

**INSTITUTO FEDERAL**

Minas Gerais  
Campus Bambuí

Departamento de Engenharias e Computação  
Bacharelado em Engenharia de Computação

GUILHERME MACIEL DA ROCHA  
MARCO AURÉLIO MONTEIRO LIMA  
PÂMELA EVELYN CARVALHO

**RELATÓRIO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**  
**MÁQUINA DE DOBRAR TUBOS**

BAMBUÍ – MG  
DEZEMBRO/2018

GUILHERME MACIEL DA ROCHA  
MARCO AURÉLIO MONTEIRO LIMA  
PÂMELA EVELYN CARVALHO

**RELATÓRIO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**  
**MÁQUINA DE DOBRAR TUBOS**

Relatório final apresentado à disciplina de  
Automação Industrial, ao Prof. Me. Francisco  
Heider Willy dos Santos.

BAMBUÍ – MG  
DEZEMBRO/2018

# Sumário

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. LISTA DE MATERIAIS .....</b>	<b>5</b>
<b>4. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Diagrama elétrico .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2. Diagrama <i>Ladder</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>4.3. Interface Homem Máquina .....</b>	<b>11</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>18</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IHM	Interface Homem Máquina
CLP	Controlador Lógico Programável

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se que a automação industrial teve seu início na revolução industrial, quando os serviços braçais foram trocados por trabalhos mecânicos, pois se iniciou a produção em série e em grande escala. A partir desse período a automação passou por vários processos de evolução sendo a principal delas a criação e utilização dos CLP's (SOARES; CAMARGO, 2010).

Um dos equipamentos mais procurados pelas indústrias são as máquinas automatizadas, que fazem todo o processo sem precisar de mão de obra. Os principais fatores que contribuem para a preferência de máquinas automatizadas são que elas operem por grandes períodos de tempo e quase não apresentam nenhuma falha. São fáceis de manusear e necessitam de poucos processos de manutenção.

No presente trabalho, será apresentado o projeto de uma máquina de dobrar tubos automatizada, realizada na disciplina de Automação Industrial.

A máquina de dobrar tubos funcionará da seguinte maneira: Quando a máquina é ligada, o usuário posiciona o tubo no mandril e os sensores do mandril são acionados. O mandril avança e a garra de apoio é posicionada para que seja feito o dobramento do tubo. Em seguida o braço da máquina é acionado e o mesmo efetua o dobramento do tubo, sendo seu ângulo definido pelo *encoder*. Logo depois a garra do tubo é recuada e um sensor superior indica o recuo da garra. A máquina é desligada e o tudo dobrado é liberado.

## 2. OBJETIVO

Utilizar os conhecimentos aprendidos na disciplina de automação industrial para desenvolver uma máquina de dobrar tubos autônoma. Elaborando o comando elétrico, o circuito na linguagem *ladder* e o sistema supervisório do mesmo.

## 3. LISTA DE MATERIAIS

Softwares utilizados

- AutoCad - utilizado para construção do diagrama elétrico;
- TwidoSuite - utilizado para construção do diagrama *ladder*;
- Elipse Scada - utilizado para a construção das animações;

- Paint - utilizado para criação dos desenhos;
- Photoshop - utilizado para edição das imagens;

Equipamentos utilizados

- 1 computador para execução dos softwares e simulações

## 4. DESENVOLVIMENTO

Este trabalho foi dividido em três partes. A construção do diagrama elétrico, diagrama *ladder* e a interface homem máquina. As partes são detalhadas a seguir.

### 4.1. Diagrama elétrico

O diagrama elétrico simboliza, de forma esquemática, a ligação entre todos componentes que formam o sistema de automação. A partir da sua análise, os profissionais que serão responsáveis pela montagem ou por uma eventual manutenção futura deste sistema podem compreender melhor como as partes se interligam e como é o funcionamento do todo (PENIDO, COSTA 2016).

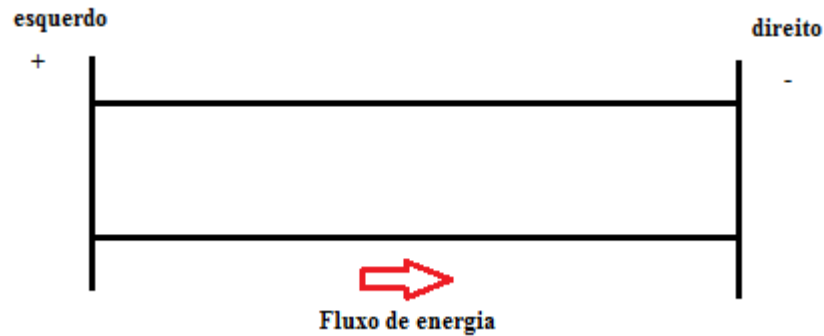
O diagrama elétrico da máquina de dobrar tubos foi construído utilizando o software AutoCad, anexo 1. O mesmo foi dividido em duas partes: a parte do motor e a parte do comando elétrico. A primeira parte é composta por fusíveis, relé, e disjuntor a fim de proteger o motor. E também possui dois contatores para determinar o giro do motor. A segunda parte controla o funcionamento da máquina, ligando os sensores nas entradas (I0) do Twido TWD40DRF. Na saída (Q0) estão ligados as válvulas de acionamento do mandril e também o controle de giro do motor. É possível ver o significado de cada sigla na parte inferior do anexo 1.

### 4.2. Diagrama *Ladder*

O diagrama *ladder* é uma representação gráfica do fluxo de eletricidade digital. Ele construído com barras verticais, onde o fluxo de eletricidade flui do lado esquerdo para o lado

direito, ou seja do polo positivo em direção ao polo negativo. Abaixo segue uma imagem exemplificando seu funcionamento básico:

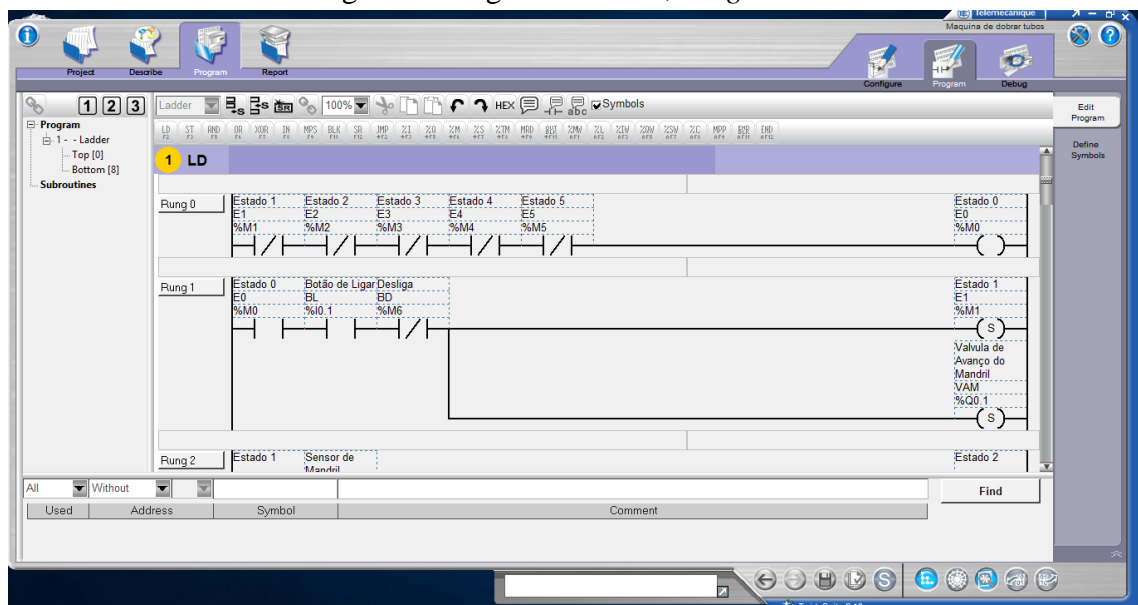
Figura 1: Exemplificação básica do funcionamento do diagrama *ladder*.



Fonte: Autores

O diagrama *ladder* da máquina de dobrar tubos foi elaborado no software TwidoSuite. A máquina foi elaborada possuindo 6 estados de atuação. No diagrama *ladder* que é apresentado a seguir podemos observar que as linhas são divididos em *rungs* (degraus), em que cada degrau é dependente de seu anterior.

Figura 2: Diagrama *Ladder*, *rungs* 0 e 1.

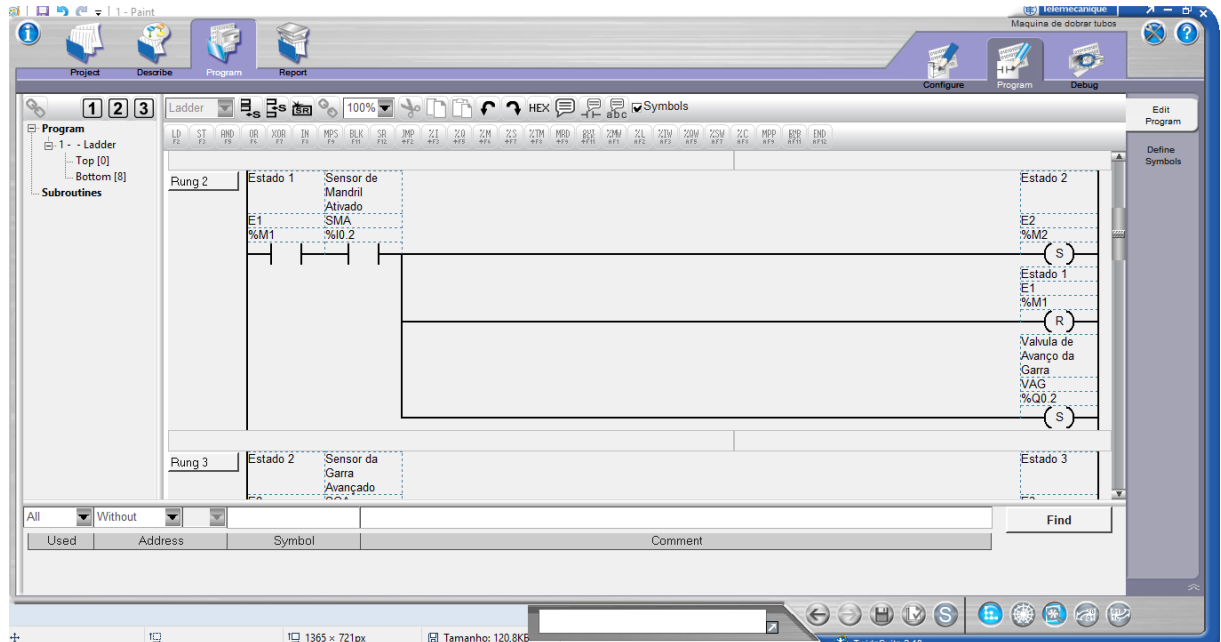


Fonte: Autores

No *rung* inicial, é definido que a máquina só entrará no estado 0, se ela não estiver em nenhum estado anterior. No primeiro *rung*, é estabelecido a condição: que se a máquina estiver

atuando no estado 0 e o botão de liga estiver apertado, a máquina avança para o próximo estado sendo ele 1, e a válvula responsável pelo avanço do mandril é acionada.

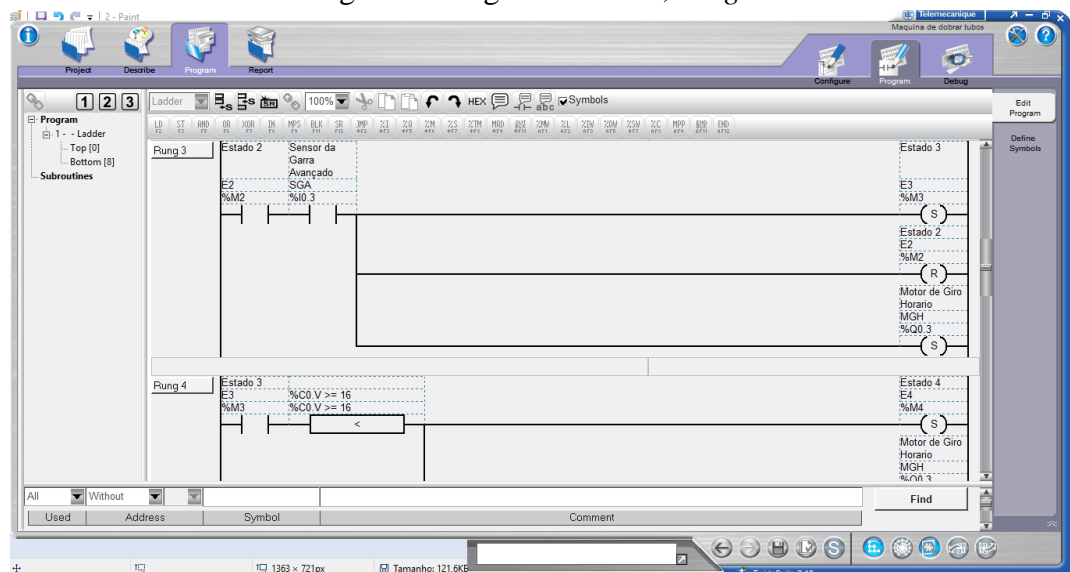
Figura 3: Diagrama *Ladder*, rung 2.



Fonte: Autores

No segundo *rung*: se a máquina estiver no estado 1 e o sensor do mandril estiver ativado, a máquina sai do estado 1, passa para o estado 2 e a válvula responsável pelo avanço da garra é acionada.

Figura 4: Diagrama *Ladder*, rung 3.

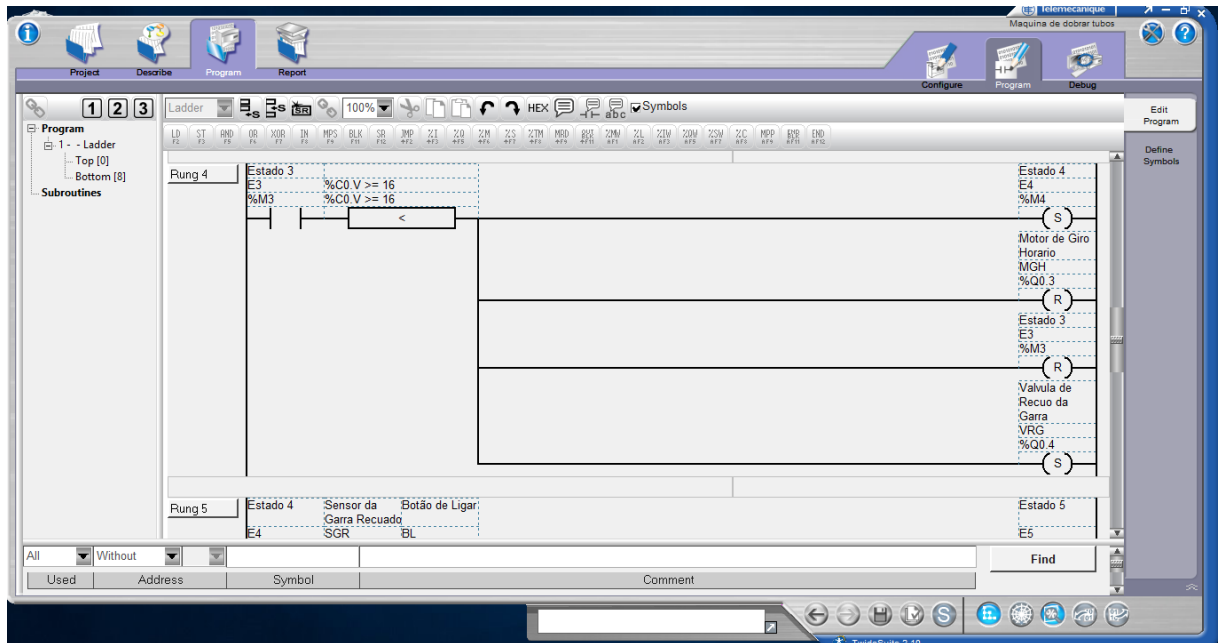


Fonte: Autores



No *rung* 3, se a máquina estiver no estado 2 e o sensor da garra estiver ativado, a mesma sai do estado 2, passa para o estado 3 e o motor de giro do braço é acionado girando para o sentido horário.

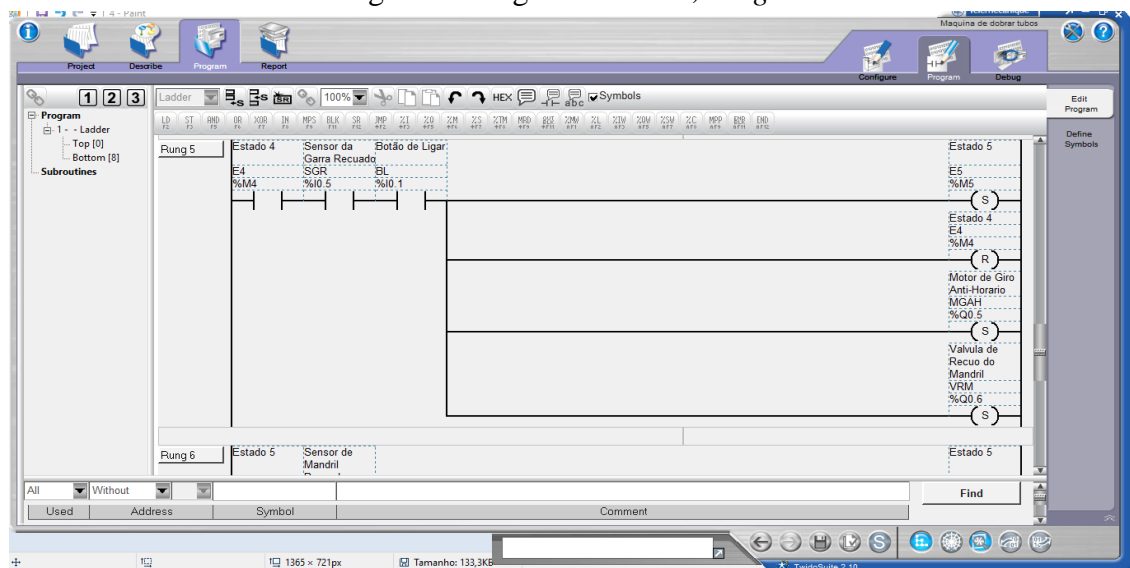
Figura 5: Diagrama *Ladder*, *rung* 4.



Fonte: Autores

No *rung* 4, se o estado 3 estiver ativo e o se caso o *enconder* já tenha recebido o mínimo de pulsos, aciona o estado 4, reseta o estado 3 e aciona a válvula de recuo da garra.

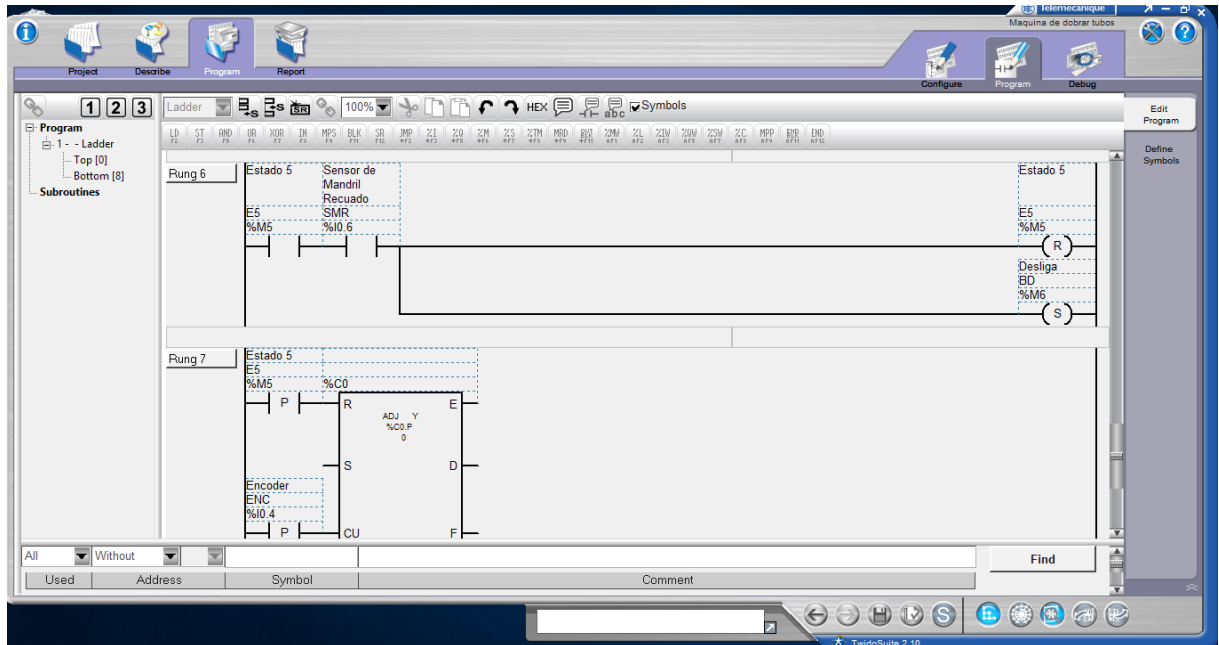
Figura 6: Diagrama *Ladder*, *rung* 5.



Fonte: Autores

No *rung* 5, se o estado 4 está acionado, o sensor de garra recuado também estiver acionado e o botão de ligar for pressionado, o estado 5 irá se acionar, o estado 4 irá resetar, o motor irá girar no sentido anti-horário e a válvula de recuo do mandril será acionada.

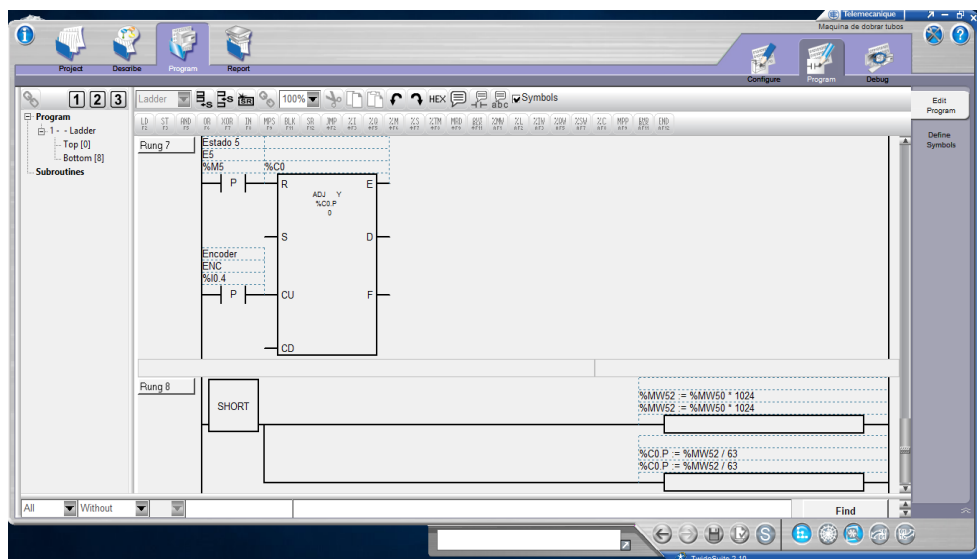
Figura 7: Diagrama *Ladder*, *rung* 6.



Fonte: Autores

No *rung* 6 é a parte final de todo o processo, em que caso o estado 5 e o sensor de mandril recuado estejam acionados a máquina irá resetar o estado 5 e desligar a mesma.

Figura 8: Diagrama *Ladder*, *rungs* 7 e 8.



Fonte: Autores

As *rungs* 7 e 8 mostradas na figura 8 são responsáveis por fazer o controle do *encoder*, que é um contador de pulsos. A *rung* 8 será a responsável para realizar os cálculos de controle da quantidade de pulsos necessárias para verificar o ângulo correto da dobra a ser realizada. Já a *rung* 7 é a responsável por controlar o *encoder*.

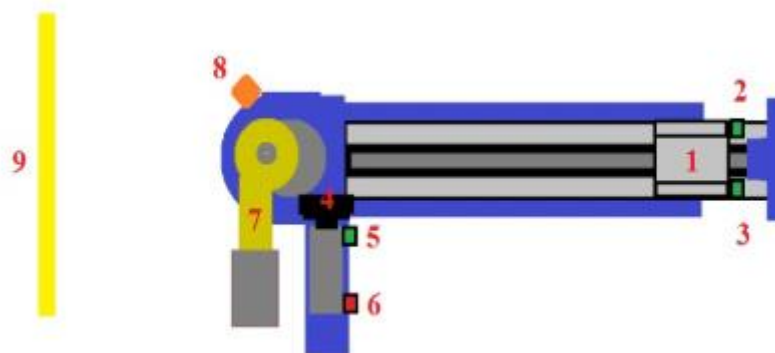
#### 4.3. Interface Homem Máquina

A Interface Homem Máquina (IHM) é basicamente todo e qualquer sistema utilizado como sinalizador de eventos ou status de uma máquina. Ainda, segundo IHMs são sistemas supervisórios que surgiram da necessidade de uma interface amigável, eficiente e ergonômica entre sistemas de automação complexos e a equipe encarregada da sua operação. Portanto, devem ser construídas tendo os operadores como usuário final e representar o processo real. Dentre as possíveis funções que uma IHM pode realizar, as mais utilizadas são: Mostrar problemas ou mau funcionamento; Permitir o operador iniciar ou interromper o ciclo; Monitorar níveis; Gerar gráficos; Monitorar tempo de execução (MARTINS, 2012).

Com auxílio da IHM podemos compreender o funcionamento básico do sistema proposto em questão. O sistema deste trabalho, trata-se de uma máquina dobradora de tubos automática.

A máquina foi desenhada em partes na ferramenta do *windows paint*, em seguida foi utilizado o software *photoshop* para a montagem das imagens, simulando as ações da máquina. A imagem abaixo mostra as partes da máquina com seus respectivos nomes:

Figura 9: Estado inicial da máquina, desligada.



Fonte: Autores

- 1 - Mandril onde se posicionará o tubo a ser dobrado.
- 2 e 3 - Sensores que indicam a presença do tubo a ser dobrado.
- 4 - Garra de apoio do tubo
- 5 e 6 - sensores para indicação se a garra está avançada ou recuada.
- 7 - braço que efetua a dobra do tubo
- 8 - Encoder, define o limite máximo em que o braço deve efetuar a dobra do tubo

Em seguida é mostrado as imagens construídas com seus respectivos estados:

Figura 10: Estado inicial da máquina, desligada.

**Máquina Desligada**

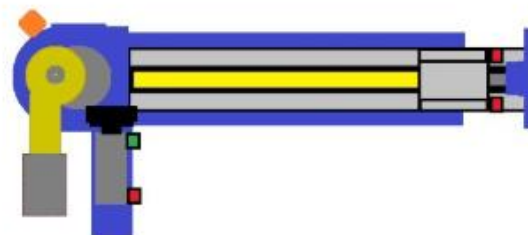


*Fonte: Autores*

A imagem acima representa o funcionamento da máquina em seu estado inicial, desligada. Os quadrados representados em verde e vermelhos, simbolizam os sensores utilizados. Quando em suas cores verdes, os sensores não estão em uso, já nas suas cores vermelhas os sensores detectaram a presença do material necessário.

Figura 11: Segundo estado da máquina, máquina ligada e tubo posicionado;

**Máquina Ligada, e tubo posicionado**

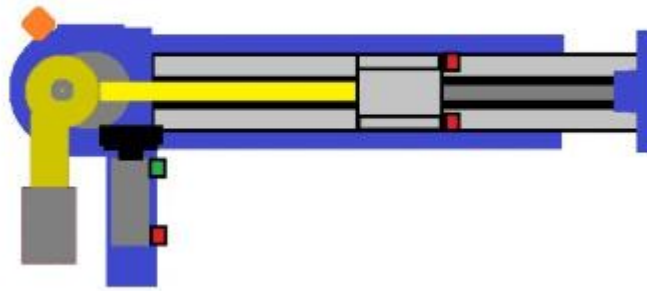


*Fonte: Autores*

Na figura acima o tubo em amarelo é posicionado no mandril, os sensores do mandril são acionados e ficam na sua cor vermelha.

Figura 12: Terceiro estado da máquina, mandril avançado.

#### **Mandril avançado**

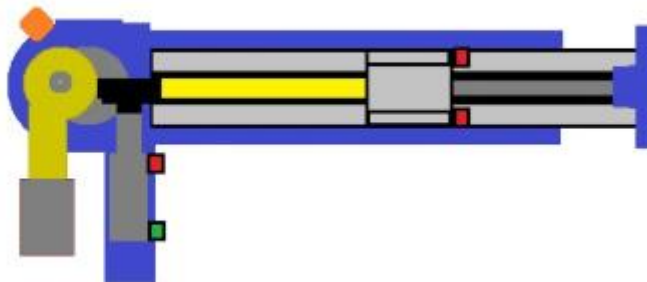


*Fonte: Autores*

A imagem acima representa o avanço do mandril.

Figura 13: Quarto estado, avanço da garra de apoio.

#### **Avanço da garra de apoio**

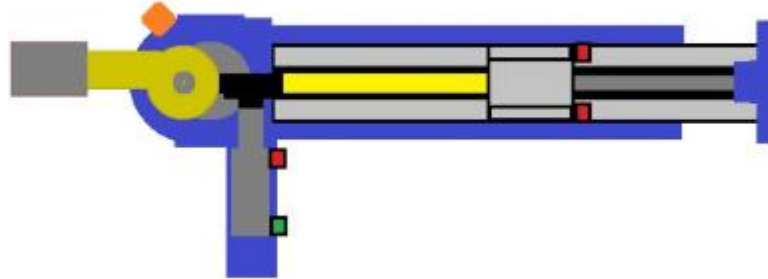


*Fonte: Autores*

Na imagem acima podemos ver o avanço da garra de apoio. A garra de apoio deve ser posicionada para que, no momento em que é efetuada a dobra do tubo, o mesmo não saia do rumo. É possível ver que o sensor superior foi acionado e o inferior desligado indicando o avanço da garra.

Figura 14: Quinto estado, braço acionado para a dobra do tubo.

**Braço acionado para dobra do tubo**

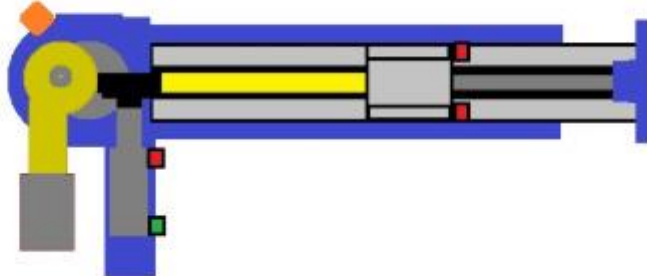


*Fonte: Autores*

No estado acima é acionado o braço que efetua a dobra do tubo, ele é movido em sentido horário até o ângulo definido pelo *encoder* (losango em laranja).

Figura 15: Sexto estado, braço recuado.

**Braço recuado**



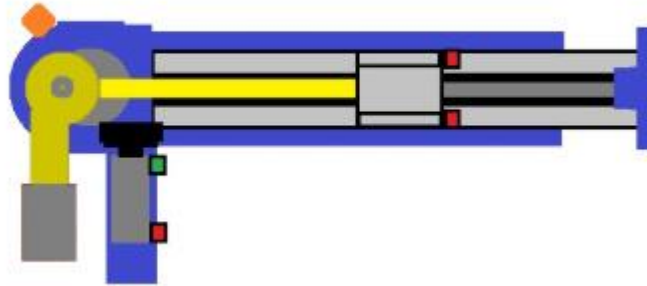
*Fonte: Autores*

No sexto estado o braço que efetua a dobra do tubo, é recuado, movimentando-se para o sentido anti-horário.

Na figura 16 a garra de apoio do tubo é recuada, o sensor superior é desligado e o inferior acionado, indicando o recuo da garra.

Figura 16: Sétimo estado, garra de apoio recuada.

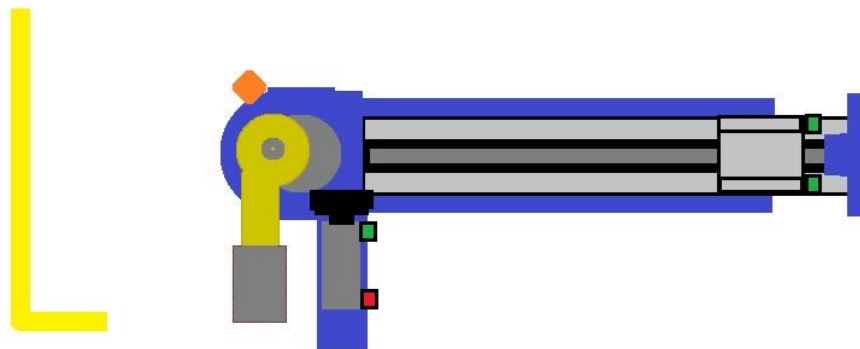
**Garra de apoio recuada**



*Fonte: Autores*

Figura 17: Oitavo estado, máquina é desligada e é exibido o tubo dobrado.

**Tubo retirado, máquina desligada**



*Fonte: Autores*

Em seu último estado, a máquina é desligada os sensores do mandril são desativados. No lado esquerdo da imagem é exibido o tubo dobrado.

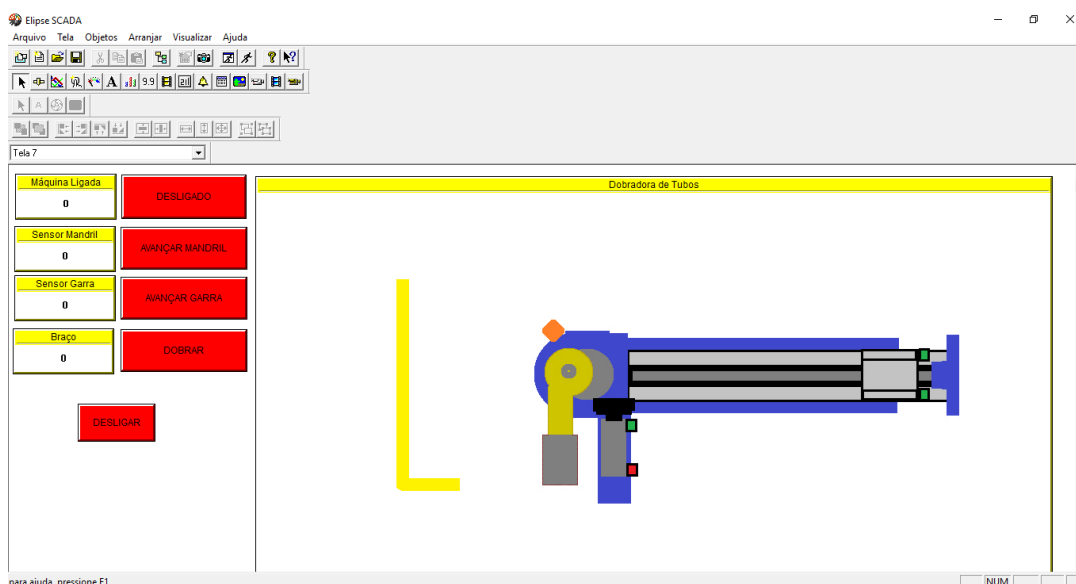
Com as imagens construídas acima, foi utilizado o software elipse para a animação das mesmas. O software elipse foi de grande valia para a realização das animações, pois o mesmo é bem prático e possui muitos materiais auxiliares.

A criação da animação foi feita de forma interativa, ou seja, quando o usuário acionar o botão uma ação será realizada. Existem 5 botões, um para ligar e desligar a máquina, um para avançar o mandril, um para avançar a garra, um para dobrar o cano e um para ir para a

próxima tela. Ao acionar o botão de ligar, a animação da máquina irá mudar para simbolizar que a mesma está ligada. Após isso, deve-se clicar em próximo para mudar de tela e continuar os acionamentos. Já na tela 2 é possível acionar o botão para avançar o mandril, onde ao pressionar o botão também irá modificar a animação. Assim sucessivamente até realizar todo o procedimento da máquina.

A figura 18 mostra como fica a última tela após realizar o acionamento de todos os botões e finalizar o processo.

Figura 18: Animação dos estados da máquina utilizando o software Elipse.



*Fonte: Autores*

## 5. CONCLUSÃO

Atualmente a automação, atua como um sistema apoiado por computadores, a fim de substituir o esforço humano, para obtenção de melhores produtos, segurança de trabalhadores e eficiência de serviços, dentre outros. E o presente trabalho demonstra o processo de desenvolvimento de uma máquina de dobrar tubos autônoma.

Com a praticidade de uma máquina autônoma pode-se imaginar que no futuro, não muito distante, grande partes das máquinas serão automatizadas. E, a integração de sistemas



possibilitará maior flexibilidade nos projetos, com custos consideravelmente mais baixos, em relação a outras soluções de mercado.

## 6. REFERÊNCIAS

MARTINS, M. G. **Princípios de Automação Industrial**. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 20, 31, 32, 34 e 37.

PENIDO, Édilus de Carvalho Castro; COSTA, Pedro Luis Almeida de Oliveira. **Projetos de Automação**. 2016. Disponível em: <<https://www.ifmg.edu.br/ceadop3/apostilas/projetos-de-automacao>> Acessado em 12 de Dezembro de 2018

PEREIRA, Danillo Arruda R. **Projeto de um sistema de automação industrial para uma indústria de produtos saneantes**. 2015. Disponível em <<https://fga.unb.br/articles/0001/0289/TCC2-DanilloArruda.pdf>> Acessado em 12 de Dezembro de 2018

SOARES, Franciele Santos; CAMARGO, Nayara de Oliveira. **História e pirâmide da Automação Industrial**. 2010. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAABa0gAF/automacao> /> Acesso em: 12 dez. 2018.

## **ANEXOS**

