

Capítulo V – Implementação prática de Motores de Passo em Dispositivos de Termo Transferência

Édipo Roberto Quedas Pires¹⁵

Vicente de Lima Gongora¹⁶

RESUMO

A indústria 4.0 é considerada a quarta revolução industrial e aborda a inserção de sistemas automáticos de manufatura, a digitalização e otimização de processos produtivos, entre outros avanços. Com a necessidade constante da indústria em busca da competitividade cada vez maior no mundo; as novas tecnologias que visam aperfeiçoar processos produtivos, estão se tornando cada vez mais viáveis e acessíveis, para as empresas a exemplo dos motores de passo; e com isso, a constante evolução da Engenharia de Automação Industrial está garantida. Esta por sua vez, integra os diversos recursos desde sensores que se comunicam uns com os outros, que contribuem para melhorar os processos industriais. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um dispositivo utilizando motor de passo, que controlado através de sinais modulados por largura de pulso (PWM), na fabricação de escovas de dentes, pode viabilizar a construção de um dispositivo industrial que se utiliza da termo transferência. (*Heat-Transfer*). Visando desta forma, substituir componentes originalmente importados.

Palavras-chave: Motor de Passo, Impressoras, Termo transferência

¹⁵ Especialista em Eng. De Automação Industrial pela Faculdade da Indústria Senai Londrina; ediporoberto02@hotmail.com

¹⁶ Orientador - Docente da Faculdade da Indústria SENAI Londrina. E-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

Use of Stepper Motors in thermal transfer devices

ABSTRACT

Industry 4.0, as it is called, is considered the fourth industrial revolution that addresses the insertion of automatic manufacturing systems. With the advancement of the industry and the increasing competitiveness the industry has been looking for ways to improve its production processes, looking for new technologies. This is increasingly feasible taking into account the constant evolution of Industrial Automation that comes through several existing resources improving the production processes. This work aimed to demonstrate the feasibility of using a stepper motor in the construction of industrial thermotransfer devices. (Heat-Transfer).

Key-words: Stepper Motor, Printers, Heat-transfer.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo à sociedade vem se transformando a uma velocidade nunca vista anteriormente e na indústria isso tem ficado cada vez mais evidente, com crescente demanda por produtos cada vez mais complexos, se faz necessário o uso de tecnologias cada vez mais evoluídas que tenham resposta rápida, com essa crescente demanda a indústria 4.0. (COELHO, 2016) apud (CUSTÓDIO, 2018).

A quarta revolução industrial, trás consigo sistemas cada vez mais inteligentes dentro da planta fabril, e isso só é possível, devido ao avanço da tecnologia e de dispositivos inteligentes, ambos somados ao aumento da automação e a processos industriais cada vez mais eficientes de acordo com (SILVA et al ,2008) Apud (CUSTÓDIO, 2018).

Os sistemas de produção automatizados operam na fábrica sobre o produto físico. Eles executam operações tais como processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais e, algumas vezes, várias dessas

tarefas são realizadas pelo mesmo sistema. São denominados automatizados porque executam suas operações com um nível reduzido de participação humana se comparado ao processo manual equivalente. Em alguns sistemas altamente automatizados, quase não existe participação humana. (GROOVER, 2010).

A automação pode ser definida como a tecnologia por meio da qual um processo ou procedimento é alcançado sem assistência humana. É realizada utilizando -se um programa de instruções combinado a um sistema de controle que executa as instruções(GROOVER, 2010).

A partir do contexto esse trabalho busca apresentar a viabilidade e a correta aplicação dos motores de passo com controle de movimento utilizado na fabricação de equipamentos de termo transferência. Buscando assim o desenvolvimento desses equipamentos e seus periféricos, diminuindo custo no desenvolvimento e obtendo o máximo aproveitamento na utilização correta desses dispositivos de acionamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1- CLP

O CLP (CLG THOLZ) é um controlador lógico programavel compacto com IHM incorporado. Onde é utilizada a linguagem Ladder para programação o software está disponível no site do fabricante totalmente em português, a linguagem é simples e intuitiva. Com o CLP (CLG THOLZ) é possível automatizar um grande numero de aplicações, dispõe de diversas entradas e saídas com dimencional compacto, é uma ótima solução para automatizar processos produtivos.

(“Clp Tholz”, [s.d.]) A figura 1 mostra Um CLP Tholz.

Figura 1: CLP THOLZ



Fonte: THOLZ

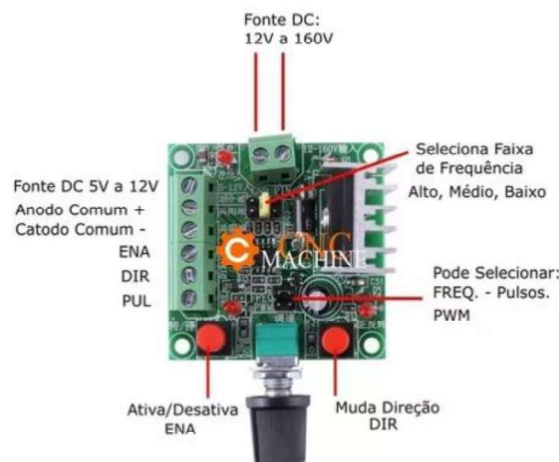
2.2- PWM - Modulação Por Largura de Pulso

A Técnica PWM é muito utilizada na eletrônica de potência, é muito utilizada no controle de motores CA, fontes chaveadas, controle de luminosidade, controle de servo motores, motores de passo, além de diversas aplicações. (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.]).

PWM significa **"Pulse Width Modulation"** ou Modulação de Largura de Pulso, ou seja, através da largura do pulso de uma onda quadrada é possível o controle de potência ou velocidade. Imagine uma chave simples liga e desliga, quando ligada 100% da tensão e da potência é aplicada a carga, já quando a chave esta aberta a tensão é nula e assim a potência é 0. Quando controlamos o tempo que a chave fica ligada e conseqüentemente o tempo dela desligada podemos controlar a potência média entregue a carga, por exemplo: a chave fica ligada 50% ligada e 50% desligada, isso quer dizer que em média temos 50% do tempo com corrente e 50% sem. Portanto a potência média aplicada na carga é a própria tensão média, ou seja, 50%, portanto quanto maior o tempo que o pulso se manter em nível lógico alto, ou seja, ligado maior a potência entregue a carga, quanto menor o tempo em nível lógico alto menor a entrega de potência. (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.]).

Na figura 2 podemos visualizar um Gerador de Pulsos Pwm.

Figura 2: Gerador De Pulsos Pwm P/ Motor De Passo



Fonte: (“Gerador de Pulso PWM”, [s.d.])

2.3-Driver para motor de passo

O driver para motor de passo TB6600 tem como principal componente o seu chip que é fabricado pela Toshiba que possibilita ao microcontrolador acionar motores de passo com ligação bipolar em tensões que podem variar de 0 a 42V com corrente máxima de 4A.

Uma característica muito importante é a proteção contra superaquecimento (fixa em 85°C), o driver conta ainda com a possibilidade de configurar a divisão de passos e ajuste de sobrecarga através do posicionamento das chaves seletoras na lateral do dispositivo TOSHIBA (2016) Apud ETGETON; ETGETON (2017). Na Figura 3 está demonstrado o driver.

Figura 3: Driver TB6600HG



Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

Na lateral do dispositivo existe um diagrama com uma breve descrição de cada entrada e saída, juntamente a duas tabelas mostrando as configurações possíveis de acordo com a seleção da divisão de passos e corrente de trabalho do motor a ser aplicado. As Tabelas 1 e 2; demonstram as possibilidades de ajuste DFRobot (2017) Apud ETGETON; ETGETON (2017).

Tabela 1: Posição das chaves para divisão dos passos

Divisão do passo	Pulsos para uma volta completa	Chave 1	Chave 2	Chave 3
Sem função	Sem função	Ligada	Ligada	Ligada
1	200	Ligada	Ligada	Desligada
1/2	400	Ligada	Desligada	Ligada
1/2	400	Desligada	Ligada	Ligada
1/4	800	Ligada	Desligada	Desligada
1/8	1600	Desligada	Ligada	Desligada
1/16	3200	Desligada	Desligada	Ligada
1/32	6400	Desligada	Desligada	Desligada

Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

Tabela 2: Posição das chaves para seleção da corrente de trabalho

Corrente nominal do motor (A)	Pico de corrente suportado (A)	Chave 4	Chave 5	Chave 6
0,5	0,7	Ligada	Ligada	Ligada
1,0	1,2	Ligada	Ligada	Desligada
1,5	1,7	Ligada	Desligada	Ligada
2,0	2,2	Desligada	Ligada	Ligada
2,5	2,7	Ligada	Desligada	Desligada
2,8	2,9	Desligada	Ligada	Desligada
3,0	3,2	Desligada	Desligada	Ligada
3,5	4,0	Desligada	Desligada	Desligada

Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

2.4- Motores de passo

Os motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem os pulsos elétricos na entrada por divisões angulares no contorno do eixo. Divisões essas que são chamadas de passos. A velocidade e sentido de giro estão diretamente ligados ao PWM, que controla o Drive este que aciona o motor de passo. A velocidade é determinada pela frequência, com que os pulsos são enviados ao motor. Já o sentido de giro esta relacionado, a sequência de ligação dos terminais do motor que pode ser alterada de acordo com o comando que o CLP envia para o Drive. A quantidade de divisões em um raio de 360° é determinada pela posição das chaves seletoras do Drive (SANTOS, 2008).

Motores de passo são utilizados em aplicações que necessitem de controle preciso de velocidade, controle do ângulo de rotação, posição e sincronismo. Não possui como características torque elevado e alta velocidade, mas possibilita o controle de seus movimentos de forma precisa e que, se bem dimensionados, não necessitam de sensores de posição, possibilitando acionamento em malha aberta (sistemas que não necessitam de confirmação de movimentação/alteração de estado). Segundo Constantinou (2003), Brites e Santos (2008) e Microchip (2004), os motores de passo são muito utilizados em aplicações de controle de medida, pois possuem vários recursos que os tornam ideais para esse tipo de aplicações. Esses recursos são os seguintes:

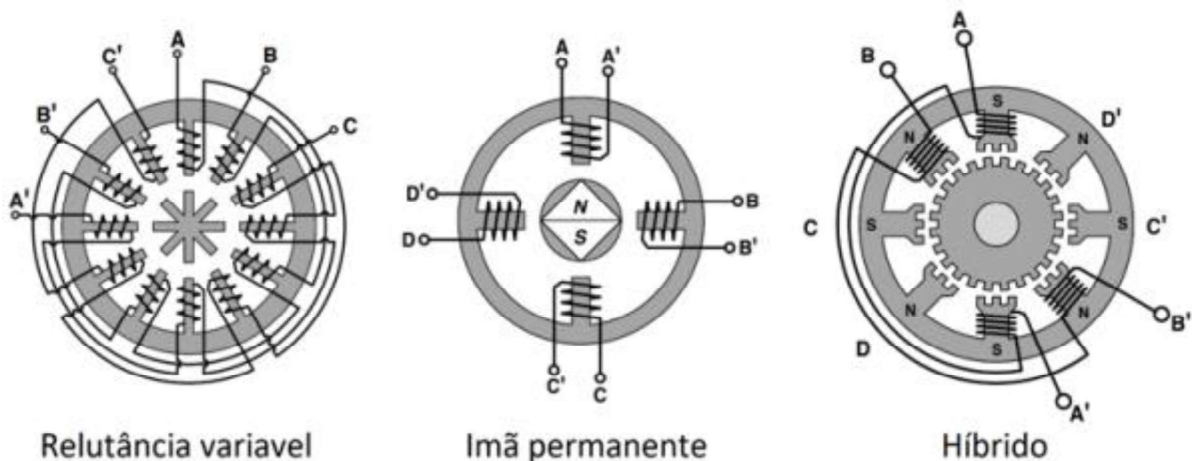
- Sem escovas: Os motores de passo não necessitam de escovas. O comutador de escovas de motores convencionais é um dos componentes mais propensos a falhas, além de criar arcos elétricos que são indesejáveis e perigosos para alguns circuitos eletrônicos.
- Velocidade fixa independente da carga: Os motores de passo terão velocidade comandada pelo circuito de controle e a mesma ficará fixa independentemente da carga, desde que a carga não exceda a taxa de torque para o motor.

- c) Posicionamento sem o uso de sensores: Os motores de passo se movem em incrementos de passos ou passos parciais. Enquanto o motor operar dentro de sua especificação de torque, a posição do eixo é conhecida em todos os momentos sem a necessidade de um mecanismo de realimentação.
- d) Retenção do eixo: Os motores de passo são capazes de manter o eixo retido em uma posição.
- e) Capacidade para iniciar e parar movimentos em qualquer direção (SANTOS, 2008).

Pode afirmar que existe tres tipos diferentes de motores de passo que podem ser divididos em: rotor de imã permanente, rotor de relutância variavel e rotor hibrido.

Motores de ímã permanente têm um rotor em formato circular uniformes sendo também magnetizado, enquanto motores de relutância variável são construídos com ponto salientes em seu rotor de ferro. Motores de passo híbridos combinam aspectos da tecnologia de ímãs permanentes e relutância variável. As diferenças na construção estão demonstradas na Figura 4.

Figura 4 – Formas de construção do rotor

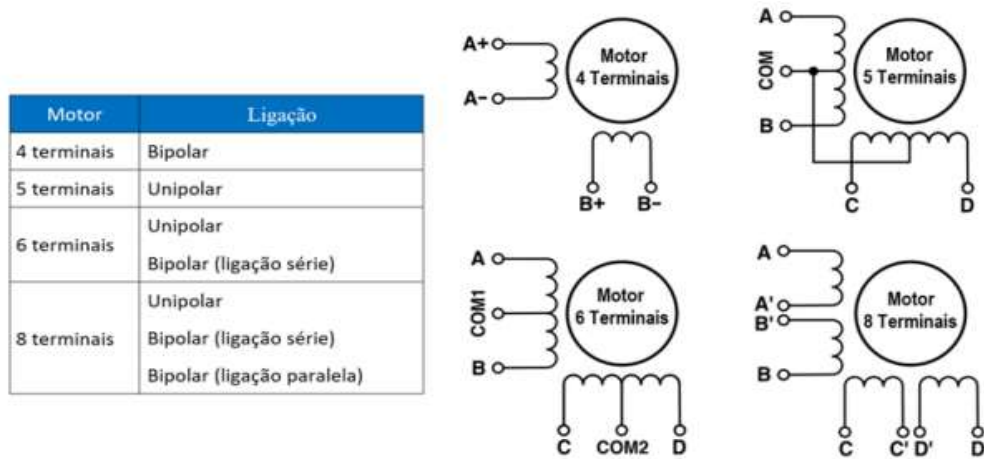


Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

As bobinas são expostas para o usuário através de terminais de ligação, proporcionando diferentes ligações para controle. Com os terminais de controle de um motor unipolar é possível controlá-lo como um motor bipolar, aplicando a tensão e corrente adequada apenas nos terminais A e B (sem utilizar o terminal do centro a bobina) das respectivas fases. (BRITES et al 2003) apud (ETGETON; ETGETON, 2017).

Os terminais e formatos de ligação são demonstrados na tabela e diagramas expostos na Figura 6.

Figura 6 – Modo de ligação e terminais do motor



Fonte: (ETGETON; ETGETON, 2017)

2.5- Termotransferência

A termotransferência é a tecnologia que utiliza temperatura e pressão para a transferência da tinta contida em uma película plástica para o substrato. Película essa que é constituída por um fino filme de PVC. No filme de PVC é aplicada uma mistura de tintas, ceras ou resinas com uma arte predefinida, essa mistura à temperatura ambiente se mantém sólida, mas quando aplicado temperatura e pressão por sua vez a tinta passa para o estado líquido e é transferida para o substrato. Ao contrário do processo térmico direto, não há reação química. Por isso, é possível imprimir por transferência térmica em substratos muito variados, entre outros: o papel, o polipropileno, o tecido, o PVC e o plástico. (GRAVURART, [s.d.]) Como podemos ver na figura 7 um filme de PVC com informações impressas pronto para transferência.

Figura: 7



Fonte: Gravurart, 2020

3. METODOLOGIA

O objetivo foi desenvolver um dispositivo compatível com um equipamento utilizado na fabricação de escovas de dente, esse dispositivo vai substituir um acessório original do equipamento onde é utilizado a termo transferência para a transferência de imagens contidas em um filme de PVC, para o corpo do cabo da escova, filme este que tem imagens com distancia predefinidas entre elas a qual pode ser identificada por um sensor de posição. Diminuindo assim o custo do dispositivo que é importado.

Para o desenvolvimento deste dispositivo foi utilizado os seguintes itens:





- 1- Um CLP marca Tholz
- 2- Um Driver
- 3- Um Gerador de pulso PWM
- 4- Um motor de passo NEMA 34
- 5- Um conjunto de atuadores pneumáticos
- 6- Duas válvulas direcionais 5/2 Vias (acionamento elétrico retorno por mola)
- 7- Duas resistências (Tipo cartucho = 1000 w)
- 8- UM sensor forquilha para etiqueta 12/24 VCC, NPN/PNP
- 9- Cabos elétricos
- 10- Mangueira e conexões pneumáticas
- 11- Desenvolvimento e fabricação da Estrutura (Terceirizado)

3.1-Programação CLP

Desenvolveu-se a programação em linguagem Ladder para o CLP, onde determinamos toda a lógica de funcionamento e os parâmetros necessários. Na figura 8 podemos ver a lógica aplicada.

Figura: 8

Arquivo Editar Configurações Executar Ajuda

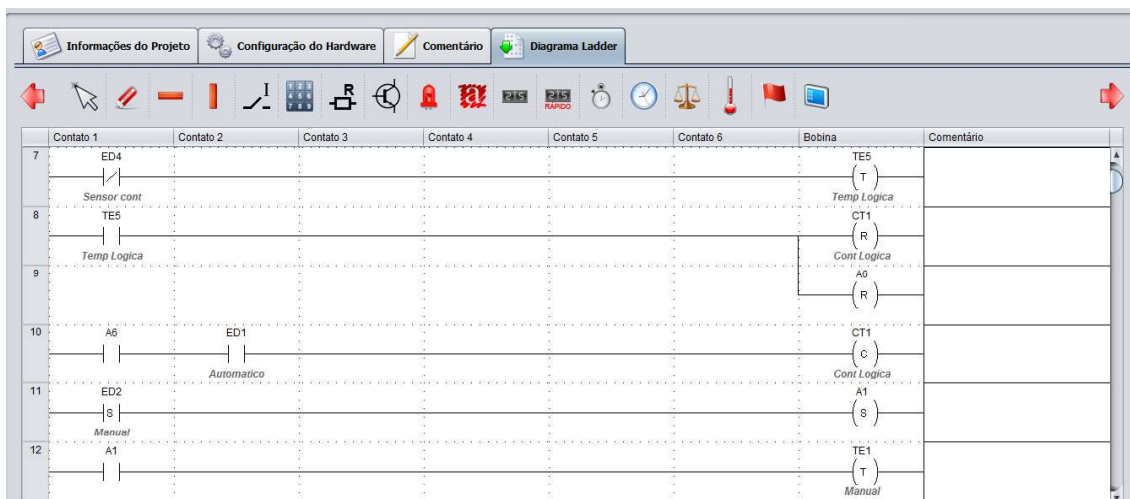
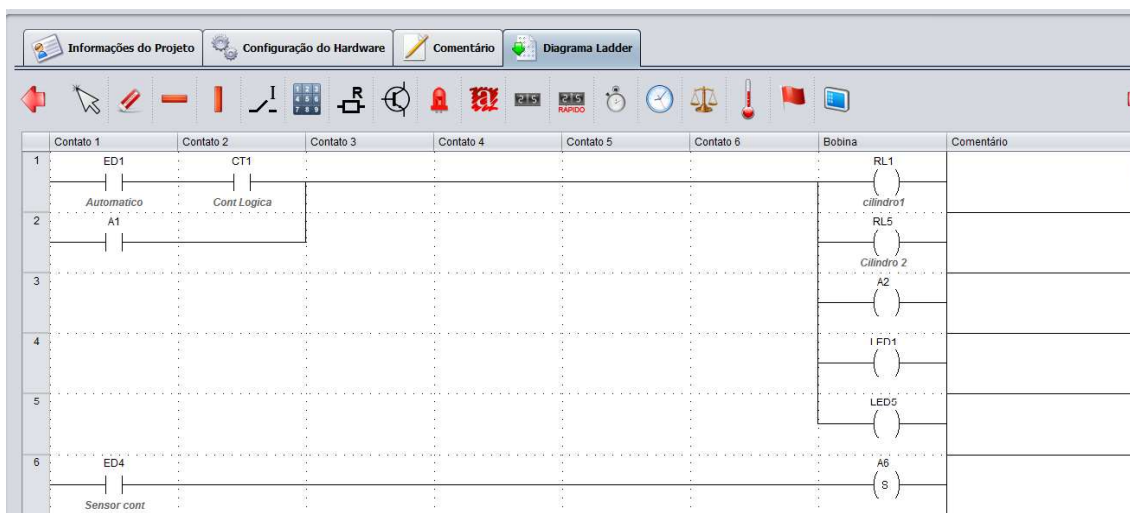
 Informações do Projeto
  Configuração do Hardware
  Comentário
  Diagrama Ladder

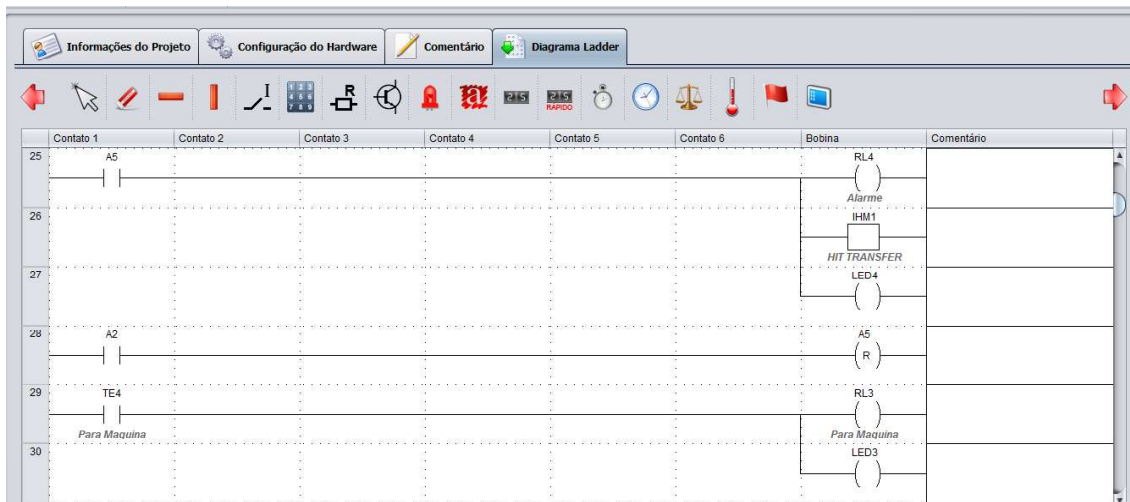
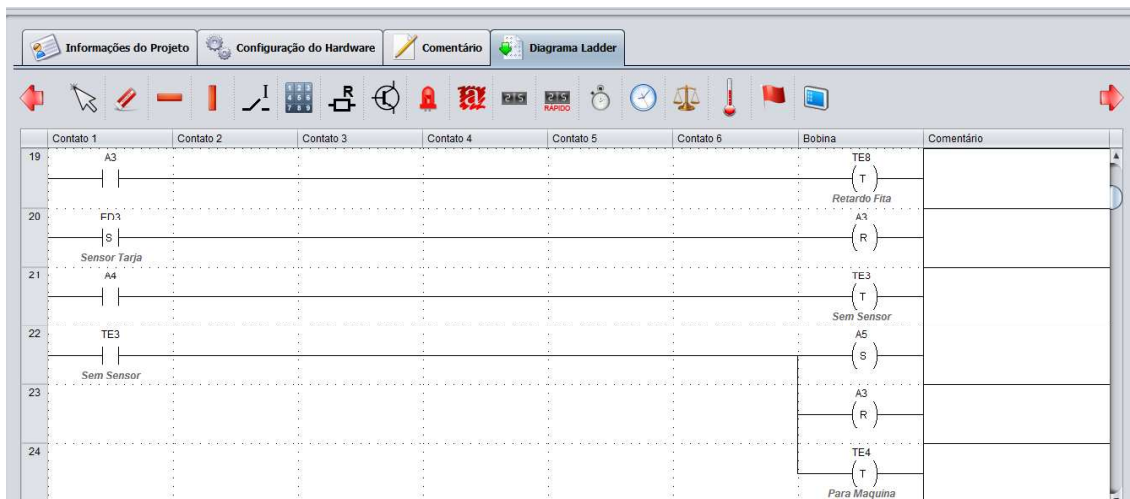
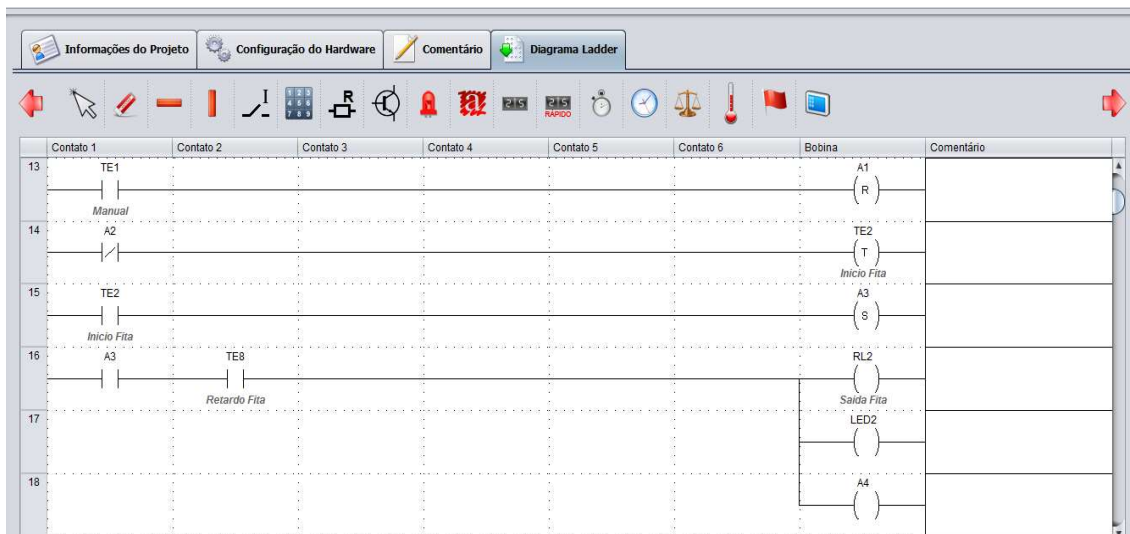
Modelo: **CLG535R - 24Vcc - P458**

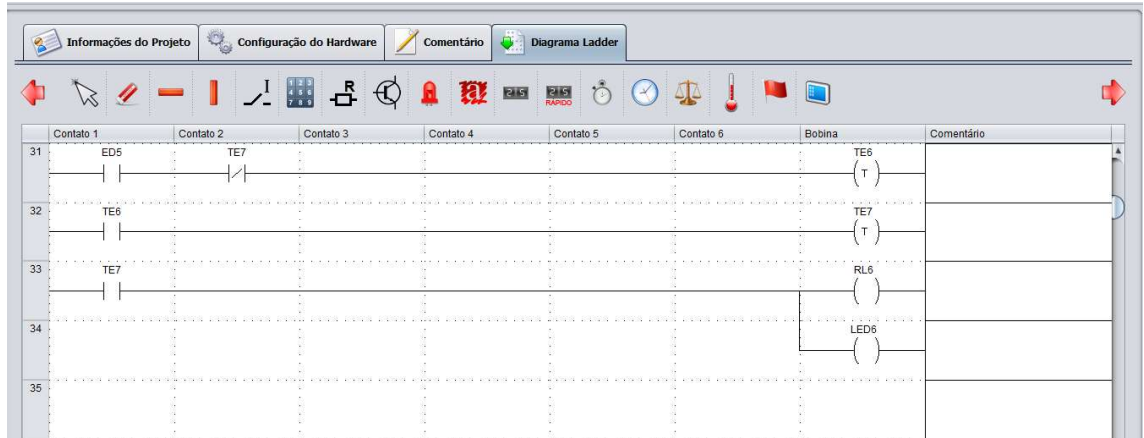
Aplicação:

Data: Versão: Autor:

Descrição:







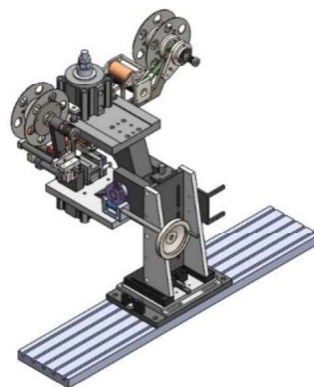
Fonte: Autor

Para a montagem do comando de acionamento do motor de passo, foi montado um diagrama de acionamento em malha aberta, com realimentação do sinal de comando a cada ciclo garantindo assim a precisão a cada movimento.

3.2- Desenvolvimentos Estruturais

Projetou-se utilizando o conceito de outro dispositivo, similar ao original, porém no lugar do motor CA foi utilizado um motor de passo para tracionar o filme de PVC, a fim de, garantir a precisão da impressão e repetitividade dos movimentos. Na figura 9 podemos ver em perspectiva o em fase de projeto e na figura 10 o dispositivo em fase de testes.

Figura: 9



Fonte: Autor

Figura: 10



Fonte: Autor

3.3- Montagem do painel elétrico utilizando os seguintes materiais:

- 1- Caixa de aço com pintura eletrostática (300x300x150mm)
- 1- CLP Tholz
- 2- Gerador de pulso (PWM), para o motor de passo.
- 1- Drive para motor de Passo
- 1- Motor de Passo NEMA 34
- 1- Fonte 0 a 48 V
- 1- Disjuntor
- 3 – Reles 24V
- 1- Cabos diversos

Figura: 11



Fonte: Autor

Figura: 12

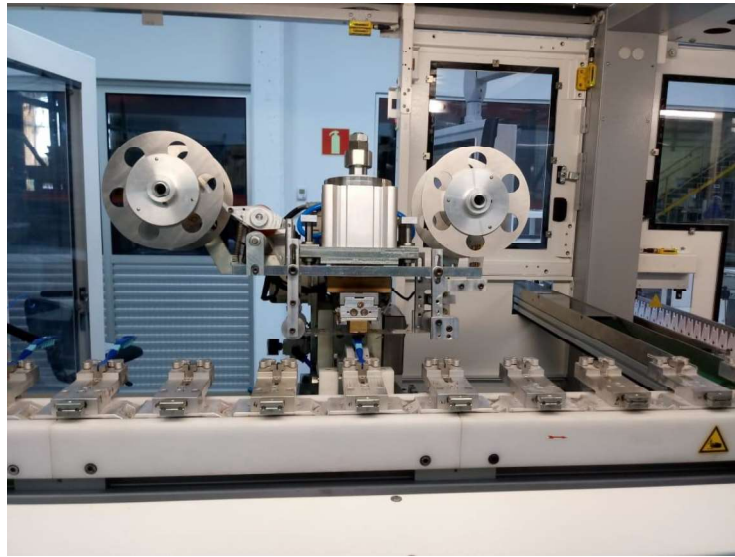


Fonte: Autor

3.4- Testes de Funcionamento

Após a montagem em bancada e a realização de testes preliminares, bem sucedidos, o dispositivo foi montado no equipamento como conta nas figuras 13 e 14, utilizada para a fabricação de escovas, onde foram iniciados os testes de funcionamento.

Figura 13:



Fonte autor

Figura 14



Fonte: Autor

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram realizados testes com o dispositivo em funcionamento na bancada com ótimos resultados, e em seguida montado no equipamento onde vai desempenhar sua

função. O dispositivo realizou a transferência para o substrato (Escova Dental) como esperado. O resultado do desenvolvimento foi satisfatório, levando em consideração o custo benefício para desenvolvimento interno e o desenvolvimento do conceito técnico adquirido.

Os custos para desenvolvimento interno foram:

Projeto e usinagem mecânica R\$ 25,000

Componentes elétricos R\$ 10,000

Componentes pneumáticos R\$ 6,000

Mão de obra aproximadamente R\$ 10,000

Total R\$ 51,000

Valor para compra do dispositivo no fabricante do equipamento:

38,000 €

38,000 € x R\$ 5,77 (cotação do dia)

Total R\$ 219,260. 00 + impostos para importação

Comparando o valor dos dois dispositivos:

219,260. 00 – 51.000 = 168.260,00 de economia

Não levando em consideração a variação do Euro obtivemos uma economia de aproximadamente **R\$ 168,260. 00**

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho desenvolvido experimentalmente, comprovou-se a viabilidade de se aplicar o motor de passo para o deslocamento do filme de PVC; aplicado ao dispositivo de termotransferencia. O projeto garantiu precisão, eficiência, e repetitividade entre um ciclo e outro, característica do motor de passo.