o operador realize a regulação do manômetro com a pressão conforme a tabela (3), porém as variações da rede de ar podem oscilar ao longo do processo de produção, com perda da pressão da rede, não percebido no momento da execução do torque e como resultado desse aperto o torque ficará abaixo do valor desejado e o operador irá concluir a montagem.

O baixo torque dessa fixação não será detectado nos testes hidráulicos que os cilindros são submetidos. A falha irá surgir com a peça já em campo, apresentando vazamento interno do cilindro.

Figura 21- Unidade de regulação da pressão do ar

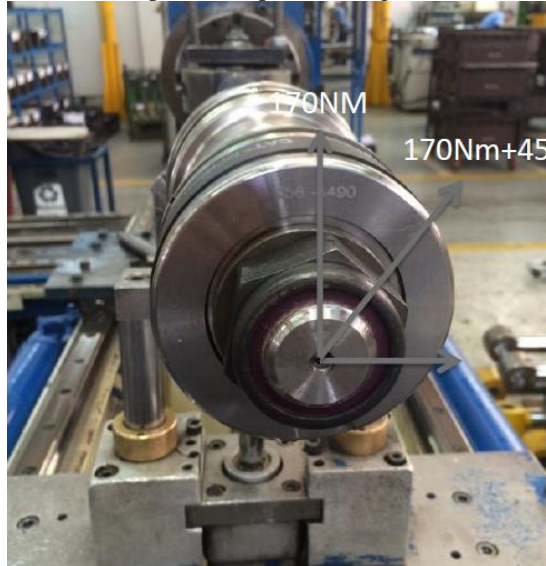


Fonte: o autor (2021)

A configuração de torque nesse equipamento não atende às novas especificações de engenharia, de torque mais ângulo conforme a representação da Figura (22). Esses torques são

realizados em duas etapas: a de aproximação e a de aperto por ângulo monitorado, resultando em um melhor aproveitamento da fixação da peça, sem que haja variações ou falso torque.

Figura 22- Exemplo de torque mais ângulo ( $170\text{Nm} + 45^\circ$ )

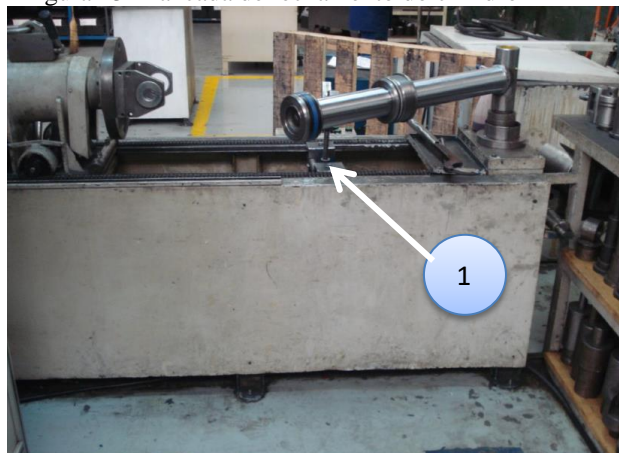


Fonte: o autor (2021)

Após a realização do torque, a montagem do cilindro é feita em outra bancada, Figura (23), seguindo as etapas de montagem. Nessa próxima etapa, a ausência de apoios para o alinhamento do tubo com a haste no processo de fechamento do cilindro, possibilita que aconteça uma falha com o rompimento das vedações do êmbolo com o diâmetro do tubo, devido as peças não estarem alinhadas e o operador não conseguir realizar o alinhamento manualmente.

O apoio existente (1) não é utilizado por ser fixo e não possibilita o recuo necessário para não riscar a superfície da haste no momento do fechamento do cilindro.

Figura 23- Bancada de fechamento do cilindro



Fonte: o autor (2021)



### 3.2 PROCESSO PROPOSTO

O projeto proposto para a montagem e torque do cilindro, foi avaliado com o estudo baseado na ferramenta de FMEA de processo Tabela (4), com os modos de falhas detectados na fabricação. São eles: ocorrência e detecção de todas as falhas de montagem, os modos de erros potenciais, a severidade e a forma para controle e detecção dessas falhas.

No estudo de causa e efeito dos modos de falhas que podem ocorrer na montagem, destacou-se a etapa 20 – Montar guia e êmbolo na haste, e torque no êmbolo – com maior pontuação do NPR, ficando claro a necessidade para a avaliação de um método eficaz com controle e prevenção dos erros para essa etapa da montagem.

Tabela 4- FMEA de processo

Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial (FMEA de Processo)											
<b>Item: Bancada de Montagem</b>			FMEA nº 008/2013		Data de criação: 24/05/16						
			Resp. pelo Projeto: Ismael Carraro		Revisão: 00						
Aplicação: Backhoe Bucket			Preparado por: Ismael Carraro		Data de revisão:						
			Equipe:								
Etapa do Processo / Função	Requisito	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is)	SEVERIDADE	C L A S S	Causa(s) e mecanismo(s) potencial(is) de falha	Processo Atual			NPR	
							OCORRÊNCIA	DETECÇÃO			
								Controle de Prevenção	Controle de Detecção		CLASSE
OP. 20 - Montar Guia e Êmbolo na	Montar conforme posição do	Êmbolo e Guia em posição invertida.	Compromete o funcionamento eficiente	7		Não seguir informações da IT/desenho de montagem.	Instrução conforme It de fabricação do cilindro.	4	Banco de fechamento do dispositivo de aperto.	3	84
OP. 20 - Torquear Êmbolo	Fixar o Êmbolo	Montar sem a aplicação do torque e Loctite.	Riscos operacionais afetando a segurança.	9		Desvio de foco pelo operador.	Visual	3	Banco de Teste.	3	81
		Torque no parafuso insuficiente	Possibilidade de afrouxar o uso e danificar componentes.	8		Falha Humana Erro na leitura do código de barras.	Instrução conforme desenho e Plano de inspeção.	3	Conferência da 1ª peça com Torquímetro para a liberação do processo.	4	96
		Torque no parafuso maior que o especificado	Poderá tensionar os componentes afetando na resistência dos mesmos.	8		Falha Humana Erro na leitura do código de barras. Excesso de óleo na face do parafuso/arruela/êmbolo	Instrução conforme desenho e Plano de inspeção.	3	Conferência da 1ª peça com Torquímetro para a liberação do processo.	4	96
OP. 20 - Fechamento do Guia.	Fixar o Guia.	Guia não trava na posição.	desmontar posteriormente.	8		Erro de montagem do anel trava.	Instrução conforme roteiro de fabricação e desenho.	3	Teste de Pressão conforme procedimento.	4	96
		Passar as vedações sobre o furo da conexão.	Cortar vedação - Causa vazamentos.	7		Não montar Snap Ring externo	Instrução conforme roteiro de fabricação e desenho.	2	Teste de Pressão conforme procedimento.	4	56
	Inspeção	Não verificar rebarbas em canais	Danificar vedação - Vazamentos	7		Falha operacional	Treinamento	3	Teste de Pressão conforme procedimento.	4	84
	Alinhamento	Não alinhar os dois conjuntos.	Danificar as vedações, possibilitando vazamentos.	7		Posicionadores dos gabaritos desalinhados.	Instrução conforme roteiro de fabricação e desenho.	3	Teste de Pressão conforme procedimento.	4	84
	Lubrificação	Não aplicar óleo nas vedações.	Dificulta a montagem podendo danificar as vedações.	7		Não seguir informações do plano de montagem e do desenho.	Instrução conforme IT de fabricação do cilindro.	3	Teste de Pressão conforme procedimento.	4	84
OP. 20 - Gravação	Gravar código diâmetro externo conforme solicitado no desenho.	Gravar códigos e informações erradas.	Compromete a rastreabilidade das peças. Problemas na montagem final do cliente.	7		Erro de digitação no programa/falha humana. Erro de informação no desenho.	Gravação com código de barras e registros de apontamento conforme instrução de trabalho/montagem.	3	Visual no teste, no carregamento de pintura e na expedição.	4	84
		Não gravar códigos e referências.	Compromete a rastreabilidade do pedido.	7		Erro na sequência do processo.	Sequência de montagem dada pela bancada de montagem.	4	Visual no teste, no carregamento de pintura e na expedição.	4	112
		Não Gravar códigos e referências no local indicado no desenho.	Possivelmente comprometerá a visualização depois de montado o produto.	8		Não seguir informações de desenho.	Instrução conforme desenho e Plano de inspeção.	3	Visual no teste, no carregamento de pintura e na expedição.	4	96

Fonte: Hidrover

### 3.2.1 Realização do torque

Dentre as opções pesquisadas, a ferramenta que foi aplicada no projeto é uma ferramenta de torque eletrônico do fabricante Atlas Copco modelo ETP ST Revo, Figura (24). Em comparação as demais ferramentas possui a vantagem de programação de torque mais ângulo evitando falso aperto e a fixação com apertos baixos. A faixa de torque máxima da ferramenta é de 2000Nm e irá atender os torques aplicados na linha de montagem com torques de até 1800Nm. A produtividade diária da montagem de 80 peças por turno com um tempo médio de 5 minutos de montagem atendendo a necessidade da produção.

Figura 24- ETP ST 2000 Revo (2000Nm)



Fonte: Atlas Copco

Esta ferramenta eletrônica têm faixas de velocidades do eixo impulsor ajudando assim a alcançar tempos de ciclo menores em sua operação. A ergonomia em termos de equilíbrio, empunhadura e baixo peso aprimoram ganhos de produtividade individual. Este tipo de ferramenta apresenta uma variação de torque de 1%, tendo assim uma confiabilidade no torque aplicado.

As Ferramentas eletrônicas demandam painéis de controle Figura (25), que por sua vez comandam a ferramenta a disponibilizam de display com informações diretas:

- Indicação de aperto OK e NOK
- Valores de Torque e Ângulo
- Textos de mensagem de erro
- Interface com automação externa

Figura 25- Painel Power Focus 4000



Fonte: Atlas copco

A programação desses controladores é feita por telas de navegação disponíveis na IHM do controlador ou via software de programação para PC. Para definição dos torques e as estratégias de aperto a serem adotadas, velocidades e rampas de aceleração e desaceleração do motor da ferramenta serão empregadas. Na Figura (26) podem-se observar as opções utilizadas na elaboração de um programa de aperto.

Figura 26- Programação do controlador Power Focus 4000

## POWER FOCUS BÁSICO

### Criar um Programa.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estratégia de contolo:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Con Bin</li> <li>– Con Bin / Mon Ang</li> <li>– Con Ang / Con Bin (AND)</li> <li>– Con Ang / Mon Bin</li> <li>– Con DS</li> <li>– Con DS / Mon Ang</li> <li>– Ang Inverso</li> <li>– Chave Clic</li> <li>– Rotação eixo direita</li> <li>– Con Bin / Con Ang (OR)</li> <li>– Rotação eixo a esquerda</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estágio aperto:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Uma etapa</li> <li>– Duas etapa</li> <li>– Etapa rápida</li> <li>– Ergorampa</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ângulo aprox:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– No</li> <li>– Desde Começo</li> <li>– Desde Começo Ciclo</li> </ul> </li> <li>– Etapa Zoom:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sim</li> <li>– Não</li> </ul> </li> <li>– Início Gráfico:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Iniciar</li> <li>– Início do Ciclo.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
---	--	---

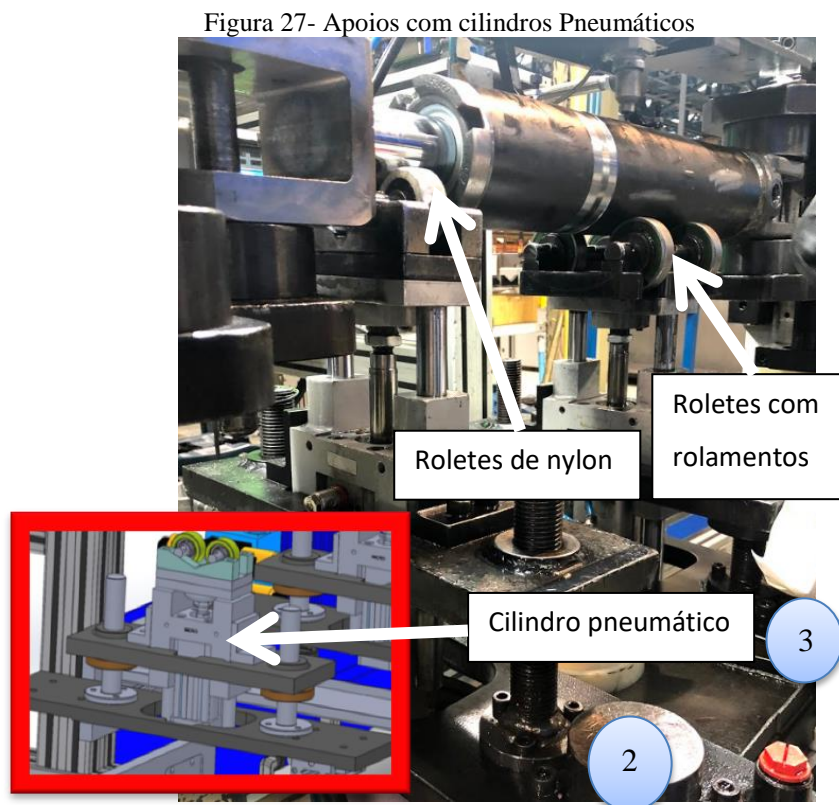
Fonte: Atlas copco

### 3.3 POSICIONADORES DE ALINHAMENTO

Para a eliminação do desalinhamento da montagem, foi implementado o projeto e a fabricação de sistemas mecânicos, na Figura (27) destacam-se os carros (2) e (3) que são responsáveis pela centralização do tubo e a haste no momento do fechamento do cilindro.

Para os apoios do conjunto da camisa e do conjunto da haste, foram aplicados cilindros pneumáticos para a movimentação e montagem, garantindo que essas peças estejam alinhadas evitando o erro de desalinhamento.

Os cilindros pneumáticos foram integrados com a parte mecânica dos carros de apoio, projetados em software de desenho destacado na Figura (27). A velocidade para movimentação dos conjuntos e a baixa precisão necessária para esses movimentos, foram pontos avaliados e determinantes para a escolha e implementação dos atuadores no projeto mecânico e definição dos novos posicionadores.

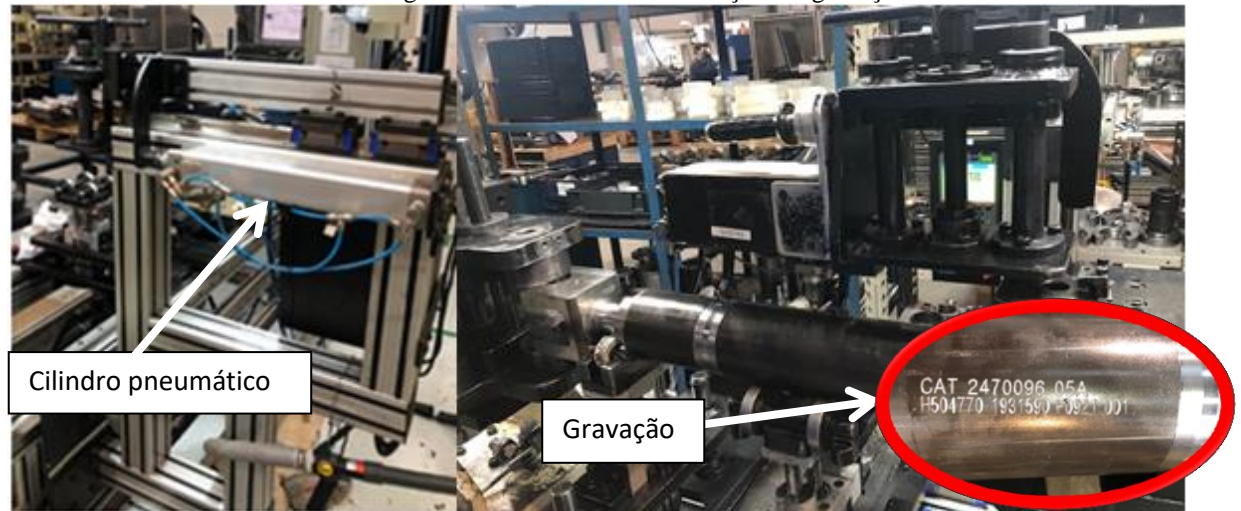


Fonte: o autor (2021)

Os acionamentos dos atuadores foram feitos por válvulas pneumáticas integradas à automação que foram implementados no painel da máquina, possibilitando o operador acionar de forma semi-automática nas etapas de montagem.

Na parte traseira da estrutura, foi adicionado um suporte para o cabeçote da gravadora Figura (28), que após o processo de montagem irá avançar sobre a peça para a gravação do produto. O acionamento também foi feito por atuador pneumático.

Figura 28- Posicionador do cabeçote de gravação



Fonte: o autor (2021)

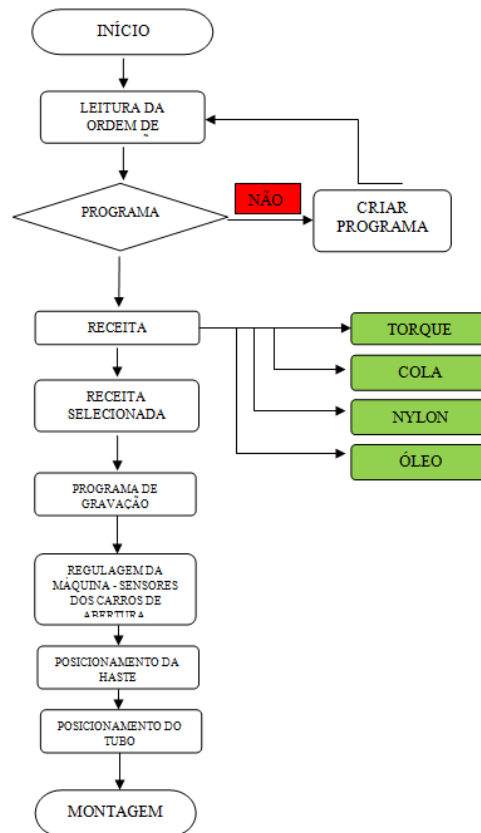
Gravação realizada no tubo do cilindro após as etapas descritas no fluxograma de montagem Figura (3).

### 3.4 ELIMINAÇÃO DE ERROS DE MONTAGEM

Para a aplicação da montagem do cilindro, foi utilizado o Poka Yoke determinado de função de detecção por método de advertência. A correta visualização dos dispositivos e a Cola Loctite aplicada ao parafuso liberam a máquina para que o operador realize a operação de aplicar torque do êmbolo.

O setup da linha é realizado ao final da montagem de cada lote, o operador precisa seguir alguns passos para a escolha do novo programa de montagem conforme o fluxograma da Figura (29), destacando a seleção da receita e os materiais que serão necessários na montagem.

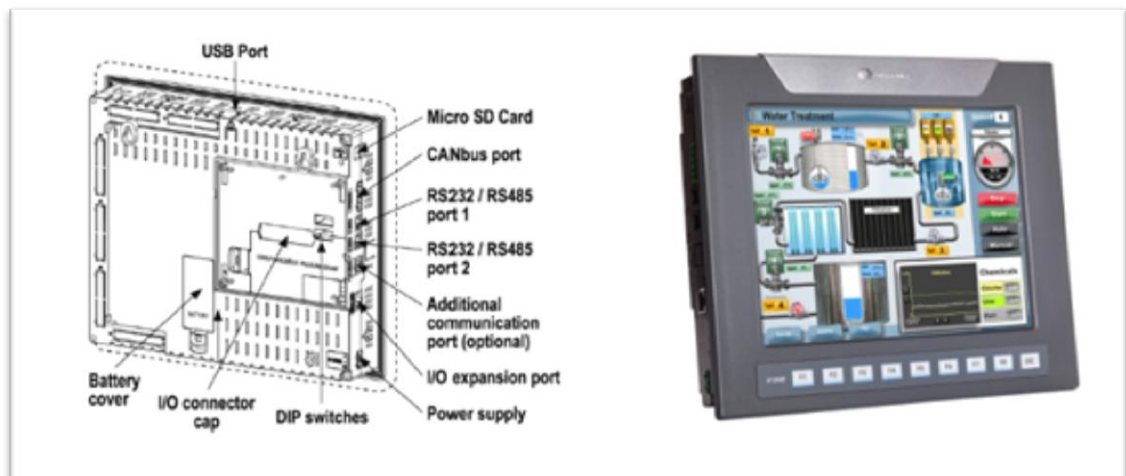
Figura 29- Fluxograma de preparação da montagem



Fonte: o autor

O CLP da marca Unitronic modelo V1040 na Figura (30) foi utilizado para o projeto devido à interface da tela de 10,4 polegadas para a visualização das etapas de montagens do processo e mensagens de alerta. A programação da bancada foi desenvolvida em Ladder sendo a linguagem de programação adotada para o projeto.

Figura 30- IHM - Tela das receitas dos programas



Fonte: adaptado [www.unitronic.com](http://www.unitronic.com)

Para atender a necessidade das 14 entradas e 29 saídas, foram necessários dois módulos IOs remotos conforme Figura (31), que foram utilizados pelo CLP no controle e integração da automação, com verificação dos sinais dos sensores fotoelétricos, lâmpadas do Poka Yoke e o restante do acionamento da máquina vistos no apêndice A.

Figura 31- Módulo (I/O)



Fonte: o autor (2021)

O operador irá realizar a utilização dos itens descritos na receita do cilindro para a montagem Figura (32). As informações armazenadas no programa de montagem serão utilizadas para sinalizar os itens por lâmpadas. Cada movimento do operador é identificado pelos sensores fotoelétricos e as lâmpadas por sua vez indicam e confirmam ao operador que realizou a retirada do material.

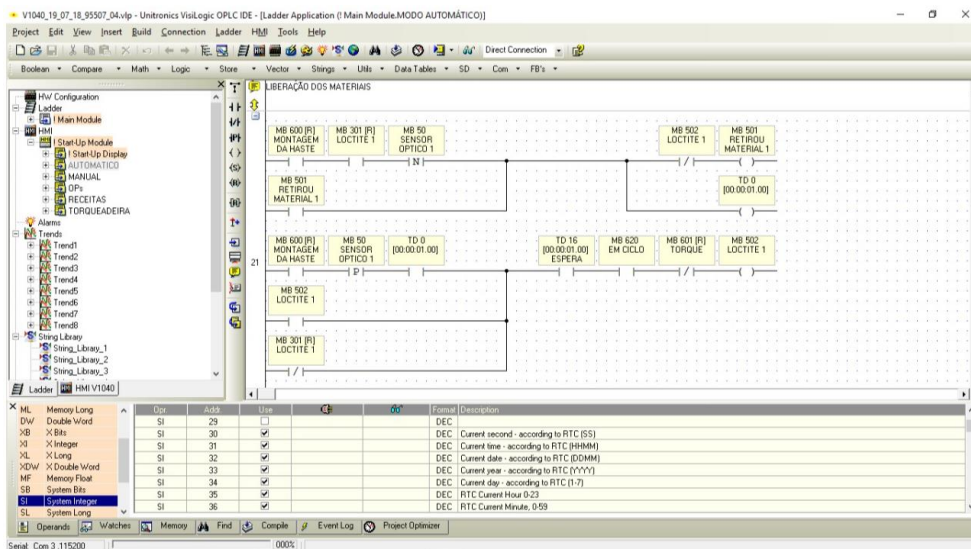
Figura 32- Receita para montagem.



Fonte: o autor (2021)

A implementação do dispositivo Poka Yoke com método de controle será realizado pelo operador evitando erros operacionais. A Figura (33) destaca a programação do *ladder* da etapa da montagem. A programação completa pode ser observada no apêndice B.

Figura 33- Programa Ladder

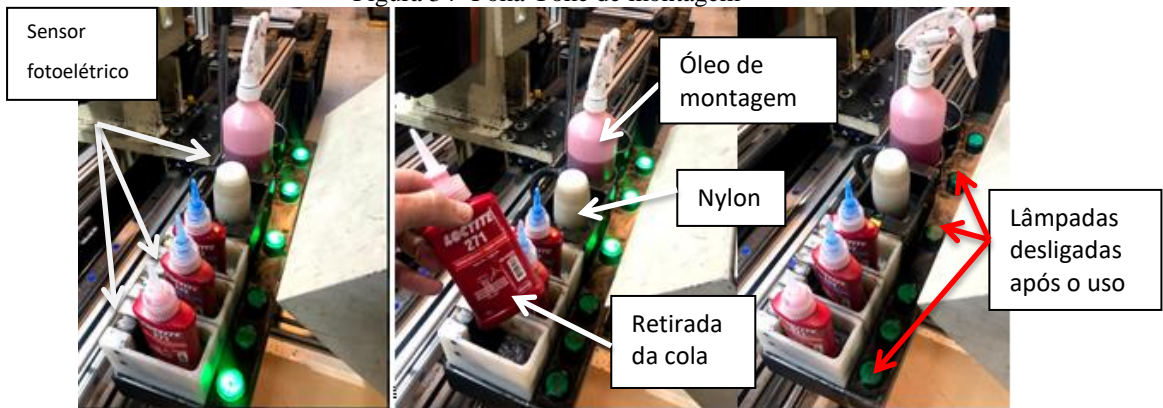


Fonte: o autor (2021)

A aplicação dos materiais na montagem do êmbolo por método de Poka Yoke, é realizado por lâmpadas acessas, retirando os materiais definidos na sequência de montagem. Na Figura (34) destaca-se um exemplo de sequência a ser seguida na montagem com a retirada dos materiais dos estojos e as lâmpadas indicativas.



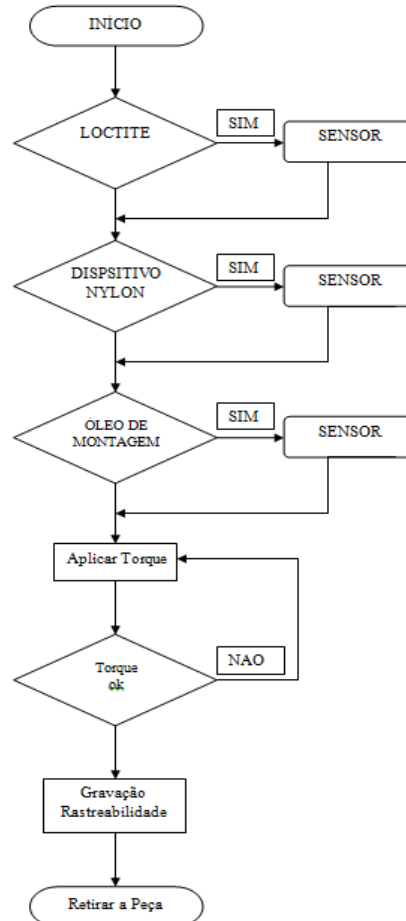
Figura 34- Poka Yoke de montagem



Fonte: o autor (2021)

A partir da confirmação da sequência realizada, o programa irá liberar a próxima etapa para a aplicação do torque, que é descrita no fluxograma de montagem Figura (35). Após o torque realizado, é executado o fechamento da montagem do cilindro, a gravação da peça para registro e rastreabilidade do produto. Com todas as etapas de montagem concluídas, o cilindro é retirado da máquina para seguir na produção.

Figura 35- Fluxograma de montagem.



Fonte: o autor (2021)

## CONCLUSÃO

Neste projeto, foi apresentada a automação de uma bancada de montagem e torque para ganhos de qualidade e assertividade da execução do torque empregado à montagem.

A redução dos modos de falha e erros antes cometidos de forma despercebida detectados no FMEA de processo foi minimizada com o uso de um sistema Poka Yoke para garantir a qualidade final da montagem. A implementação de um alerta sonoro para notificar a retirada do material errado será avaliada como uma melhoria futura no projeto.

A implementação de uma ferramenta de torque eletrônica da Atlas Copco modelo ETP ST 2000 Revo e um controlador Power Focus 4000 para programação dos torques utilizados, mostrou-se capaz após os testes realizados, apresentando uma precisão do torque aplicado e garantindo o torque de fixação desejado.

A ergonomia do operador para executar o processo de montagem em uma única bancada, minimizou o manuseio de peças com esforço físico desnecessário. Os posicionadores foram de extrema importância para o alinhamento das peças na etapa de fechamento do cilindro. O layout foi modificado para a instalação e arranjo do espaço físico e também foi corrigido o fluxo da linha para melhorar a movimentação das peças.

A automação empregada na montagem trouxe ganhos com a confiabilidade do processo e a sequência definida, auxiliando os operadores a seguirem as etapas de montagem. Caso ocorra um erro, o operador rapidamente percebe, pois a sequência de montagem não é concluída.

Os testes para liberação da máquina foram realizados com o aceite técnico por parte da engenharia de produto e a aprovação da máquina para montagem dos cilindros. O projeto foi concluído e implementado na linha de produção com os operadores treinados nas novas instruções de trabalho, seguindo as etapas descritas no processo.

## REFERÊNCIAS

- DA SILVA, Msc Marcelo Eurípedes. Controladores lógico programáveis-LADDER. 2007.
- DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. Bookman Editora, 2009. 109p.112p
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: Educs, 1996. 177 p.
- JUNIOR, Wilson Antunes; dallalibera, eli luís. Torqueamento para garantia de integridade no sistema industrial (critérios na utilização e escolha de ferramentas com controle de torque).
- METALTORK (São Paulo). Conceitos gerais sobre torque e processo de torque. 2011. Roberto Garcia. Disponível em:  
[http://www.metaltork.com.br/i\\_prot/biblioteca/Cartilha\\_RobertoGarcia.pdf](http://www.metaltork.com.br/i_prot/biblioteca/Cartilha_RobertoGarcia.pdf)
- NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. 5. ed. São Paulo: Érica, 2003. 234 p.
- PETRUZELLA, Frank D. **Controladores lógicos programáveis**. AMGH Editora, 2014.
- REUTERS, Thomson. **Segurança e medicina do trabalho**: Normas regulamentadoras. 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais Ltda, 2012. 992 p. Diretora responsável: Giselle Tapai
- Thomazini, Daniel, and Pedro Urbano Braga de Albuquerque. **Sensores industriais**: fundamentos e aplicações. Saraiva Educação SA, 2020.
- WENDLING, Marcelo. **Sensores**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2010, 2010: 20.

## Apêndice A – Entradas e saídas dos módulos (I/O)

The screenshot shows the Uniflex VISION IDE interface. At the top, a ladder logic diagram is visible with several rungs containing memory bits (MB) and timers (T). Below the diagram, the 'HW Configuratio' window is open, displaying a table of I/O modules. The table lists various module types and their configurations.

Module	Opri	Addr	Use	Description
I	0		<input type="checkbox"/>	
T	1		<input checked="" type="checkbox"/>	
MB	2		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 1
MI	3		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 2
ML	4		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 3
DW	5		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 4
>B	6		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 5
>I	7		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR ÓPTICO 6
>L	8		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR CAPACITIVO
>DW	9		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR INDUTIVO GIRO HOME ENCODER
MF	10		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR INDUTIVO CARRO RECUADO FRONTAL
SB	11		<input checked="" type="checkbox"/>	SENSOR INDUTIVO CARRO RECUADO GIRO
SL	12		<input checked="" type="checkbox"/>	CILINDRO RECUADO GRAVAÇÃO
SDW	13		<input checked="" type="checkbox"/>	CILINDRO AVANÇADO GRAVAÇÃO
C	14		<input checked="" type="checkbox"/>	CILINDRO AVANÇADO APOIO CAMISA
#	15		<input checked="" type="checkbox"/>	CILINDRO AVANÇADO APOIO HASTE
Uns#	16		<input checked="" type="checkbox"/>	
NET	17		<input type="checkbox"/>	
	18		<input type="checkbox"/>	
	19		<input type="checkbox"/>	
	20		<input type="checkbox"/>	
	21		<input type="checkbox"/>	
	22		<input type="checkbox"/>	
	23		<input type="checkbox"/>	

The screenshot shows the Uniflex VISION IDE interface. At the top, a ladder logic diagram is visible with a rung containing memory bit MB 407. Below the diagram, the 'HW Configuratio' window is open, displaying a table of I/O modules. The table lists various module types and their configurations.

Module	Opri	Addr	Use	Description
I	31		<input type="checkbox"/>	
T	32		<input checked="" type="checkbox"/>	LIGA BOMBA HIDRAULICA
MB	33		<input checked="" type="checkbox"/>	MULTISPEED BOMBA HIDRAULICA
MI	34		<input checked="" type="checkbox"/>	HABILITA FREIO MOTOR GIRO
ML	35		<input checked="" type="checkbox"/>	HAB GIRO HORARIO
DW	36		<input checked="" type="checkbox"/>	HAB GIRO ANTI HORARIO
>B	37		<input checked="" type="checkbox"/>	MULTISPEED GIRO POSICIONAMENTO
>I	38		<input checked="" type="checkbox"/>	AV CIL CARRO FRONTAL
>L	39		<input checked="" type="checkbox"/>	REC CI CARRO FRONTAL
>DW	40		<input checked="" type="checkbox"/>	AV CIL CARRO GIRO
MF	41		<input checked="" type="checkbox"/>	REC CIL CARRO GIRO
SB	42		<input checked="" type="checkbox"/>	VENTAGEM BOMBA HIDRAULICA
SL	43		<input checked="" type="checkbox"/>	BOMBA LIGADA
SDW	44		<input checked="" type="checkbox"/>	AV CIL APOIO CAMISA
C	45		<input checked="" type="checkbox"/>	REC CIL APOIO CAMISA
#	46		<input checked="" type="checkbox"/>	AV CIL APOIO HASTE
Uns#	47		<input checked="" type="checkbox"/>	REC CIL APOIO HASTE
NET	48		<input checked="" type="checkbox"/>	AV CILINDRO GRAVAÇÃO
	49		<input checked="" type="checkbox"/>	REC CILINDRO GRAVAÇÃO
	50		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 1
	51		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 2
	52		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 3
	53		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 4
	54		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 5
	55		<input checked="" type="checkbox"/>	SINALEIRO 6
	56		<input checked="" type="checkbox"/>	TORQUE 0
	57		<input checked="" type="checkbox"/>	TORQUE 1
	58		<input checked="" type="checkbox"/>	TORQUE 2
	59		<input checked="" type="checkbox"/>	LIBERA TORQUEADEIRA
	60		<input checked="" type="checkbox"/>	TORQUE 3
	61		<input checked="" type="checkbox"/>	

## Apêndice B – PROGRAMAÇÃO DO LADDER

V1040\_19\_07\_18\_95507\_04.vlp - Unitratics VisiLogic OPLC IDE - [Ladder Application (1 Main Module.MODO AUTOMÁTICO)]

Project Edit View Insert Build Connection Ladder HMI Tools Help

Boolean Compare Math Logic Store Vector Strings Units Data Tables SD Com FB's

LIBERAÇÃO DOS MATERIAIS

Dir	Addr	Use	Formal	Description
DW	SI	29	<input type="checkbox"/>	DEC
XB	SI	30	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XI	SI	31	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XL	SI	32	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XDW	SI	33	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
MF	SI	34	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SB	SI	35	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SI	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SL	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC

Serial Com 3.115200 000%

V1040\_19\_07\_18\_95507\_04.vlp - Unitratics VisiLogic OPLC IDE - [Ladder Application (1 Main Module.MODO AUTOMÁTICO)]

Project Edit View Insert Build Connection Ladder HMI Tools Help

Boolean Compare Math Logic Store Vector Strings Units Data Tables SD Com FB's

Dir	Addr	Use	Formal	Description
DW	SI	29	<input type="checkbox"/>	DEC
XB	SI	30	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XI	SI	31	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XL	SI	32	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
XDW	SI	33	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
MF	SI	34	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SB	SI	35	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SI	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC
SL	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC

Serial Com 3.115200 000%

V1040\_19\_07\_18\_95507\_04.vlp - Untronics VisiLogic OPLC IDE - [Ladder Application ( Main Module.MODO AUTOMÁTICO)]

Project Edit View Insert Build Connection Ladder HMI Tools Help

Boolean Compare Math Logic Store Vector Strings Units Data Tables SD Com FB's

HW Configuration  
 Ladder  
 Main Module  
 HMI  
 Start-Up Module  
 Start-Up Display  
 AUTOMÁTICO  
 MANUAL  
 OPs  
 RECEITAS  
 TORQUEADEIRA  
 Alarms  
 Trends  
 Trend1  
 Trend2  
 Trend3  
 Trend4  
 Trend5  
 Trend6  
 Trend7  
 Trend8  
 String Library  
 String\_Library\_1  
 String\_Library\_2  
 String\_Library\_3  
 Ladder HMI V1040

MN	Memory Long	Dpr	Add	Use	Format	Description
DW	Double Word	SI	29	<input type="checkbox"/>	DEC	
XB	X Bits	SI	30	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current second - according to RTC (SS)
XI	X Integer	SI	31	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current time - according to RTC (HHMM)
XL	X Long	SI	32	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current date - according to RTC (DDMM)
XDW	X Double Word	SI	33	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current year - according to RTC (YYYY)
MF	Memory Float	SI	34	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current day - according to RTC (1-7)
SB	System Bits	SI	35	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	RTC Current Hour 0-23
SI	System Integer	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	RTC Current Minute, 0-59
SL	System Long					

Serial Com 3,115200 000%

V1040\_19\_07\_18\_95507\_04.vlp - Untronics VisiLogic OPLC IDE - [Ladder Application ( Main Module.MODO AUTOMÁTICO)]

Project Edit View Insert Build Connection Ladder HMI Tools Help

Boolean Compare Math Logic Store Vector Strings Units Data Tables SD Com FB's

HW Configuration  
 Ladder  
 Main Mod.  
 Start-Up M  
 Start-Up Display  
 AUTOM  
 MANUAL  
 OPs  
 RECEIT  
 TORQUE  
 Alarms  
 Trends  
 Trend1  
 Trend2  
 Trend3  
 Trend4  
 Trend5  
 Trend6  
 Trend7  
 Trend8  
 String Library  
 String\_Libra  
 String\_Libra  
 Ladder HMI V1040

MN	Memory Long	Dpr	Add	Use	Format	Description
DW	Double Word	SI	29	<input type="checkbox"/>	DEC	
XB	X Bits	SI	30	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current second - according to RTC (SS)
XI	X Integer	SI	31	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current time - according to RTC (HHMM)
XL	X Long	SI	32	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current date - according to RTC (DDMM)
XDW	X Double Word	SI	33	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current year - according to RTC (YYYY)
MF	Memory Float	SI	34	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	Current day - according to RTC (1-7)
SB	System Bits	SI	35	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	RTC Current Hour 0-23
SI	System Integer	SI	36	<input checked="" type="checkbox"/>	DEC	RTC Current Minute, 0-59
SL	System Long					

Serial Com 3,115200 000%

