03/12/2014

PROJETO: SISTEMA AUTOMÁTICO DE CARREGAMENTO DE CAIXAS OFTÁLMICAS

Tiago Schmidlin

PROJETO: SISTEMA AUTOMÁTICO DE CAREGAMENTO DE CAIXAS OFTÁLMICAS

Aluno: Tiago Schmidlin

Orientador: Mauro Speranza Neto

Coorientador: Jorge Luiz Fontanella

Trabalho apresentado com requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia de Controle e Automação na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os envolvidos no desenvolvimento desse projeto, os senhores Mauro e Fontanella da PUC-RIO, além do senhor Antonio Neto coordenador da SMC no Rio de Janeiro. Sem eles não seria possível a implementação e conclusão do projeto.

Na parte do apoio emocional, e daquela voz para nunca desistir gostaria de agradecer a todos os meus familiares, amigos, e principalmente as duas pessoas, que mais contribuíram: minha mãe, que sempre cultivou com palavras de sabedoria, e meu pai que sempre foi um espelho de que nunca devemos desistir, e que trabalhar enobrece o ser humano.

Resumo

Esse projeto consiste na busca em otimizar produtividade em um dos processos das linhas de produção de lentes oftálmicas, mais precisamente na área de surfacagem. A atuação do mesmo será no carregamento de caixas para que as máquinas geradoras de curva CNC, executem sua funcionalidade. Dessa forma, é possível empilhar até 10 caixas, para que as máquinas cortem ininterruptamente sem a presença de um operador, para alimentar as máquinas.

Além disso, o sistema seguindo normas de segurança NR-12, conta com lâmpadas para equipamento em funcionamento, e equipamento parado. Ainda é possível verificar caso o sistema esteja operando e a porta de acesso ao equipamento for aberta, o sistema para de operar, até que a porta seja fechada novamente, e botão de emergência. Portanto, toda a estrutura do projeto é feita para otimizar a produção, e atentar a segurança de operadores e manutentores.

Palavras-chave: lentes oftálmicas; surfacagem; curve generator; NR-12

Automatic Loading System of Ophthalmic Trays

Abstract

This project consists of seeking to optimize productivity in one of the processes of the ophthalmic lens production lines, specifically the surfacing area. The performance will be in loading trays for CNC generating machines making your jobs. Therefore, it is possible to stack until ten trays, then the machine cut uninterruptedly without presence of an operator, to feed the machines.

In addition, the system follows NR-12 safety standards, lamps when the system is working, and when stopped. Also, check if the system is operating and the door opened, the system stops operating, until the door is closed again, and emergency button. Therefore, all the project structure is made to optimize production, and heed the safety of operators and maintenance technicians.

Keywords: ophthalmic lenses; surfacing; curve generator; NR-12

Sumário

1. Introdução	1
2. Pneumática	2
3. CLP – Controlador lógico programável	3
4. Sistema pneumático	4
a. Atuadores	4
b. Válvulas direcionais	7
c. Válvulas auxiliares	9
5. Sistema elétrico	11
a. Disjuntor	11
b. Fonte de alimentação chaveada 24VC	12
c. Relé de segurança	13
6. Sensores	14
a. Sensor óptico	14
b. Sensor indutivo	17
7. Definição do projeto	19
8. Diagramas e ladder	21
a. Diagrama trajeto-passo	21
b. Diagrama pneumático	21
c. Fluxograma elétrico.....	22
d. Ladder	23
9. Conclusão.....	25
10. Referências	26
11. Anexos	27

1. Introdução

Automação industrial consiste na aplicação de técnicas, softwares, equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias primas, menor emissão de resíduos de qualquer espécie, melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo, ou ainda, de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de maquinaria para auxiliá-los em seus trabalhos.

Nesse projeto será aplicado justamente o conceito de otimização do processo através da automação industrial, onde a intenção é criar um sistema de carregamento automático de caixas para as máquinas geradoras de curva CNC, que fazem o grau das lentes. No desenvolvimento do mesmo serão usados cilindros pneumáticos, válvulas direcionais, válvulas de fluxo, PLC, programação em LADDER, componentes elétricos, sensores. Portanto, abrangendo grande parte do curso de controle e automação.

2. Pneumática

A palavra pneumática tem origem grega “Pneuma” que significa respiração, sopro e é definido como parte da física que se ocupa dos fenômenos relacionados com os gases ou vácuos. Embora a pneumática seja um dos mais velhos conhecimentos da humanidade, somente na segunda metade do século XIX é que o ar comprimido adquiriu importância industrial.

A utilização do ar comprimido é de grande interesse industrial, pois é considerada uma fonte de energia limpa e de simples utilização, mas como toda instalação industrial, a pneumática possui vantagens e desvantagens.

Vantagens

- **Redução de custos operacionais:** a rapidez nos movimentos pneumáticos e a libertação do operário (homem) de operações repetitivas possibilitam o aumento do ritmo do trabalho, aumento de produtividade e, portanto, um menor custo operacional.
- **Robustez dos componentes pneumáticos:** a robustez inerente aos controles pneumáticos torna-os relativamente insensíveis a vibrações e golpes, permitindo que ações mecânicas do próprio processo sirvam de sinal para as diversas sequências de operação.
- **Facilidade de implantação:** pequenas modificações nas máquinas convencionais, aliadas à disponibilidade de ar comprimido, são os requisitos necessários para implantação dos controles pneumáticos.
- **Resistência a ambientes hostis:** poeira, atmosfera corrosiva, oscilações de temperatura, umidade, submersão em líquidos, raramente prejudicam os componentes pneumáticos, quando projetados para essa finalidade.
- **Simplicidade de manipulação:** os controles pneumáticos não necessitam de operários especializados para sua manipulação.
- **Segurança:** como os equipamentos pneumáticos envolvem sempre pressões moderadas, tornam-se seguros contra possíveis acidentes, quer no pessoal, quer no próprio equipamento, além de evitarem problemas de explosão.

Desvantagens

- O ar comprimido necessita de uma boa preparação para realizar o trabalho proposto: remoção de impurezas, eliminação de umidade para evitar corrosão nos equipamentos, engates ou travamentos e maiores desgastes nas partes móveis do sistema.
- Os componentes pneumáticos são normalmente projetados e utilizados a uma pressão máxima de 1723,6 kPa. Portanto, as forças envolvidas são pequenas se comparadas a outros sistemas. Assim, não é conveniente o uso de controles pneumáticos em operação de extrusão de metais.
- Velocidades muito baixas são difíceis de serem obtidas com o ar comprimido devido às suas propriedades físicas. Neste caso, recorre-se a sistemas mistos (hidráulicos e pneumáticos).
- O ar é um fluido altamente compressível, portanto, é difícil de obter parada intermediária e velocidades uniformes.
- O ar comprimido é um poluidor sonoro quando são efetuadas exaustões para a atmosfera. Esta poluição pode ser evitada com o uso de silenciadores nos orifícios de escape.

Nesse projeto toda a parte pneumática será fornecida pela SMC Brasil, e sendo a aplicação do equipamento em uma área fabril, o fornecimento de ar comprimido já está garantido.

3. CLP – Controlador Lógico Programável

Um controlador lógico programável, ou CLP é um computador digital utilizado para automação de processos eletromecânicos tipicamente industriais, tais como o controle de máquinas em linhas, processos, máquinas, transporte automatizados, entre outros. CLPs funcionam com entradas e saídas tanto analógicas quanto digitais, sendo projetados para serem altamente confiáveis, imunes a ruídos elétricos, resistentes a impactos e vibrações.

Dessa forma, um CLP – Controlador Lógico Programável é um aparelho eletrônico digital que contém uma memória programável para armazenamento de instruções que são utilizadas para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, com o objetivo de controlar máquinas e processos.

Diante da qualidade e confiança da marca WEG no cenário mundial, será usado o CLP CLIC CLW – 02 / 20HR – D – 3RD e mais cartões de expansão devido as entradas e saídas do projeto.

Figura 1: CLP WEG CLIC 02 DC 24V

4. Sistema Pneumático

a. Atuadores

Os atuadores pneumáticos, também conhecidos por cilindros ou pistões pneumáticos, são na verdade elementos de trabalho, pois são os elementos que transformam a energia do ar comprimido em trabalho mecânico através de movimentos lineares e ou giratórios. Os movimentos executados por cilindros são: lineares, rotativos, e semi-rotativos ou angulares (um tipo de atuador para cada tipo de movimento). Três são as variáveis básicas controladas: sentido de movimento, velocidade e força. Para controlar estas variáveis em atuadores pneumáticos são utilizadas válvulas pneumáticas, que são: válvulas direcionais para controlar o sentido de movimento, válvulas de fluxo para controlar a velocidade, e válvulas de pressão para controlar a força.

No projeto usaremos quatro cilindros de dupla ação, e um cilindro sem haste. Portanto, nesse projeto as explicações sobre os atuadores e seus dimensionamentos serão em torno deles.

Cilindro de dupla ação

Com este cilindro o trabalho se desenvolve nos dois sentidos do curso de avanço e de retorno, uma vez que a pressão do ar comprimido atua nos dois lados do êmbolo, sendo que quando a pressão atua no lado da haste a força resultante é menor pois a área de atuação é menor devido a área da haste do cilindro. Esta consideração é válida somente quando a mesma carga é transportada nos dois sentidos. Em cilindros de haste passante as forças resultantes são iguais.

Figura 2: Atuador linear de dupla ação Festo

Cilindro sem Haste

De acoplamento magnético, sem guia: Um cilindro convencional de 500mm de curso poderá ter, quando estendido, um comprimento total de 1100mm. No caso dos cilindros sem haste para o mesmo curso o comprimento total será de aproximadamente 600mm. Isto facilita o seu emprego onde se necessita de cursos muito longos. O movimento do êmbolo se dá como nos cilindros comuns, sendo que o movimento do mancal externo acontece por acoplamento magnético. Anéis magnéticos devidamente polarizados proporcionam o arraste. Momentos de inércia ou fortes impactos podem deslocar o mancal de sua posição. No manejo de cargas pesadas devem ser observados os momentos de torção e o alinhamento sob pena de desgastes prematuros nas buchas do mancal.

De acoplamento magnético, com guias: dependendo do tipo de guia utilizado, o problema da carga lateral pode ser resolvido ou as vezes até piorado. Com guias de rolamentos lineares auxiliares a capacidade de carga pode ser incrementada e o curso pode ser mais longo uma vez que estas guias de precisão possuem índices de atritos muito baixo. Para estes modelos o curso longo é o principal fator em casos de necessidade de cargas maiores e longos percursos.

Devido que estes cilindros permitem uma maior capacidade de carga, torna-se necessário amortecedores de impacto eficientes para desacelerar a massa de forma suave a fim de evitar danos a estrutura. Sensores magnéticos, operados por anel magnético embutido no interior do mancal, podem ser montados em um trilho auxiliar ao longo do curso.

De acoplamento mecânico, com guia: Para suspender ou mover cargas mais pesadas este tipo de cilindro possui uma fita metálica, guiada em um canal com vedação dinâmica, como acoplamento entre o êmbolo e o carrinho externo. Este modelo não corre o risco de desconexão do êmbolo em casos de impactos dinâmicos, porém não está totalmente livre de vazamentos como no de acoplamento magnético.

Figura 3: Cilindro sem haste Festo

Dimensionamento de cilindros

Montagem dos cilindros: para garantir que os cilindros sejam montados corretamente, os fabricantes oferecem uma ampla gama de dispositivos de fixação que satisfazem todos os requisitos. Desde de cantoneiras para fixação horizontal ou vertical até sistemas de fixação oscilante pivotadas.

Juntas flexíveis ou flutuantes: quando se deseja compensar inevitáveis desalinhamentos entre o cilindro e uma carga guiada é indispensável o uso de juntas flutuantes na extremidade da haste do cilindro, caso contrário o inevitável desalinhamento não só provocará atritos significativos no sistema como provocará um desgaste prematuro da bucha do mancal, da haste do cilindro e das guias do dispositivo. A este recurso denominamos de desacoplamento mecânico.

Carga limite de flambagem: a flambagem nos cilindros pneumáticos identifica o deslocamento lateral por flexão devido a uma força de compressão em uma de suas extremidades e no sentido axial. A flambagem se manifesta sob diversas formas sendo as duas principais causas a seguir:

a – Esforço excessivo de compressão

b – Quando o elemento submetido ao esforço (no caso o cilindro) é muito longo e fino

A carga de flambagem depende muito do sistema e do método de fixação dos cilindros. Se destacam quatro métodos principais de fixação (baseados nos casos de Euler)

1. Fixação rígida de um lado e solta no lado oposto
2. Fixação oscilante (pivotante) em ambos os extremos
3. Fixação rígida de um lado e oscilante em outro
4. Fixação rígida em ambos os extremos

As condições acima mencionadas ocorrem quando um cilindro levanta verticalmente uma carga considerável ou a empurra de outra forma qualquer estando assim configurado um esforço de compressão. Quando a flambagem for excessiva os esforços laterais danificam as guias do cilindro até a inutilização.

Força teórica do cilindro: a força desenvolvida por um cilindro é em função da área do êmbolo, da pressão do ar comprimido de alimentação e da resistência oferecida pelos atritos inerentes. Para calcular a força teórica, desprezando os atritos, usamos a fórmula:

$$\text{Força (Ft)} = \text{pressão relativa (p)} \times \text{área do êmbolo (cm}^2\text{)} = Ft = p \times A \quad (1)$$

A força pode ser definida em Newton (N) ou em kilopond (kp) onde 1 kp = 9,81 N

A pressão pode ser definida em bar ou em Pascal (Pa) sendo 1 bar = 100kPa ou 1,02 kgf/cm²

Para cilindros de dupla ação, normais, a área pode ser definida em cm², portanto:

$$\text{Para o curso de avanço a força teórica será: } Fa = p \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \quad (2)$$

$$\text{Para o curso de retorno a força teórica será: } Fr = p \times \frac{(D^2 - d^2) \times \pi}{4} \quad (3)$$

Fa = força no avanço

Fr = força no retorno

P = pressão relativa de trabalho em bar

D² = diâmetro do êmbolo em cm²

d² = diâmetro da haste do cilindro em cm²

$\pi = 3,14$

Força efetiva: A força efetiva é a força real e necessária para a realização do trabalho com boa margem de segurança, margem esta que deve compensar possíveis quedas da pressão de trabalho, aumento progressivo de desgastes dos componentes internos dos cilindros (perda de eficiência) e atritos nos dispositivos.

A força efetiva depende da massa da carga (peso), do ângulo do movimento de elevação, das forças de atrito, da pressão de trabalho e da área efetiva do êmbolo.

A carga consiste do peso da massa, a força do atrito R representado pelo coeficiente de atrito multiplicado pela massa, e da aceleração necessária. A influência de todas estas forças depende do ângulo de elevação do eixo do cilindro em relação ao plano horizontal.

Em um movimento horizontal (ângulo de elevação = 0°) se necessita vencer apenas as forças do atrito, definido pelo coeficiente μ , que varia de 0,1 a 0,4 para deslizamentos entre partes metálicas, e entorno de 0,005 quando o deslizamento se sobre roletes e de 0,001 quando sobre guias e rolamentos de esferas. Este coeficiente entra na fórmula como cosseno cujo valor varia de 1 na horizontal ($\alpha = 0^\circ$) a 0 na vertical ($\alpha = 90^\circ$).

A carga será igual ao peso da massa a mover quando o movimento se dá na vertical (elevação a 90°). O peso é o resultado da força criada pela aceleração da gravidade atuando sobre a massa. O valor da aceleração da gravidade é de 9,80629 m/s².

Em movimentos na horizontal o peso tem uma componente nula sobre a carga, uma vez que esta é suportada pelo sistema, sendo considerados apenas os atritos de deslizamentos, neste caso toda a potência do cilindro estará disponível para a aceleração da carga.

A componente do peso sobre a massa a ser vencido pelo cilindro varia com o ângulo de elevação α desde 0% a 100% uma vez que tem como fator a composição do seno ângulo de inclinação (α) cujo valor é "0" para deslocamento horizontal e "1" para o deslocamento vertical.

Coefficiente de carga: na prática, para calcular e encontrar os valores adequados é necessário recorrer a formulários e outras documentações que tomam muito tempo, e trabalho. Para facilitar recorreremos às tabelas existentes nos catálogos que nos dão valores bem aproximados mas num tempo bem menor.

O coeficiente de carga representa, em porcentagem, a margem de segurança que nos garante que os equipamentos escolhidos irão satisfazer plenamente os requisitos do projeto. Por definição temos:

$$\text{Coeficiente de carga: } \frac{\text{força necessária}}{\text{força teórica}} \times 100\% \quad (4)$$

Um cilindro não deveria ter um coeficiente de carga superior a 85%. Quando se faz necessário uma regulação precisa da velocidade ou as condições de carga variam consideravelmente este valor deveria ficar entre 60 e 60%. E em aplicações na vertical é de bom senso ficar ao redor de 50%.

Controle da velocidade: a velocidade de um cilindro é determinada pela força excedente no lado do êmbolo em contraposição à força da carga. Portanto, o coeficiente nunca deve ser superior a 85%. Quanto menor o coeficiente melhor será o controle da velocidade, especialmente quando a carga está sujeita a variações constantes. Para um controle eficiente e regular utiliza-se reguladores de fluxo atuando no fluxo de ar de saída do cilindro que consiste de um restritor regulável e uma válvula de retenção.

Vazão e consumo de ar: existem duas formas para expressar o consumo de ar comprimido dos cilindros e da instalação do sistema.

O primeiro leva em conta o consumo médio por hora e serve para calcular o custo da energia como parte do custo do produto, e para estimar a capacidade do compressor para a totalidade da instalação.

O segundo leva em conta o consumo máximo individual dos atuadores pneumáticos sejam eles cilindros ou motores. Este cálculo serve também para definir o tamanho correto das válvulas, das mangueiras e do filtro-regulador-lubrificador.

O consumo de ar de um cilindro é definido pelo produto da área do êmbolo pelo comprimento do curso, pelo número de ciclos por minuto e pela pressão absoluta empregada. Por número de ciclos entendemos os cursos de avanço e os de retorno em minuto.

Em instalações de médio e grande porte é aconselhável calcular também o volume das tubulações de entrada e saída de ar pois representam, ao fim do dia, um consumo considerável de ar comprimido.

Diâmetro do cilindro	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar
20	0,124	0,155	0,186	0,217	0,248
25	0,194	0,243	0,291	0,340	0,388
32	0,319	0,398	0,477	0,557	0,636
40	0,498	0,622	0,746	0,870	0,993
50	0,777	0,971	1,165	1,359	1,553
63	1,235	1,542	1,850	2,158	2,465
80	1,993	2,487	2,983	3,479	3,975
100	3,111	3,886	4,661	5,436	6,211

Figura 4: Consumo de ar

b. Válvulas direcionais

As principais funções das válvulas de controle direcional são a de permitir ou não a passagem de um determinado fluxo de ar comprimido, influenciando a sua direção fechando ou mudando as passagens internas de suas conexões.

As válvulas se identificam inicialmente pelo número de vias, pelo número de posições de comando que elas podem assumir, pela posição preferencial assumida e pelo tipo de atuação (operação).

O número de vias (caminhos) e o de posições se definem por números assim convencionados: 2/2 – 3/2 – 4/2 – 5/2 – 5/3, onde o primeiro número define as vias, e o segundo define o de posições que a válvula pode assumir. O número de vias define o número de conexões, porém as conexões de comando (pilotos) não estão incluídos.

As válvulas se descrevem por quadrados desenhados horizontalmente para definir o número de posições. Linhas com setas para definir o número de vias e a direção preferencial do fluxo de ar comprimido, números ou letras para identificar a função de cada conexão. Os tipos de acionamento são desenhados externamente aos quadrados e procuram sugerir da melhor forma possível a sua função real.

As válvulas podem ser classificadas em dois principais grupos, monoestável e biestável.

Monoestável: Quando a válvula assume uma posição preferencial em seu estado de repouso (sem ser atuada), é definida como válvula monoestável. A posição preferencial pode ser assumida por intermédio de uma mola colocada internamente no corpo e agindo diretamente no elemento de comutação (retorno por mola), por ar, ou ambos. Mesmo sem a alimentação de ar, a válvula permanece na posição preferencial. Aplicando um sinal de comando, que pode ser manual, mecânico, pneumático ou elétrico a válvula muda de posição e ao deixar de existir o sinal ela retorna à posição inicial.

Biestável: quando não há posição preferencial, ela permanece na última posição de comando e só muda de posição quando receber outro sinal do lado oposto. Dizemos que estas válvulas tem um comportamento de memória. Válvulas de duplo comando pneumático, duplo solenoide, e de comando manual com trava pertencem ao grupo biestável.

Outro tipo de válvula é o de comando por pressão diferencial, onde o carretel comutador (spool) tem as extremidades de diâmetros diferentes, portanto o lado maior tem preferência mesmo com o sinal de comando em ambos os lados. Dependendo da sequência dos comandos esta válvula não tem posição de repouso preferencial nem definida. Usa-se muito pouco atualmente.

As duas primeiras formas de construção de comutadores internos de válvulas são as de assento plano ou cônico (poppet) ou de carretel ou corrediça, cilíndrica ou plana, (Spool). As vedações podem ser de tipos diversos de borracha, natural ou sintética, ou mesmo de uma variedade de elastômero, cada qual para atender exigências específicas.

Os acionamentos das válvulas podem ser mecânicos, manuais, pneumático, e elétrico.

Vazão: As dimensões dos orifícios das conexões nem sempre nos indicam a capacidade de vazão da válvula. A escolha da válvula depende da vazão unitária desejada e da perda da carga admissível.

Os fabricantes informam em catálogo a capacidade de vazão de cada válvula. A vazão normalmente é indicada em litros por minuto de ar, em condições normais de pressão e temperatura Q_n , utilizando 6 bar na entrada, e 5 bar na saída. Outros fatores também costumam ser usados como o coeficiente de vazão C_v ou K_v ou do método da seção (área) equivalente S .

Figura 5: Válvula 5/2 vias acionamento por bobina

c. Válvulas auxiliares

Válvulas de retenção: as válvulas de retenção têm a função de permitir o fluxo de ar em um sentido, e bloquear este fluxo no sentido inverso. Elas podem estar incorporadas em válvulas reguladoras de fluxo unidirecionais ou em conexões com auto retenção, tipo engate rápido.

Figura 6: Válvula de retenção

Reguladores de fluxo: um regulador de fluxo consiste de uma válvula de agulha que restringe ou libera a passagem de uma determinada quantidade de ar comprimido. Para evitar no caso de controle de velocidade de cilindros, que a restrição se processe nos dois sentidos, ela pode ser combinada com uma válvula de retenção. Isto permite que o fluxo de ar possa entrar livremente no cilindro e ser controlado na saída, reduzindo assim a velocidade do cilindro.

Figura 7: Válvula reguladora de fluxo

Válvula alternadora: trata-se de uma válvula com duas conexões de entrada e uma de saída. Se as duas conexões de entrada estiverem pressurizadas, teremos a maior pressão na saída. Se as pressões forem iguais teremos na saída a pressão que foi aplicada primeiro. Quando um sinal pneumático de comando for aplicado em uma das entradas o elemento interno bloqueia a outra entrada. Este comportamento confere a esta válvula função lógica "OU".

Figura 8: Válvula alternadora

Válvula de escape rápido: esta válvula possui uma conexão de entrada de pressão, uma saída e uma de escape de grande capacidade de passagem. Quando o fluxo de ar passa da entrada para a saída o disco de vedação interna bloqueia a via de escape. Quando a pressão na entrada deixa de existir, o ar comprimido confinado levanta o disco e escapa em grande velocidade para a atmosfera. Utiliza-se para incrementar a velocidade de cilindros uma vez que o ar que poderia oferecer resistência ao avanço do êmbolo é descarregado rapidamente para atmosfera. Devido ao grande ruído provocado recomenda-se o uso de silenciador.

Figura 9: Válvula de escape rápido

5. Sistema Elétrico

a. Disjuntor

Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico, que funciona como um interruptor automático, destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuito e sobrecargas elétrica. A sua função básica é a de detectar picos de corrente que ultrapassem o adequado para o circuito, interrompendo-a imediatamente antes que os seus efeitos térmicos e mecânicos possam causar danos à instalação elétrica protegida.

Uma das principais características dos disjuntores é a sua capacidade de poderem ser rearmados manualmente, depois de interromperem a corrente em virtude da ocorrência de uma falha. Diferem assim dos fusíveis, que tem a mesma função, mas que ficam inutilizados quando realizam a interrupção. Por outro lado, além de dispositivos de proteção, os disjuntores servem também de dispositivos de manobra, funcionando como interruptores normais que permitem interromper manualmente a passagem de corrente elétrica. Existem diversos tipos de disjuntores, que podem ser desde de pequenos dispositivos que protegem a instalação elétrica de uma única habitação até grandes dispositivos que protegem os circuitos de alta tensão que alimentam uma cidade inteira.

Figura 10: Mini disjuntor Bipolar WEG

b. Fonte de alimentação chaveada 24VC

A fonte chaveada é uma unidade eletrônica que incorpora um regulador chaveado, ou seja, um circuito controlador interno que comuta a corrente, ligando e desligando rapidamente, de forma a manter uma tensão de saída estabilizada. Reguladores chaveados são utilizados para substituição de reguladores lineares mais simples, quando uma eficiência maior, menor tamanho e maior leveza são requeridos. Eles, entretanto, são mais complexos e mais caros, e o chaveamento da corrente pode causar problemas de ruído (tanto eletromagnético quanto sonoro) se não forem cuidadosamente suprimidos. Além disso, projetos simples podem ter baixo fator de potência.

Tendo em vista a confiabilidade da fonte chaveada, e o uso da corrente baixa (24VC ou 12VC) nos componentes elétricos como bobinas, sensores, botões, servomotores, CLPs em aplicações de automação e em máquinas, esse projeto não será diferente. A explicação para a corrente baixa é devido ao controle digital, (0 ou 1), e a segurança de operação, não necessitando de tensões maiores. Portanto, a tensão de entrada do sistema que é 220VA, precisa ser convertida em 24VC que será a tensão de trabalho da máquina.

Figura 11: Fonte chaveada de tensão WEG

c. Relé de segurança

Os relés são dispositivos comutadores eletromecânicos, e sua estrutura é simplificada. Onde, nas proximidades de um eletroímã é instalada uma armadura móvel que tem por finalidade abrir ou fechar um jogo de contatos. Quando a bobina é percorrida por uma corrente elétrica é criado um campo magnético que atua sobre a armadura, atraindo-a. Nesta atração ocorreu um movimento que ativa os contatos, os quais podem ser abertos, fechados ou comutados, dependendo de sua posição.

Isso significa que, através de uma corrente de controle aplicada à bobina de um relé, podemos abrir, fechar ou comutar os contatos de uma determinada forma, controlando assim as correntes que circular por circuitos externos. Quando a corrente deixa de circular pela bobina do relé o campo magnético criado desaparece, e com isso a armadura volta a sua posição inicial pela ação da mola. Os relés se dizem energizados quando estão sendo percorridos por uma corrente em sua bobina capaz de ativar seus contatos, e se dizem desenergizados quando não há corrente circulando por sua bobina.

Outra característica importante, que será usada nesse projeto é a segurança dada pelo isolamento do circuito de controle em relação ao circuito que está sendo controlado. Não existe contato elétrico entre o circuito da bobina e os circuitos dos contatos do relé, o que significa que não há passagem de qualquer corrente do circuito que ativa o relé para o circuito que ele controla.

Figura 12: Relé de segurança para botão de emergência WEG

6. Sensores

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

Um sensor nem sempre tem as 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 produção de um sinal que possa ser lido pelo controlador, esse circuito pode ser conversão, uma amplificação, uma filtragem, ou ambos.

Existem diversos tipos de sensores utilizados em equipamentos industriais, são encontrados desde simples chaves mecânicas, sensores indutivos, sensores capacitivos, transdutores especiais, entre outros. Para o carregador automático iremos usar apenas sensores ópticos.

a. Sensor óptico

Os sensores óticos são indicados para diversas situações como, por exemplo, quando o contato físico com o objeto não é possível (como exigem os micros switches) ou quando o objeto é de um material incapaz de ser detectado por outro tipo de sensor, entre outras condições possíveis. Seu baixo custo, tamanho reduzido, robustez diante de ruídos eletromagnéticos, a capacidade de detectar todo tipo de material (desde que não sejam transparentes) a boa resolução, as distâncias de detecção relativamente altas e o simples princípio de funcionamento fazem deste tipo de sensor uma opção atrativa como "sensores de presença". Como desvantagem, cabe apontar que podem ser influenciados por uma iluminação defeituosa, assim como são sensíveis em ambientes com altos índices de contaminação ótica.

Os sensores óticos possuem um princípio de funcionamento baseado num feixe luminoso, em geral infravermelho e que pode ser polarizado (ou não), gerado por um dispositivo emissor e captado por outro dispositivo receptor. A presença do objeto no caminho do raio infravermelho, possibilita (ou impede), dependendo do tipo de sensor, a recepção deste por parte do receptor. Assim, o controlador monitora se o objeto se encontra (ou não) presente no caminho da luz.

Nos dispositivos mais comuns, o emissor consiste em um LED infravermelho polarizado adequadamente, o qual emite um raio de um determinado espectro de frequências. O dispositivo receptor, em geral, consiste em um fototransistor, que quando está polarizado corretamente (fica em estado de corte ou saturação) dependendo se sua base está sendo ou não iluminada. Através da polarização do receptor, é possível obter na saída um sinal de 0 V ou VCC, monitorando assim o controlador a presença do objeto.

Os diferentes dispositivos transdutores que se encontram no mercado podem apresentar diversos tipos de saída, entre os quais encontram-se a saída de relé, a saída transistorizada open-collector, a saída SCR para tensão alternada, assim como diferentes tipos de alimentação, de 24 a 240VCA para alimentação alternada ou de 5 a 240VCC para alimentação contínua.

Os sensores óticos formados por um LED e um fototransistor apresentam algumas desvantagens, tal como, pela relativamente pouca potência luminosa do feixe emitido, assim como pelo ângulo de difusão deste, a distância máxima de recepção é normalmente pequena. Existem versões desses sensores mais precisas e de maior alcance, entre elas a que utiliza como emissor uma fonte de raio laser e como receptor uma cristal foto-sensível. A distância de recepção aumenta, mas com a desvantagem de que este dispositivo exige um alinhamento perfeito entre emissor e receptor.

Existem também transdutores de alto alcance nos quais o emissor é uma fonte de luz de alta potência, por exemplo uma simples lâmpada incandescente, e o receptor é um dispositivo foto-sensível tal como o LDR, ou resistor que varia sua resistência com a luz incidente. Com um dispositivo de polarização apropriado, como uma ponte de Wheatstone e um Schmitt-trigger, se obtém na saída os estados correspondentes segundo exista (ou não) um objeto no caminho do feixe de luz. Em seguida serão analisadas as principais configurações físicas dos transdutores óticos, desconsiderando qual seja a fonte de emissão e o tipo de dispositivo receptor.

Diferentes configurações

Sensores de barreira: neste tipo de transdutor, o emissor e o receptor encontram-se em dois dispositivos diferentes. Eles devem ser colocados em perfeito alinhamento de maneira tal que a luz emitida chegue ao receptor. Quando um objeto não transparente se interpõe entre o emissor e o receptor, a luz obviamente não chega, desativando o receptor, e entregando o estado correspondente na saída.

Este tipo de dispositivo, dependendo da fonte luminosa, tem a grande vantagem que pode permitir uma distância considerável entre emissor e receptor (até 50 m em alguns casos) e, portanto, pode detectar a presença de objetos de grandes dimensões, por exemplo, pessoas entrando num elevador, ou carros numa garagem. Por exemplo, há um modelo que permite uma distância de detecção de até 30 m quando utilizado em modo de sensor de barreira; por outro lado, há um sensor fotoelétrico que permite uma distância de detecção de até 10 m, para objetos de no mínimo 15 mm de diâmetro, e com uma frequência máxima de chaveamento de 500 Hz.

Em alguns casos o emissor e o receptor encontram-se no mesmo dispositivo, enfrentados entre eles, e separados por uma fenda que permite a passagem de um objeto de mínima espessura, tal como uma folha de papel, em cujo caso servirá para detectar a presença desta, como efetivamente é utilizado nas impressoras.

O objeto pode ser ainda um disco com diversos furos equidistantes do centro, solidário com o eixo de um motor ou, em geral, uma peça giratória. Nesse caso o transdutor detectará a passagem dos furos, podendo assim o controlador conhecer o ângulo de deslocamento deste eixo. Este é o princípio dos transdutores conhecidos como "encoders". O objeto pode ser também um cartão furado com um determinado código, entre outras muitas possibilidades.

Figura 13: Sensor óptico de barreira

Sensores de reflexão: neste tipo de transdutor, emissor e receptor de luz encontram-se no mesmo dispositivo, apontando paralelamente. Para que o raio de luz infravermelha emitido pelo emissor chegue ao receptor, é necessário que ele se reflita em uma superfície refletora posicionada na frente do dispositivo e de forma perpendicular a este. Esta superfície pode ser um simples espelho, mas este exige uma perfeita perpendicularidade entre sua superfície e o raio emitido para ser refletido paralelamente.

Mais comum é utilizar-se uma superfície conhecida como “olho de gato”, a qual tem a característica de, mesmo que não se encontre perfeitamente perpendicular ao raio emitido, refletir a luz com o mesmo ângulo que chega, enviando o raio refletido diretamente ao receptor. Esta superfície refletora permite um ângulo máximo de desvio com respeito ao perpendicular do feixe de no máximo 20. Dispositivos plásticos com a superfície trabalhada dessa maneira são muito utilizados em lanternas de carros e de bicicletas. Se um objeto ficar entre o sensor e a superfície refletora, evidentemente a luz não chegará ao receptor, ficando seu fototransistor em estado de corte, e entregando o estado lógico correspondente na saída

A desvantagem deste tipo de dispositivo é que a distância entre ele e a superfície espelhada deve ser menor que a permitida entre emissor e receptor nos sensores de barreira, não superando, em geral, os poucos metros de distância. Isto porque a luz gerada por um LED vai se difundindo no espaço por ter uma largura de banda considerável. Assim, se a distância para chegar ao receptor for grande, o raio de luz que este receberá não terá potência suficiente para saturar o fototransistor.

Isto melhora com o uso dos sensores a laser, pois o raio laser emitido tem uma largura de banda muito estreita e viaja quase sem se difundir, permanecendo praticamente de mesmo diâmetro ao longo de todo o percurso e chegando ao receptor com a mesma potência com que foi emitido.

Dentre os sensores óticos de reflexão encontrados no mercado, podemos mencionar um que quando utilizado no modo de retro-reflexão, permite uma distância de detecção máxima de 10 m; por outro lado, há um fotossensor retro-refletivo que tem um alcance de detecção de 2,4 m.

Figura 14: Sensor óptico de reflexão

Sensores de reflexão difusa: neste tipo de transdutor, o emissor de luz e o receptor também se encontram no mesmo dispositivo, normalmente muito próximos um do outro e apontando paralelamente. Quando uma superfície clara ou brilhante (que não absorva a luz) é colocada bem na frente do dispositivo, o feixe emitido é refletido nele e retorna para ser captado pelo receptor, saturando assim o fototransistor. Estes dispositivos não exigem a presença de uma superfície espelhada para refletir a luz, o que é feito pelo próprio objeto

Mas possuem a desvantagem de que a distância de detecção é mínima (normalmente só alguns centímetros), exigindo que o objeto fique muito próximo do dispositivo. Pode ser mencionada como outra desvantagem o fato de só servirem para a detecção de objetos de cor clara ou brilhante, caso contrário

a luz seria absorvida na sua superfície e não retornaria ao receptor. Como exemplo, há sensores que, no seu modo de reflexão difusa, permitem um alcance de detecção de apenas 70 cm, enquanto que outros só permitem detectar objetos localizados no máximo a 20 cm do dispositivo.

Estes dispositivos são utilizados, geralmente, com uma interface dedicada, que consiste num laço travado em fase (PLL). O emissor gera um feixe luminoso de uma determinada frequência; a malha é fechada se o receptor captar um feixe de luz da mesma frequência. Eles são empregados, portanto, são utilizados numa malha fechada de controle onde a grandeza amostrada é a fase da luz emitida e captada pelo receptor. Isto é feito para evitar que uma fonte de luz ambiente de amplo espectro, por exemplo a gerada por um tubo fluorescente, possa saturar o fototransistor do receptor mesmo sem a presença de um objeto na frente dele.

Estes dispositivos também podem ser usados como sensores analógicos. Polarizando-se o fototransistor em modo ativo direto, a tensão do sinal de saída será proporcional à distância ou à claridade da superfície do objeto onde o feixe é refletido. Assim, para objetos monitorados à mesma distância do dispositivo, o sinal de saída dará uma medida da claridade deste, e para objetos da mesma cor, a amplitude deste sinal será proporcional à distância entre o objeto e o sensor. Em alguns casos poderá até ser selecionada a cor do feixe de luz emitido de tal maneira a abranger uma maior quantidade de cores possíveis de serem detectadas.

Apesar das desvantagens descritas, seu baixo custo e tamanho diminuto fazem deste um sensor adequado para muitas aplicações, principalmente quando a posição do objeto a monitorar é precisa e não tem muita folga, por exemplo no movimento de um elo de um braço mecânico, ou numa esteira transportadora onde os objetos passam sempre na mesma posição, entre outras aplicações.

Figura 14: Sensor óptico de reflexão difusa

b. Sensor indutivo

Foram introduzidos no mercado na em meados de 1960, geralmente aplicados para a substituição de chaves-fim-de-cu Foram introduzidos no mercado na em meados de 1960, geralmente aplicados para a substituição de chaves-fim-de-curso pois não requerem contato físico para atuar. esse fator proporciona uma maior durabilidade, segurança e velocidade de trabalho do equipamentorso pois não requerem contato físico para atuar. esse fator proporciona uma maior durabilidade, segurança e velocidade de trabalho do equipamento

O sendor indutivo é dispositivo eletrônico que é capaz de reagir a proximidade de objetos metálicos, esses dispositivos exploram o princípio da impedância de uma bobina de indução, que ao conduzir uma corrente alternada tem esta alterada quando um objeto metálico ou corrente elétrica é posicionado dentro do fluxo do campo magnético radiante.

Um sensor indutivo é é dispositivo eletrônico que é capaz de reagir a proximidade de objetos metálicos, esses dispositivos exploram o princípio da impedância de uma bobina de indução, que ao conduzir uma

corrente alternada tem esta alterada quando um objeto metálico ou corrente elétrica é posicionado dentro do fluxo do campo magnético radiante.

Isso ocorre pois o objeto absorve parte do campo magnético essa variação é detectada pelo circuito do sensor que produz um sinal de saída, podendo ser a atuação de um contato NA ou NF para corrente alternada ou contínua, um transistor ou ainda um sinal variável de tensão ou de corrente (saída analógica).

Um sensor indutivo é composto por quatro partes, sendo:

- Um oscilador verifica as mudanças de corrente contínua (DC) para corrente alternada (AC).
- Um núcleo de ferro envolto em fios ou em uma bobina cria um campo magnético que será afetado pela presença de metal.
- Os dispositivos de sensoriamento monitoram o circuito do campo magnético e as mudanças de campo causadas por metais passando nas proximidades.
- Um processador de saída leva a informação ao circuito do sensor e envia um sinal para outros equipamentos.

Possuem grande aplicação na área industrial, sendo utilizados em máquinas para contar peças, medir velocidade, detectar materiais de baixa resistência mecânica, entre muitas outras aplicações. Para esse projeto o sensor indutivo ficará na porta, quando estiver aberta a máquina não funciona.

Figura 15: Sensor indutivo

7. Definição do projeto

O projeto visa a otimizar o processo de inserção de caixa de uma maneira eficiente em máquinas de surfacagem de lentes, para isso é necessário em primeiro lugar saber qual a medida de entrada máquina (esteira).

Figura 16: Linha de produção de geradoras de curvas

O próximo passo são as medidas das caixas: 260 mm x 220 mm x 70mm

Figura 17: Caixa de lentes com dimensões

Sabendo as dimensões apropriadas, é necessário estipular um número de caixas limite, nesse caso serão **10 caixas.**

Figura 18: 10 caixas empilhadas

Com as dimensões definidas o projeto pode ser viabilizado, para isso ficou decidido que as premissas seriam um projeto de baixo custo, com pouco desgaste, aumentando a vida útil, limpo, eficiente e confiável. Portanto, o uso da pneumática associado a um controle feito por PLC, dando prioridade a componentes nacionais com a WEG, e a confiabilidade da SMC na parte pneumática.

Figura 19: Projeto sem estruturação de suporte para cilindros

8. Diagramas e Ladder

a. Diagrama trajeto-passo

b. Diagrama pneumático

Componentes:

Cilindro 1: Cilindro sem haste MY1B80 – 800 – Z73

Cilindro 2: Cilindro dupla ação CDQ2A12 – 30D – A73

Cilindros 3 e 4: Cilindro de dupla ação CDQMB12 – 15 – M9PW

Cilindro 5: Cilindro CP955DB 32 – 400W – Z76

As válvulas assim como o tratamento de ar serão especificadas pela SMC.

c. Fluxograma elétrico

Componentes:

Disjuntor: mini disjuntor bipolar WEG MBW – C2 – 2

Fonte chaveada: fonte chaveada WEG PSS24 – W/0,3

Relé de segurança: relé de segurança WEG linha CP

CLP: Clic 02 CLW – 02 / 20HR – D – 3RD

Cartão de Expansão: Clic 02 CLW -02 8ER – D

Periféricos:

- Botão pulsador iluminado dia 22mm IP66 verde: CSW – BF12 10046388
- Botão pulsador iluminado dia 22mm IP66 vermelho: CSW – BF11 10186385
- Botão de emergência CSW – BESG 11007367
- Para todos esses botões existe a necessidade do bloco de contato e para os botões iluminados o bloco de iluminação

d. Ladder

Símbolo:

*Utilizado

I: 123456789ABC

Z: 1234

X: 123456789ABC

Q: 12345678 P: 1

Y: 123456789ABC

M: 123456789ABCDEF

T: 123456789ABCDEF

*

C: 123456789ABCDEF

R: 123456789ABCDEF

G: 123456789ABCDEF

H: 123456789ABCDEF

L: 12345678

D: 0

Mais...

Símbolo:

*Utilizado

I: 123456789ABC

Z: 1234

X: 123456789ABC

Q: 12345678 P: 1

Y: 123456789ABC

M: 123456789ABCDEF

T: 123456789ABCDEF

*

C: 123456789ABCDEF

R: 123456789ABCDEF

G: 123456789ABCDEF

H: 123456789ABCDEF

L: 12345678

D: 0

Símbolo:

*:Utilizado

I: 123456789ABC

** *****

Z: 1234

X: 123456789ABC

Q: 12345678 P: 1

Y: 123456789ABC

*** **

M: 123456789ABCDEF

T: 123456789ABCDEF

*

C: 123456789ABCDEF

R: 123456789ABCDEF

G: 123456789ABCDEF

X: 123456789ABC

Q: 12345678 P: 1

Y: 123456789ABC

*** **

M: 123456789ABCDEF

T: 123456789ABCDEF

*

C: 123456789ABCDEF

R: 123456789ABCDEF

G: 123456789ABCDEF

H: 123456789ABCDEF

L: 12345678

D: 0

Mais...

9. Conclusão

Esse projeto ainda terá o cálculo estrutural, para suportação dos itens pneumáticos, e apoio dos componentes elétricos. A partir disso, será feito o levantamento de custo de todo o equipamento, para posteriormente aprovação financeira dentro da empresa, mensurando também o ganho de produtividade do projeto, para compensação do investimento.

O grande desafio de um projeto é verificar todas as possibilidades de aplicação, para em seguida seleção dos itens para execução do mesmo. O grande aprendizado nesses anos de faculdade serviu para aplicar os conhecimentos adquiridos nas áreas que abrangeram o curso, e principalmente a buscar, e discutir peças com fornecedor para uma melhor aplicação. Evidentemente, que o projeto precisar implementando e montado, para testes reais e um aprimoramento do sistema.

Ainda no processo de implementação há de se destacar a programação em Ladder, muito comum em aplicações industriais, através dos CLPs. Particularmente, de todo o projeto essa foi a parte em que mais fiquei a vontade, e contente em aplicar os conhecimentos adquiridos. Logo, poder aplicar os conhecimentos adquiridos em um projeto de fim curso foi bastante satisfatório e gratificante.

10. Referências

- [1] Daniel Albuquerque Thomazini, Pedro U. B Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações. 5ª ed. São Paulo: Érica, 2005
- [2] Saber Eletrônica. São Paulo: Editora Saber, n. 405, out. 2006
- [3] Peter Croser, Frank Ebel – Pneumática básica – Festo didactic
- [4] Richard C. Dorf, James A. Svoboda – Introdução aos Circuitos Elétricos. 5. Ed. Rio de Janeiro, Editora LTC, 2003. 848.p
- [5] Rosário, João Maurício; “Princípios da Mecatrônica”; Editora Pearson Prentice Hall; São Paulo; 2005
- [6] Natale, Ferdinando; “Automação Industrial”; Editora Érica; São Paulo; 1995

11. Anexos

- [1] Catálogo WEG – comando-e-sinalizacao-linha-cew-50009829-catalogo-portugues-br
- [2] Catálogo WEG – comando-e-sinalizacao-linha-csw-50009820-catalogo-portugues-br
- [3] Catálogo WEG – linha-de-comando-e-sinalizacao-panorama-50042711-catalogo-portugues-br
- [4] Catálogo WEG – sensores-e-fontes-50029077-catalogo-portugues-br
- [5] Catálogo SMC - capitulo-1-tratamento-de-ar
- [6] Catálogo SMC – capitulo-3-valvulas-solenoide-1
- [7] Catálogo SMC – capitulo-3-valvulas-solenoide-2
- [8] Catálogo SMC – capitulo-6-cilindros-e-atuadores-lineares-1
- [9] Catálogo SMC – capitulo-6-cilindros-e-atuadores-lineares-2