



CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO
INDUSTRIAL


PROYECTO INDUSTRIAL TERMINAL

005897

Rediseño y Automatización de Máquina de Inyección
de Abrasivos

PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD EN
“TECNOLOGO EN MECATRONICA”
PRESENTA

Alumno: Sergio Enrico Morales Prezas 

Tutor de Planta: Ing. Bruno Ortega 

Tutor Académico: Dr. Luis del Llano Vizcaya 

QUERETARO, QRO.2009



13.1.1.- Cotización 1-Servomotor y Driver de velocidad.....	23
13.1.2.- Cotización 2-Servomotor y Driver de velocidad.....	24
13.1.3.- Cotización 3- Servomotor y Driver de velocidad.....	24
13.1.4.- Cotización 4- Servomotor y Driver de velocidad.....	26
13.1.5.- Hoja de datos del Servomotor [2]	26
13.1.6.- Anexo de Información-Sensor Capacitivo [3]	27
13.1.7.- Anexo de Información-Sensor Inductivo [4]	28
13.1.8.- Anexo de Información-Servomotor [5].....	32
13.1.9.- Anexo de Información-Driver [6]	35
Principio de funcionamiento	39
13.2.- Anexos - Opción Dos [7]	41
13.2.1.- Cotización 1-Sensor Inductivo	41
13.2.2.- Cotización 2- Sensor Inductivo	42
13.2.3.- Cotización 3-Sensor Inductivo	42
13.2.4.- Cotización 4-Sensor Inductivo	43
13.3.- Anexos - Opción Tres [8]	44
13.3.1.- Cotización 1-Sensor Laser	44
13.3.2.- Anexo de Información-Sensores Fotoeléctricos [9].....	45
13.3.3.- Anexo de Información-Motores de corriente alterna [10].....	48
13.4.- Anexos - Opción Cuatro [11]	51
13.4.1.- Cotización 1-Sensores Fotoeléctricos Laser	51
13.4.2.- Hoja de datos del Sensor Fotoeléctrico [12]	52
13.4.3.- Anexo –PLC slc500 [13].....	53
13.4.4.-Anexo de Información-Cuadro de comparación de Sensores laser [14]	54
13.4.5.- Anexo de Información del Plc [15].....	55
13.4.6.- Anexo de Información de Toberas [16]	60

Índice de Figuras

1.- Fundación de PLP	III
2.- PLP-México.....	2
3.- Conexiones PLP.....	2
4.- Grip	3
5.- Diagrama Eléctrico de la Máquina de Inyección de Abrasivo	4
6.-Servomotores y Drivers	7
7.- Simulación de los servomotores y sensores inductivos en la máquina de abrasivos	8
8.- Simulación de los sensores inductivos en la máquina de abrasivos.....	9
9.- Tobera	10
10.- Simulación del sensor laser adecuado a la máquina.	11
11. – Simulación de los sensores laser fotoeléctricos y posible adecuación de toberas	12
12.- Diferencia de Precios en los Materiales	13
13.- Diagrama Eléctrico de los que sería la Opción 4	15
14.- Diagrama de escalera de la máquina de abrasivo controlada por sensores fotoelectricos	16
15.- PLC slc500 Allen-Bradley	17
16.- Diagrama de escalera para soldadora.....	18
17.- Máquina de soldadura	10

Titulo

Rediseño y Automatización de Máquina de Inyección de Abrasivos

1.- Introducción

Actualmente Preformados de México expone proyectos para el crecimiento de estudiantes de diversas instituciones, tanto en académico como en laboral.

1.1.- Generalidades de la empresa

1.1.1.- Historia de PLP-(Preformed Line Products)

PLP es fundada en 1974 por el ingeniero Tom Peterson. Su idea consistía en barras preformas helicoidales con un diámetro interior más pequeño que el diámetro exterior. La idea era que las barras helicoidales preformadas se aplicaran sobre el cable conductor pudiendo proporcionar un ajuste seguro sin abrazaderas y proteger el conductor de la abrasión y la fatiga. El preformado (TM) Armor Rod nació y con ella, Preformed Line Products. Desarrollo de nuevos productos, incluyendo GUY-GRIP ® y ARMOR Suspensiones-GRIP ®. Preformed Line Products llegó a ser reconocido para el establecimiento de nuevas normas en apoyo de la industria de alimentación.

Los primeros años en los negocios tuvieron tanto éxito que la empresa adquirió su primera planta en Cleveland, Ohio, y abrió su primera sucursal en la planta de Palo Alto, California, poco después.



Fig.1.-Fundación de PLP

- El primer timer se acaba, desactivando el pegamento y la puesta del abrasivo.
- Mientras se realiza este paso el grip como es largo, vuelve a pasar por un rodamiento de goma de otro motor para que siga circulando, cuando sale de este, activa un sensor de pulso, que volverá activar la pistola de pegamento y la inyección del abrasivo, ya que la pieza tiene ciertas restricciones en las que no debe llevar abrasivo, (existen diferentes marcas de restricciones en otros modelos de grips, en las que se debe adecuar la máquina para estos casos.) y en la parte en la que no lleva nada, es controlada por otro timer que es calibrado por el operador.
- Al final la pieza es colocada en una bandeja en la que se acumula para ser transportada hacia un carrito.

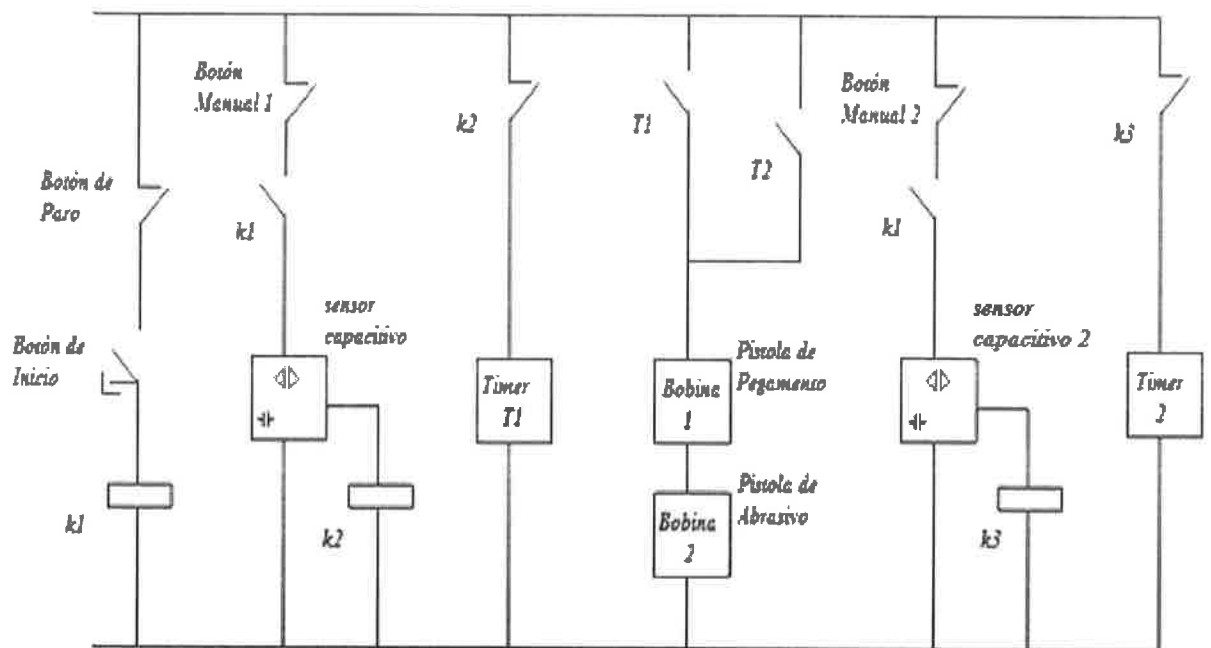


Fig. 5.-Diagrama Eléctrico de la Máquina de Inyección de Abrasivo

1.2.1.-Problemas

- La puesta del pegamento tanto como del abrasivo, tienen fugas que ocasionan suciedad a la mayor parte de la máquina.
- El control de inyección de ambos algunas veces es insuficiente, ya que la pistola de pegamento suele descalibrarse o se mueve y el abrasivo suele no ser bien administrado y se desperdicia.

2.- Definición del proyecto

Se pretende rediseñar la máquina de abrasivos, mejorándola en la fiabilidad de la puesta de pegamento y abrasivo, adecuándole dispositivos de vanguardia, como sensores de proximidad, ya sean inductivos o laser, tomando en cuenta que las piezas son de acero. Además la empresa definió desde el principio mantener un control por medio de un PLC slc500 de la marca Allen-Bradley.

3.- Justificación

Este trabajo se encargará de automatizar y rediseñar la máquina de abrasivos mediante dispositivos sensoriales, y un control por medio de un PLC, dándole confiabilidad en los tiempos y respuestas en la inyección de ambas pistolas; abarcando los requerimientos que solicitan los clientes de la empresa.

4.- Objetivo General

Rediseñar y automatizar la máquina de inyección de abrasivos, asegurando la puesta de pegamento y abrasivo en las piezas.

5.- Objetivos Particulares.

- 1) Familiarizarse con el proceso de inyección de pegamento y abrasivo.
- 2) Rediseño de la máquina.
- 3) Aplicaciones para la mejora de la inyección.
- 4) Pruebas para asegurar el mínimo margen de error.

6. – Cronograma de Actividades

NOMBRE	REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE MAQUINA DE ABRASIVOS																																															
	15-jun-09				22-jun-09				29-jun-09				6-jul-09				13-jul-09				20-jul-09				27-jul-09				3-ago-09				10-ago-09															
	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D
1 OBJETIVO DEL PROYECTO-PLANEACIÓN	■	■	■																																													
2 OPCIONES DE REALIZACIÓN							■	■	■	■																																						
3 PRESUPUESTO DEL MATERIAL A UTILIZAR													■	■	■	■																																
4 APROBACIÓN													■																																			
5 OBTENCIÓN DEL MATERIAL													■	■	■	■	■																															
6 DESARROLLO EN PISO																			■	■	■	■	■	■																								
7 PRUEBAS Y AJUSTES																															■	■	■															
8 CONCLUSIÓN																																											■	■	■			

7.- Método experimental:

En esta ocasión se utiliza el método experimental ya que es el más complejo y eficaz de los métodos empíricos, por lo que a veces se utiliza erróneamente como sinónimo de método empírico. Algunos lo consideran una rama tan elaborada que ha cobrado fuerza como otro método científico independiente con su propia lógica, denominada lógica experimental.

En este método el investigador interviene sobre el objeto de estudio modificando a este directa o indirectamente para crear las condiciones necesarias que permitan revelar sus características fundamentales y sus relaciones esenciales bien sea:

- Aislado al objeto y las propiedades que estudia de la influencia de otros factores
- Reproduciendo el objeto de estudio en condiciones controladas
- Modificando las condiciones bajo las cuales tiene lugar el proceso o fenómeno que se estudia.

8.- Alternativas de Solución al Problema

8.1.- Primera opción

Tomando en cuenta la situación, y la robustez de los mecanismos empleados como base en la maquina, la empresa acento en utilizar un PLC como método de control. Esto le daría un menor porcentaje al margen de error en la puesta del abrasivo y el pegamento, ya que se reemplazarían los timers mecánicos por los relojes internos del mismo Plc, y se tendría un control mas confiable.

Además se requiere tener una inyección mas confiable, para esto se ideo en reemplazar los motores de corriente alterna por servomotores [5], ya que con su driver respectivo [6], se podría controlar su velocidad y con esto lograr calcular el desplazamiento de las piezas, siendo así, tener una posición casi exacta para la colocación de pegamento y abrasivo.



Fig. 6.-Servomotores y Drivers

En acoplamiento con los servos también, se adecuarían dos sensores inductivos [4], estos serian razados, conexión tipo PNP, y con su rango de detección el más alto del mercado, que su caso seria de 15 a 18 mm como máximo. Ya que como la pieza es de acero, los inductivos serian los indicados para su detección.

El proceso consiste en que al comienzo de la producción, la pieza será detectada por el sensor inductivo como función de presencia, que activará los servo-motores, estos como su velocidad es controlada, harán que la pieza avance constantemente logrando con los timers del PLC un tiempo casi exacto en la puesta del pegamento como del abrasivo, ya que conociendo la velocidad en la que trabajan los servo-motores de acuerdo al modelo de la pieza, se puede estimar el tiempo para calibrar los timers.

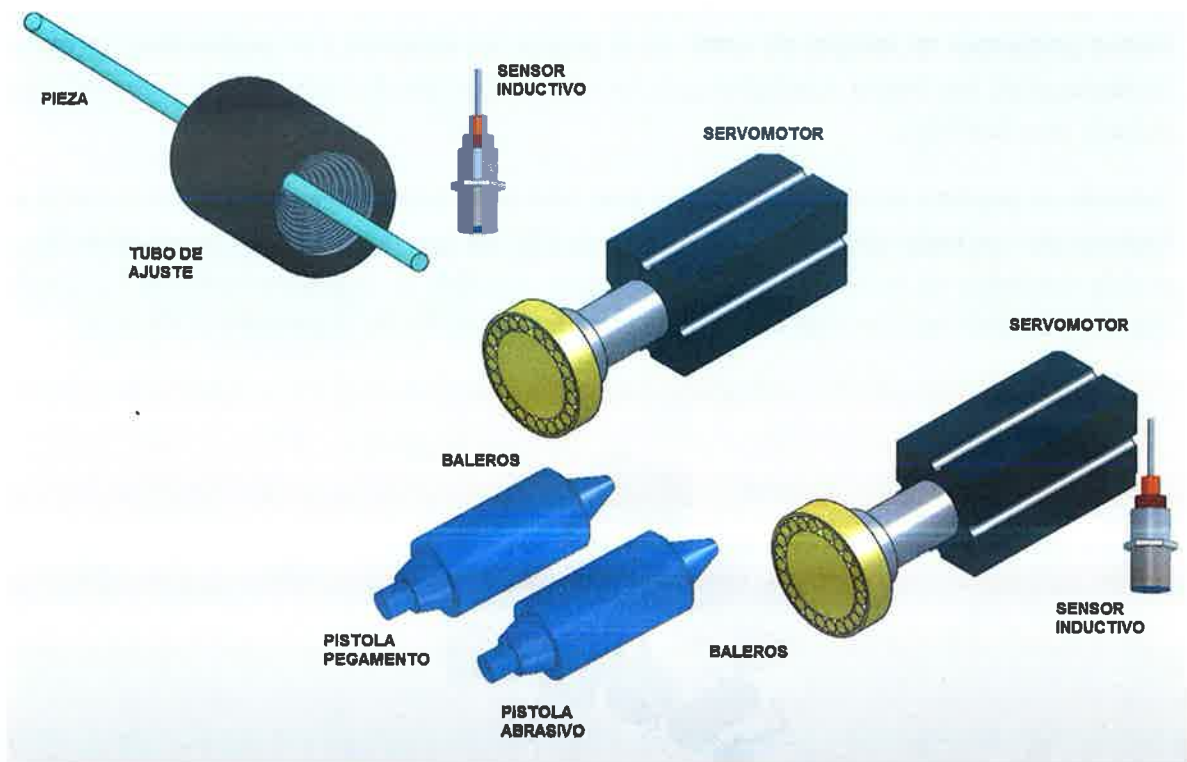


Fig. 7.- Simulación de los servomotores y sensores inductivos en la máquina de abrasivos

8.1.1.- Inconvenientes

Como toda empresa, se valoran los precios de los materiales a ocupar, y verificando las cotizaciones de los servomotores y sus drivers respectivos en varias compañías, se vio que eran demasiado caros y añadiéndole que la entrega demoraría varias semanas. Checar cotizaciones de la primera opción en Anexo [1].

8.2.- Segunda Opción

De acuerdo a lo anterior, se vio otra opción para el proceso, tomando en cuenta un costo menor, y reconsiderando la puesta del pegamento y abrasivo, nos guiamos hacia el control por medio de los sensores inductivos solamente [4].

Basándose en la velocidad de detección de los sensores, y la velocidad semi-constante de las piezas, se colocan estos en una posición estratégica para que al momento de que la pieza sea detectada por el primer sensor, este activará la pistola de pegamento y la del abrasivo, al momento de que llega al segundo, este mandará a parar ambas pistolas, de acuerdo a la parte que no llevará abrasivo, seguidamente la pieza llegará a un tercer sensor que volverá a activar ambas pistolas, para finalizar con el cuarto sensor que cerrará el ciclo. Anexo de cotizaciones [7].

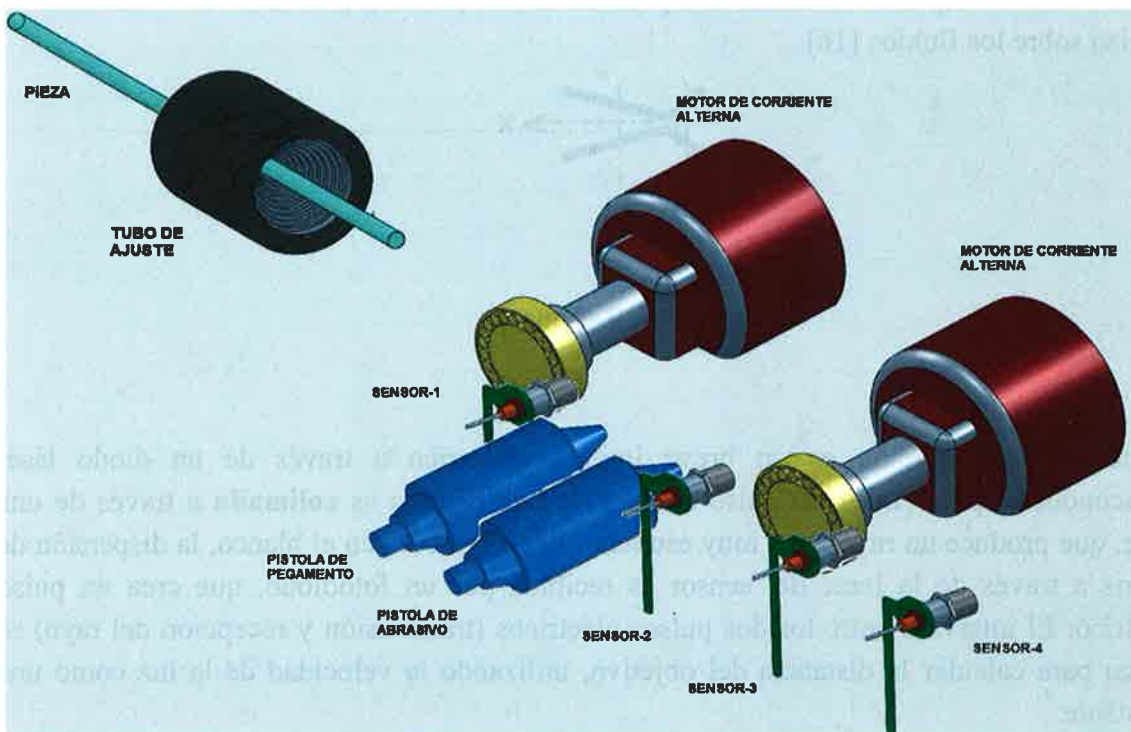


Fig. 8.- Simulación de los sensores inductivos en la máquina de abrasivos

8.2.1.- Inconvenientes

Dado que al principio de las practicas solo se vieron pocas piezas a procesar se pensó en este recurso, pero ahora después de haber expuesto esta opción, me mostraron que existían alrededor de 100-150 piezas diferentes tanto en longitud como en diámetro, viendo esto, los sensores inductivos quedan descartados ya que se vuelven inadecuados para las circunstancias actuales.

8.3.- Tercera Opción

Siguiendo con la investigación de encontrar una solución al problema, se opta por un sensor laser, retroreflectivo, que será capaz de captar piezas en movimiento y además midiendo su distancia de desplazamiento a la vez [9].

Así también se emplearán toberas en la parte de ambas pistolas, para tener un control más preciso sobre los fluidos [16].

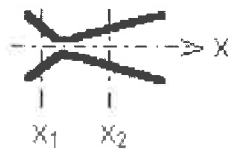


Fig. 9.-Tobera

La teoría de operación es un breve impulso eléctrico a través de un diodo láser semiconductor para emitir un pulso de luz. La Luz emitida es **colimada** a través de una lente, que produce un rayo láser muy estrecho. El rayo rebota en el blanco, la dispersión de su luz a través de la lente del sensor es recibida por un fotodiodo, que crea un pulso eléctrico. El intervalo entre los dos pulsos eléctricos (transmisión y recepción del rayo) se utiliza para calcular la distancia del objetivo, utilizando la velocidad de la luz como una constante.

El sensor sería colocado en el extremo al final de la máquina, ya que solo se ocuparía uno, como se representa en la Fig.

Con esta opción se cubrirían los requerimientos tanto en fiabilidad como en presupuesto, mejorando los resultados fijados. Anexo de cotizaciones [8].

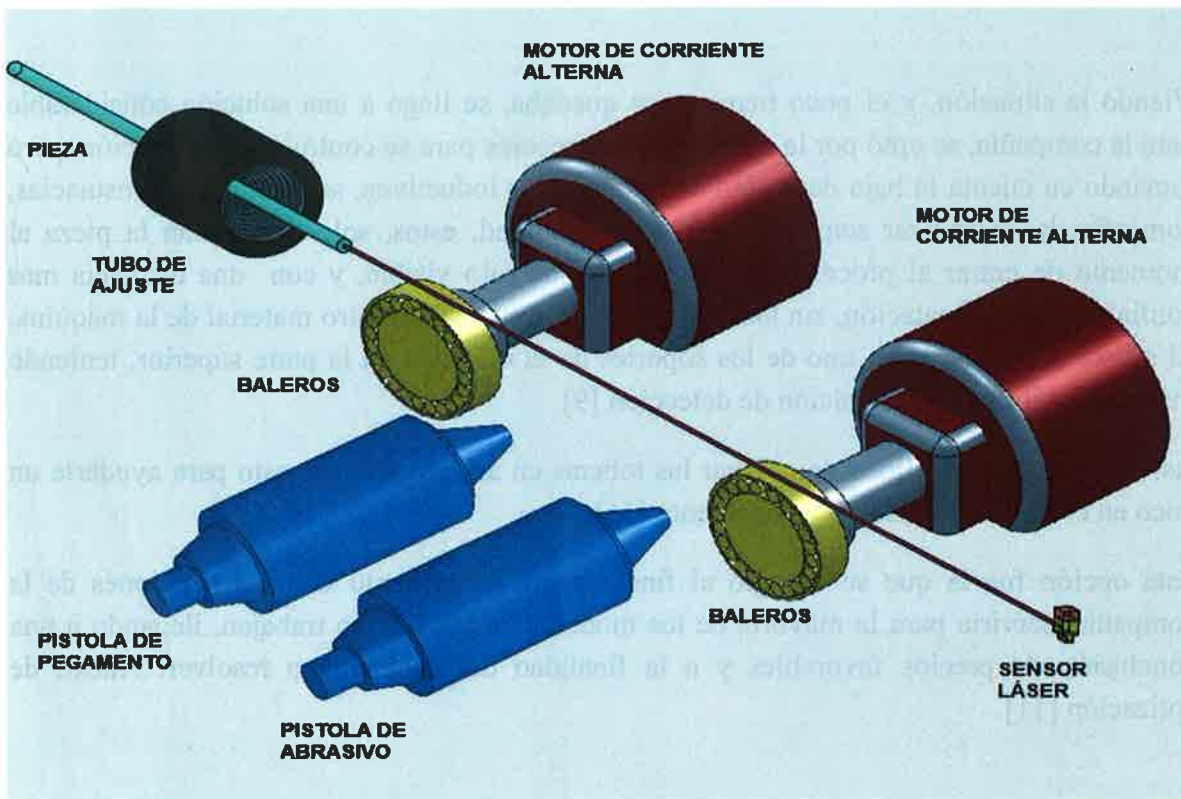


Fig. 10.- Simulación del sensor laser adecuado a la máquina

8.3.1.-Inconvenientes

A primera vista, esta opción se veía muy fiable, pero dado que la máquina tenía unas ligeras vibraciones, y que no se reemplazarían los motores de CA por unos nuevos para mejorar su trabajo, se volvió a descartar, ya que el haz de luz del laser se desviaría de la pieza ligeramente debido a la vibración de la maquina y los motores, ocasionando un desorden en la medición de la distancia de la pieza.

8.4.- Cuarta Opción

Viendo la situación, y el poco tiempo que quedaba, se llegó a una solución considerable para la compañía, se optó por la utilización de sensores para su control en la inyección, pero tomando en cuenta la baja detección de los sensores inductivos, se vieron otras instancias, como fue la de utilizar sensores laser de proximidad, estos, solo detectarían la pieza al momento de entrar al proceso, con un haz de luz rojo visible, y con una distancia más confiable en su adecuación, sin tener el riesgo de contacto con otro material de la máquina. El sensor se colocaría en uno de los soportes de la máquina en la parte superior, teniendo más confiabilidad en la posición de detección [9].

Así también la posibilidad de colocar las toberas en ambas pistolas, esto para ayudarle un poco en el flujo del abrasivo y pegamento [16].

Esta opción fue la que se escogió al final ya que de acuerdo con las peticiones de la compañía, serviría para la mayoría de los modelos de piezas que trabajan, llegando a una conclusión de precios favorables y a la finalidad del problema a resolver. Anexo de cotización [11].

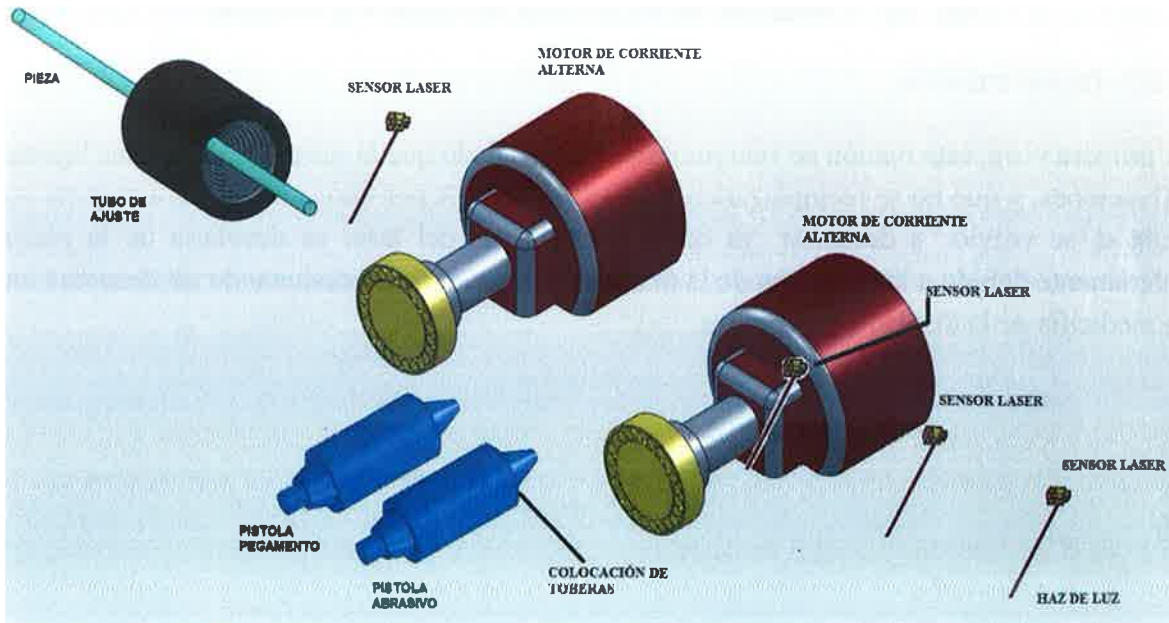


Fig. 11.- Simulación de los sensores laser fotoeléctricos y posible adecuación de toberas

9.- Resultados y Conclusión

En base a que solo se tenían 7 semanas para el término del proyecto, este no concluyó, ya que debido a la elección de las opciones que se vieron, se demoró mucho en elegir la que convendría más a la empresa de acuerdo a precios y resultados. La opción cuatro fue la apoyada por la empresa y haciendo un cuadro comparativo, tiene cierta ventaja tanto a precio como vialidad en los requerimientos para solucionar el problema. Un inconveniente mas al pedir el material de la opción que se eligió, fue que demoró bastante tiempo en llegar, consumiendo en su totalidad con los días para la realización del proyecto, dejando a concluir la puesta de los sensores fotoeléctricos en la máquina, así como el programa del PLC para poder controlar las señales de los mismos sensores.

Material a Utilizar	Precios Unitarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Servomotores	\$ 1200.00 Dlls	x 2	\	\	\
Driver de control	\$ 1820.00 Dlls	x 2	\	\	\
Sensores Inductivos	\$ 122.00 Dlls *Incluido el precio de su accesorio de montaje	x 2	x 4	\	\
Sensor Laser de Proximidad	\$ 1077.44 Dlls *Incluido el precio de su accesorio de montaje	\	\	x 1	\
Sensores Fotoelectricos de Proximidad	\$ 75.83 Dlls *Incluido el precio de su accesorio de montaje	\	\	\	x 4
Toberas	\$ 25 Dlls	\	\	x 2	x 2
Totales		\$ 6284.00	\$ 488.00	\$ 1127.44	\$ 303.32

Fig.12.- Diferencia de Precios en los materiales

9.1.- Comparación de Actividades

9.1.1.- Cronograma al principio del proyecto

NOMBRE	REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE MAQUINA DE ABRASIVOS																																																																				
	15-jun-09							22-jun-09							29-jun-09							6-jul-09							13-jul-09							20-jul-09							27-jul-09							3-ago-09							10-ago-09												
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
1 OBJETIVO DEL PROYECTO-PLANEACIÓN	■	■	■																																																																		
2 OPCIONES DE REALIZACIÓN							■	■	■	■	■	■	■																																																								
3 PRESUPUESTO DEL MATERIAL A UTILIZAR														■	■	■	■	■	■	■																																																	
4 APROBACIÓN														■	■	■	■	■	■	■																																																	
5 OBTENCIÓN DEL MATERIAL																					■	■	■	■	■	■	■																																										
6 DESARROLLO EN PISO																												■	■	■	■	■	■	■																																			
7 PRUEBAS Y AJUSTES																																																																					
8 CONCLUSIÓN																																																																					

9.1.2.- Cronograma de acuerdo con lo ocurrido al final del proyecto

NOMBRE	REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE MAQUINA DE ABRASIVOS																																																																					
	15-jun-09							22-jun-09							29-jun-09							06-jul-09 al 27-jul-09							3-ago-09							10-ago-09							17-ago-09							24-ago-09							31-ago-09							07-sep-09						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1 OBJETIVO DEL PROYECTO PLANEACIÓN	■	■	■																																																																			
2 OPCIONES DE REALIZACIÓN							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
3 PRESUPUESTO DEL MATERIAL A UTILIZAR														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
4 APROBACIÓN																																																																						
5 OBTENCIÓN DEL MATERIAL																																																																						
6 DESARROLLO EN PISO																																																																						
7 PRUEBAS Y AJUSTES																																																																						
8 CONCLUSIÓN																																																																						

Viendo esto, abarcó 13 semanas las actividades realizadas en la empresa, teniendo énfasis que se llevo mucho tiempo en presentar varias opciones de realización, ya que no se elegía la que mas fuese conveniente y de igual manera las cotizaciones. Además en la obtención del material se excedieron los días previstos, siendo casi tres semanas en el tiempo de entrega.

10.- Aportaciones a la Empresa

Aunque no se pudo concluir el proyecto, se logró elegir la opción que más conviniera a la empresa tanto por su precio como calidad.

Los materiales que se utilizarían al final serian estos:

- 4- Sensores fotoeléctricos
- 1- Plc Allen-Bradley
- 2- Toberas *estas son opcionales

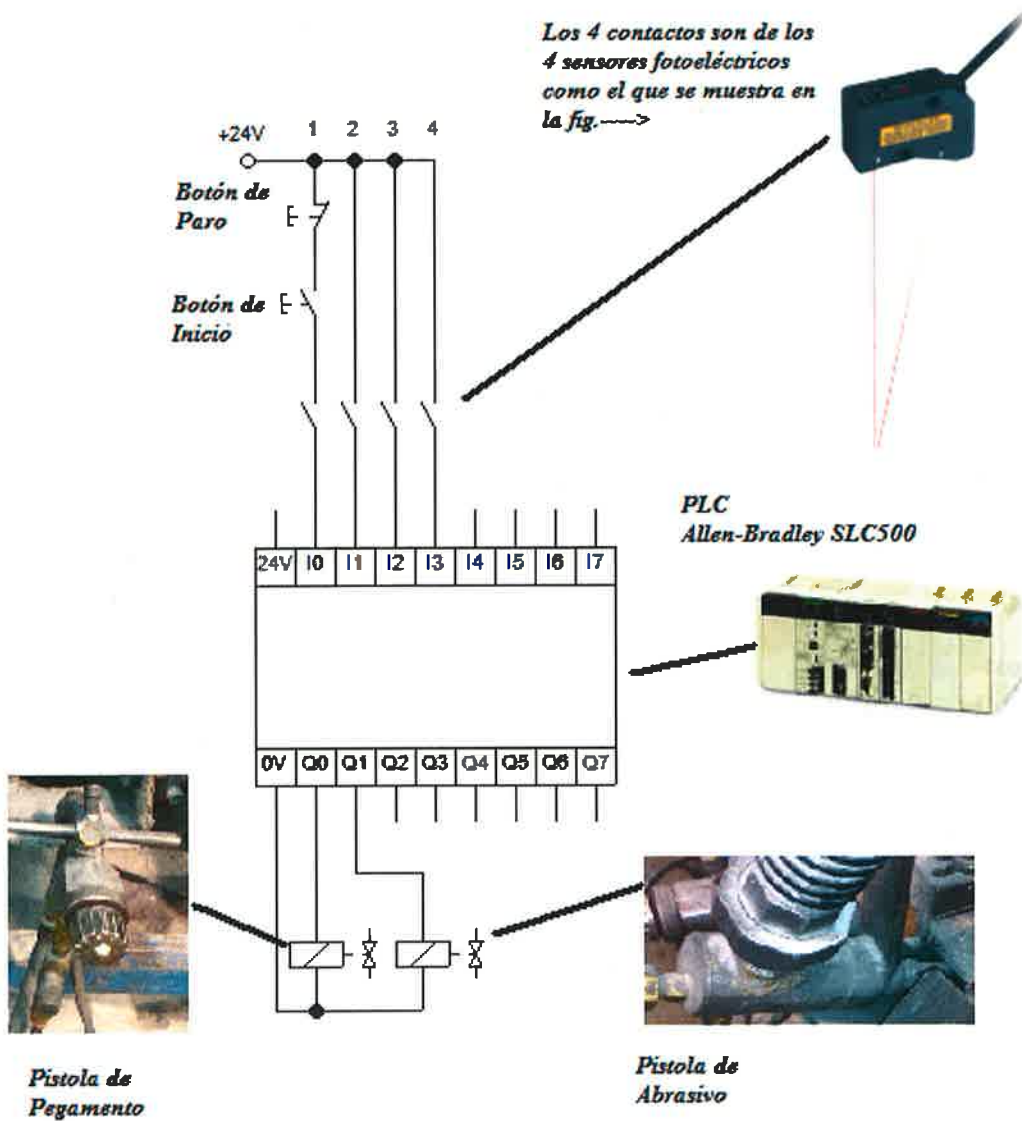


Fig. 13.-Diagrama Eléctrico de lo que sería la opción 4

Haciendo un análisis, éste sería el programa para el PLC slc500 de Allen Bradley, que se utilizaría para los sensores, en su control para las pistolas:

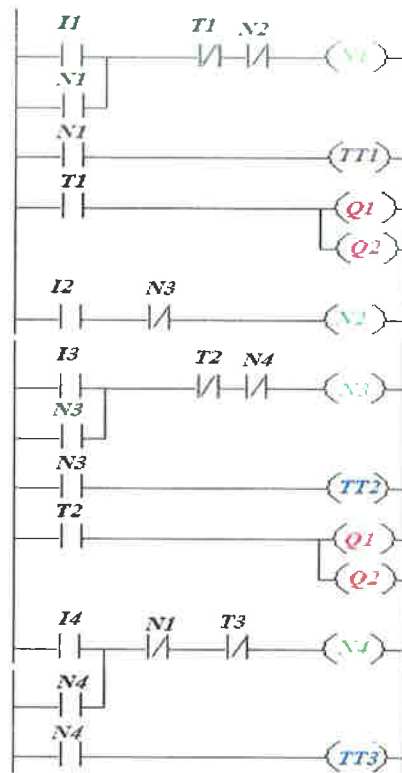


Fig. 14.-Diagrama de escalera de la máquina de abrasivo controlada por sensores fotoeléctricos.

Símbolos:

I1, I2, I3, I4 – Señal de los sensores fotoeléctricos.

N1, N2, N3, N4 - Bandera o Relevador interno.

TT1, TT2, TT3 - Temporizadores

Q1 - Salida para el accionamiento de la pistola de pegamento.

Q2 - Salida para el accionamiento de la pistola de abrasivo.

N1, N2, N3, N4, T1, T2 y T3 – Contactos

El Plc que se ocupa es SLC500 de Allen-Bradley, es un pequeño chasis basado en la familia de controladores programables, discretas, analógicas, y la especialidad de E / S y dispositivos periféricos. La lógica de escalera es de tipo RSLogix 500. Proporciona herramientas de diagnósticos y solución de problemas al ahorrar tiempo en desarrollo de proyectos y maximizar su productividad. Ver Anexos [13] [15].



Fig. 15.- Plc slc500 Allen-Bradley

Se debe de analizar el tiempo que se le darán a los timers, haciendo un cálculo relación distancia-tiempo de la pieza, esto para obtener una precisión en la inyección.

Además de maquinar un accesorio más para la sujeción de los sensores fotoeléctricos a la máquina, ya que para este modelo solo se tenía en existencia un solo sujetador que es un poco deficiente para su adecuación. Requiriendo de un objeto más largo para sostener el sensor.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se calcula que la terminación del proyecto sería en dos semanas más a las ya contadas, ya que una se ocuparía para el montaje y la otra para pruebas y resultados.

11.- Máquina Soldadora

Añadiendo que en el tiempo que se esperaba el material, se realizó un mantenimiento a una máquina soldadora, añadiéndole un PLC como sistema de control de un motor, y programando en lenguaje de escalera una rutina que complaciera los requerimientos de la operación, para que ésta fuese lo más automática posible.

Nota importante: Dado que la empresa tiene restricción de exclusividad en todas las maquinas que operan, no se me es posible presentar imágenes de las propias.

Diagrama de programación en escalera de la soldadora

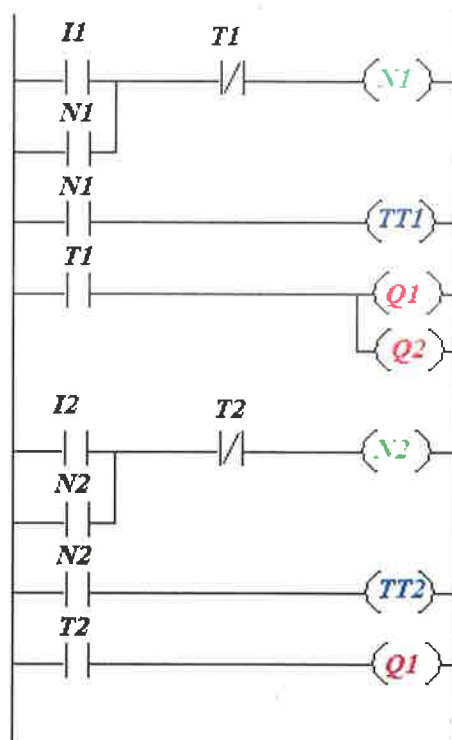


Fig. 16.- Diagrama de escalera para soldadora

Símbolos:

I1 - Botón de Inicio.

I2 - Botón de segunda vuelta para posicionamiento inicial.

N1 y N2 - Bandera o Relevador interno.

TT1 y TT2 - Temporizadores

Q1 - Salida para el accionamiento del motor.

Q2 - Salida para el accionamiento de la pistola soldadora.

N1, N2, T1, T2 - Contactos

11.1.- Desarrollo:

1.- Al comenzar la rutina, se pregunta primero por el botón de inicio, ya que este sea pulsado, hará que la bandera o relé interno enclave su entrada.

2.- Al mismo tiempo se activan los contactos de la misma bandera, uno de ellos accionará al primer temporizador, con un tiempo de 25.7 seg. Aprox.

3.- Esto a su vez alimentará a la salida Q1 del motor y la salida Q2 de la pistola de soldadura durante el tiempo que fue programado el timer; al terminar este tiempo se desactivarán ambas salidas.

4.- Al terminar esta fase, con el botón 2 se activará solo el motor, girando para llegar a su posición inicial de operación, pero con un tiempo menor aprox. de 25.3 seg. Compensando el giro anterior.

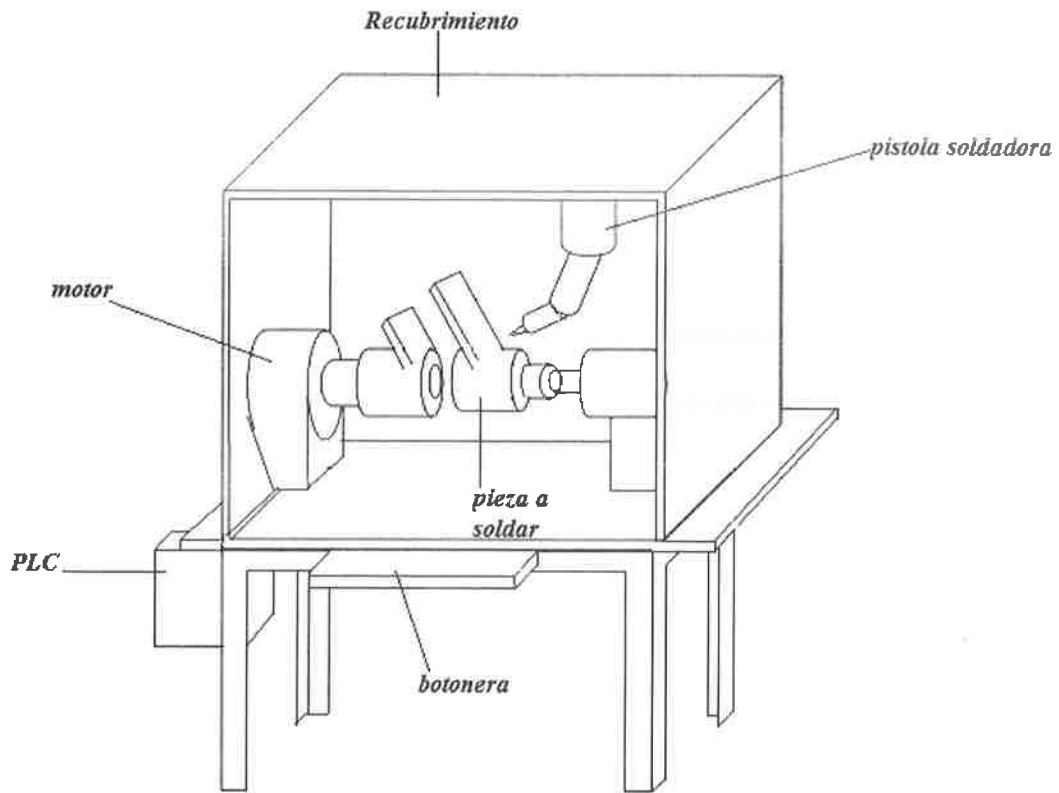


Fig. 17.- Máquina de soldadura

Nota: La primera vuelta del motor tiene un desplazamiento un poco mayor a 360° grados. Es por eso que la segunda vuelta tiene un tiempo menor para compensar el desplazamiento y posicionarlo en su estado inicial.

12.- Referencias

- Cowie, Charles J. (2001). *Adjustable Frequency Drive Application Training*. Powerpoint presentation. Excerpts donated to Wikipedia by the author.
- Phipps, Clarence A. (1997). *Variable Speed Drive Fundamentals*. The Fairmont Press, Inc. [ISBN 0-88173-258-3](#).
- Spitzer, David W. (1990). *Variable Speed Drives*. Instrument Society of America. [ISBN 1-55617-242-7](#).
- Campbell, Sylvester J. (1987). *Solid-State AC Motor Controls*. New York: Marcel Dekker, Inc.. [ISBN 0-8247-7728-X](#).
- Jaeschke, Ralph L. (1978). *Controlling Power Transmission Systems*. Cleveland, OH: Penton/IPC.
- Siskind, Charles S. (1963). *Electrical Control Systems in Industry*. New York: McGraw-Hill, Inc.. [ISBN 0-07-057746-3](#).
- CL (Controladores Lógicos Programables)
Automoción. Funcionamiento. Aplicación: campos. Ejemplos
Automoción y Mecánica del Automóvil
- **Prof. Arriaga Alejandro José**
alejandroj.e.arriaga@hotmial.com
E.E.T N° 485 "Vcom. Marambio" Departamento Electrotecnia
- **Autómatas Programables** - Josep Balcells y José Luis Romeral - Ed. Marcombo
- **Autómatas Programables. Fundamento, manejo, instalación y prácticas** - Alejandro Porras Criado y Antonio Plácido Montanero Molina - Ed. McGraw-Hill
- **Automation Systems - Edition 1994** - Allen-Bradley
- Dra. Luz Abril Torres Méndez. Robótica y Manufactura Avanzada
CINVESTAV -Saltillo
- Shrader. "**Comunicación eléctrica**" Mac-Graw-Hill.
- Baumeister, Theodore; Avallone, Eugene A; Baumeister III, Theodore (1984). "**Marks Manual del Ingeniero Mecánico tomo III**" Mac-Graw-Hill de México, S.A. de C.V.

- Wikipedia. Enciclopedia Libre
- Carletti, E.J. *Servos: Características Básicas*. 2007 [cited 2007; Available from: http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_basico.htm].
- Lynxmotion, *User Manual SSC-32 Ver 2.0*. 2005: Pekin. p. 4.
- Futaba, *Digital FET Servos*. 2007.
- Futaba. *Futaba Radio Control*. 2007 [cited 2007; Available from: <http://www.futaba-rc.com/>].

13.- Anexos

13.1.- Anexos – Opción Uno [1]

13.1.1.- Cotización 1-Servomotor y Driver de velocidad

PREFORMADOS DE MEXICO S.A DE C.V

Julio 16, 2009

CALLE LA GRIEGA No.131
PARQUE IND. QUERETARO
SANTA ROSA JAUREGUI.QRO
Tels:2389540 Fax:

Cotización No. 09R-125

Part.	Cant.	Descripción	Precio Unitario
1	1PZ	ServoMotor Baldor 6N.m 2000Rpm. RESOLVER Tiempo de Entrega: 4 SEMANAS	1.200.00 USD
2	1PZ	MINTDRIVE II. 7.5 AMP. 230 VCA. RS232 Tiempo de Entrega: 4 SEMANAS	1.403.00 USD
3	1PZ	SERVO RESOLVER CABLE 9.10 MTS Tiempo de Entrega: 4 SEMANAS	209.00 USD
4	1PZ	SERVO POWER CABLE 12 A 9.10 MTS Tiempo de Entrega: 4 SEMANAS	205.00 USD

MOTORREDUCTORES Y CONTROLES, S.A. DE C.V.

Entrega inmediata

Querétaro : Acceso II No. 4-A, Zona Industrial Benito Juárez, Querétaro, Qro. C.P. 76120. ☎(442) 2178300 con 5 líneas.

San Luis Potosí : Cecanógrafos No. 250 A Col. Hímnico Nacional, San Luis Potosí, S.L.P. C.P. 78260. ☎(414) 8209262. 8150368.

Tepic - Tula, Hgo. ☎(55) 31884551, Radio ID Nextel 52*149872*6 FAX Sin Costo 01 800 099 6262.

San Juan del Río, Qro. ☎(427) 4883025, Radio ID Nextel 52*149872*5.

Aguascalientes, Ags. ☎(449) 4410747, Radio ID Nextel 52*149872*10.

Visitenos en www.mcweb.com.mx

¡Pide sus cotizaciones a cotiza@mcweb.com.mx

13.1.2.- Cotización 2-Servomotor y Driver de velocidad



SERVICON MEXICO

SERVICIOS DE INGENIERIA EN CONTROL MEXICO S.A. DE C.V.

17 DE SEPTIEMBRE Nº 14 COL. MONTEÓN CUARTELES HERRERO DEL CAN EDO. MEXICO.

TEL: (55) 55-41 7605 TEL FAX: (55) 55-41-5019

AT N. ING. SERGIO ENRICO MORALES
 Preformados de Mexico, Queretaro.
 TEL:
 EMAIL: wismo01@hotmail.com

FECHA: 14-JUL-09
 REF: COT-PREFORMADOS-001

Por Medio de la presente nos permitimos poner a su consideracion la siguiente cotizacion.

Partida	Cantidad	DESCRIPCIÓN	P.Unitario (USD)	TOTAL (USD)
1	1	SERVOMOTOR MARCA BALDOR 6 NM, 2.6 A, 2400 RPM MAX, BAJA INERCIA 3.389 KG-CM, RETRO RESOLVER.	1.455,20	1.455,20
2	1	SERVO DRIVE MARCA BALDOR 5 A, 3 FASES 220/440VAC, RETRO RESOLVER	1.656.80	1.656,80
3	1	CABLE DE POTENCIA PARA DRIVE MARCA BALDOR DE 1.5M	180,00	180,00
4	1	CABLE DE RETRO POR RESOLVER PARA DRIVE MARCA BALDOR DE 1.5M	134,40	134,40
5	1	FUENTE DE ALIMENTACION DE 24VDC 75 W DE SALIDA MARCA BALDOR	249,60	249,60
		PRECIO EN DOLARES	SUBTOTAL	3.676.00

13.1.3.- Cotización 3- Servomotor y Driver de velocidad



Motores y Bombas de Querétaro S.A. de C.V.

humberto.mvilanueva@mbqboque.com.mx; www.mbqboque.com.mx

OCEANO PACIFICO No 238 FRACC. RESIDENCIAL DEL VALLE
 TEL/FAX (442) 215-85-19 * 215-85-20 * 215-65-23 * 215-65-24



Cotización No. MVB-09-366

FECHA: 24-07-09

COTIZACION TECNICO-COMERCIAL

CLIENTE: PREFORMADOS DE MEXICO	
ATENCION: Ing. Sergio Enrico Morales Prezas	
CORREO ELECTRONICO: wismo01@hotmail.com	REQ.

PART	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO U.	IMPORTE
1	2	PZAS	SERVOMOTOR MARCA WEG POTENCIA DE 3.4 KW 220 VOLTS CA TORQUE DE 22 N M 2200 RPM MODELO 5WA - 71 - 22 -20 CON RETROALIMENTACION POR RERSOLVER CON JUEGO DE CABLES DE ALIMENTACION Y RETROALIMENTACION	1,951.00	\$ 3,900.00
2	2	PZAS	SERVOCONTROL PARA SERVOS DESCRITOS CORRIENTE DE ALIMENTACION DE 220 VOLTS CA MODELO SCA050024T2223PSZ	1,510.00	\$ 3,020.00

LOS PRECIOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE NO INCLUYEN EL 13% DE I.V.A

TIPO DE MONEDA: DOLARES AMERICANOS
TIEMPO DE ENTREGA: PARTIDA 1: 3 DIAS PARTIDA 2: 3 SEMANAS
CONDICIONES DE PAGO: 50% ANTICIPO RESTO CONTRA ENTREGA
VIGENCIA DE COTIZACION: 15 DIAS

13.1.4.- Cotización 4- Servomotor y Driver de velocidad



Motores y Bombas de Querétaro S.A. de C.V.

humberto.mvillanueva@movboque.com.mx www.movboque.com.mx

OCEANO PACIFICO No 238 FRACC. RESIDENCIAL DEL VALLE

TEL./FAX (442) 215-85-19 * 215-85-20 * 215-65-23 * 215-65-24



Cotización No. MVH-09-338

FECHA: 20-07-09

COTIZACION TECNICO-COMERCIAL

CLIENTE: PREFORMADOS DE MEXICO

ATENCIÓN: Ing. Sergio Enrique Morales Prezas

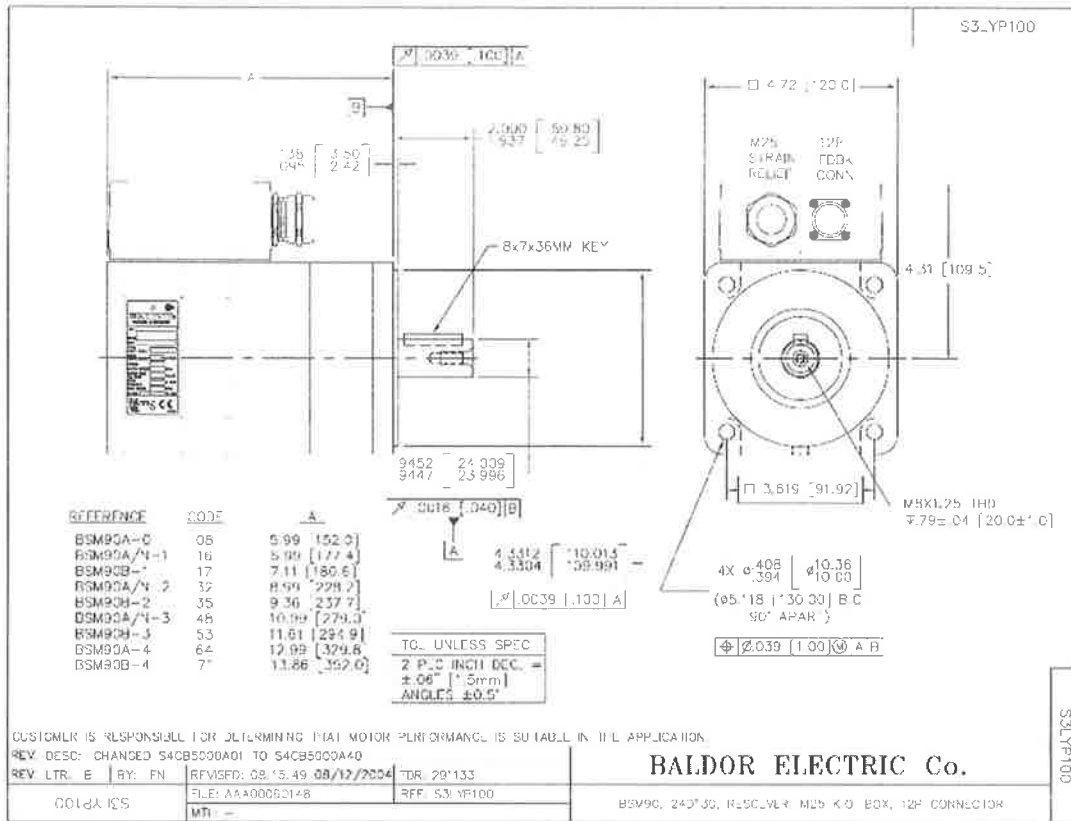
CORREO ELECTRONICO: wismo01@hotmail.com

REQ.

PART	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO U.	IMPORTE
1	2	PZAS.	MOTOR SERVO DE CORRIENTE ALTERNA SIN ESCOBILLAS, CON PAR DE 6 N-M A 2000 RPM 300 VCD BUS DE ALIMENTACION, CON RETROALIMENTACION POR RESOLVER 4.1 AMP, MARCA BALDOR CON SERVO DRIVE MARCA BALDOR CON CAPACIDAD DE 5 AMP Y PICOS DE 10 AMP, ALIMENTACION 220VCA 1/60HZ, SALIDA 300VCD CON JUEGO DE CABLES DE ALIMENTACION Y RETROALIMENTACION.	54,031.00	\$ 108,062.00

LOS PRECIOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE NO INCLUYEN EL 15% DE I.V.A

13.1.5.- Hoja de datos del Servomotor [2]

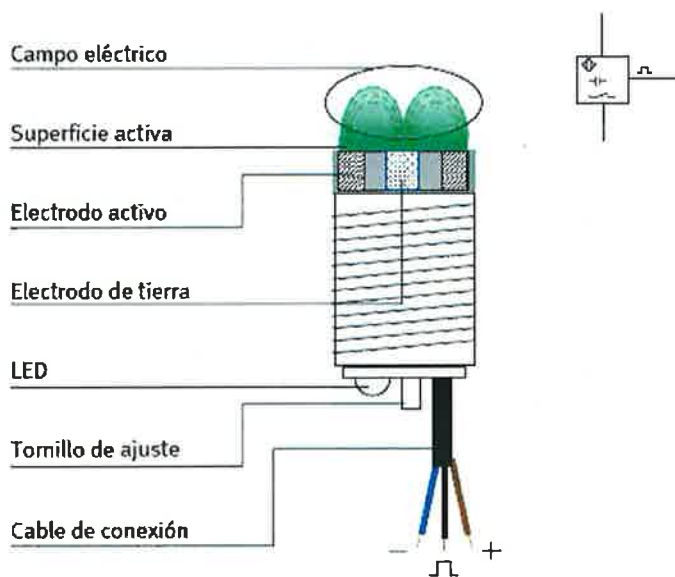


13.1.6.- Anexo de Información-Sensor Capacitivo [3]

La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de ésta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. La señal de salida del oscilador alimenta otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida. Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del detector, el objeto actúa como un condensador. El cambio de la capacitancia es significativo durante una larga distancia. Si se aproxima un objeto no conductor, (>1) solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores.



Sensor Capacitivo



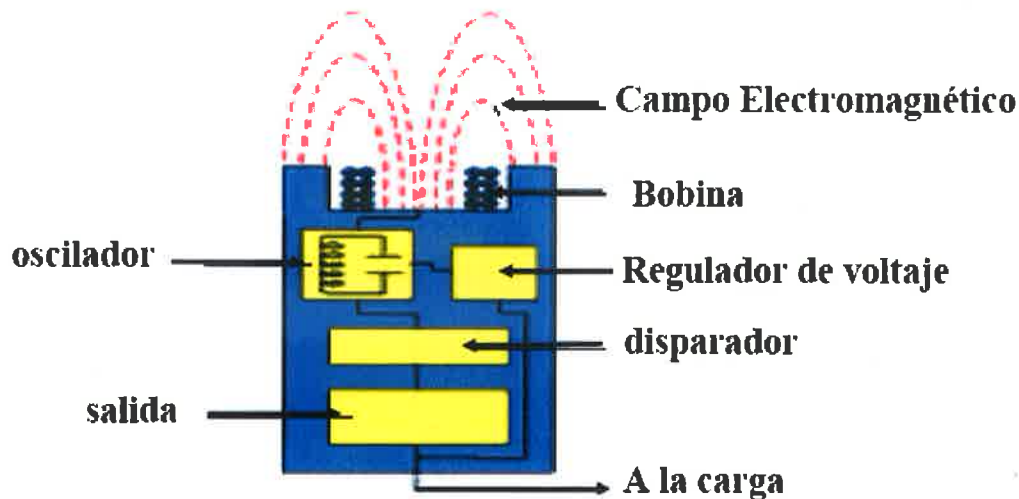
Componentes del sensor

13.1.7.- Anexo de Información-Sensor Inductivo [4]

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al aproximarse un objeto "metálico" o no metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición "ON" y "OFF". El funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.



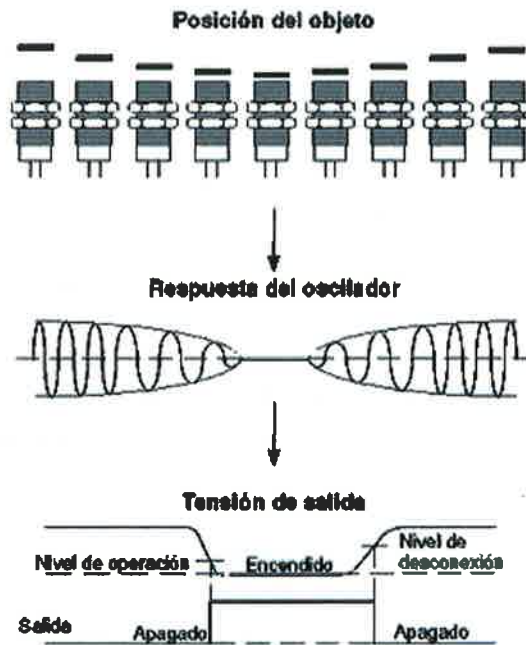
Sensor Inductivo



Componentes del Sensor Inductivo

Principio de Operación

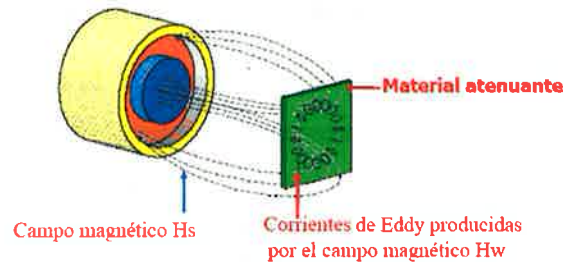
Cuando un objetivo entra al campo, circulan corrientes de Eddy dentro del objetivo.



Principio de operación

Esto aumenta la carga del sensor, disminuyendo la amplitud del campo electromagnético. El circuito de disparo monitorea la amplitud del oscilador y a un nivel predeterminado, conmuta el estado de la salida del sensor.

Conforme el objetivo se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta. A un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de la salida del sensor de nuevo a su condición normal.



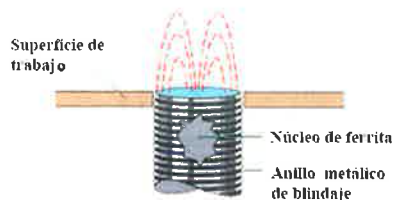
Representación del funcionamiento del sensor

Blindaje

Los sensores de proximidad tienen bobinas enrolladas en núcleo de ferrita. Estas pueden ser blindadas o no blindadas. Los sensores no blindados tienen generalmente una mayor distancia de sensado que los sensores blindados.

Sensor de proximidad inductivos blindados

- El núcleo de ferrita concentra el campo de radiado en la dirección en uso.
- Se le coloca alrededor del núcleo un anillo metálico para restringir la radiación lateral del campo.
- Los sensores de proximidad blindados pueden ser montados al ras del metal, pero se recomienda dejar un espacio libre entre el metal y alrededor de la superficie de sensado.



Blindaje del sensor

Sensores de proximidad inductivos no blindados

- Un sensor de proximidad no blindado no tiene el anillo de metal rodeando el núcleo para restringir la radiación lateral del campo.
- Los sensores no blindados no pueden ser montados al ras de un metal.
- Estos deben tener un área libre de metal alrededor de la superficie de sensado.



Sensor sin blindaje

Modelos de sensores de corriente directa

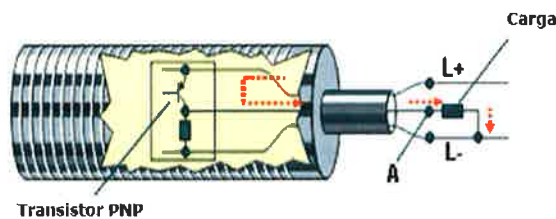
Los modelos de sensores inductivos son de 3 o 4 hilos los cuales requieren una fuente de poder separada. Algunos modelos usan de conmutador transistores NPN y otros PNP.

Transistor PNP

Los sensores de proximidad de DC de 3 hilos pueden ser dispositivos ya sea de suministro de corriente (sourcing) o de “drenado ” de corriente (sinking).

El tipo de transistor usado es un factor importante para determinar la compatibilidad del sensor con la entrada del sistema de control (por ejemplo un PLC).

En la ilustración se muestra la etapa de salida de un sensor tipo PNP. Cuando el transistor se satura, fluye corriente del transistor hacia la carga.

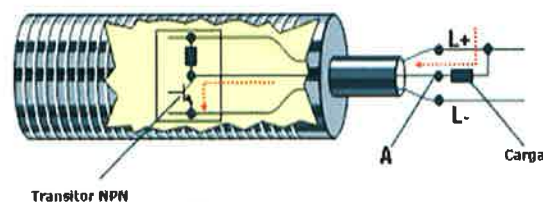


Conexión PNP

Transistor NPN

En un sensor de tipo drenado de corriente, se usa un transistor NPN. Cuando el transistor se satura, fluye corriente de la carga hacia el transistor.

A esto se refiere cuando se dice que un sensor tiene una salida de drenado de corriente ya que la dirección de la corriente es hacia el sensor.



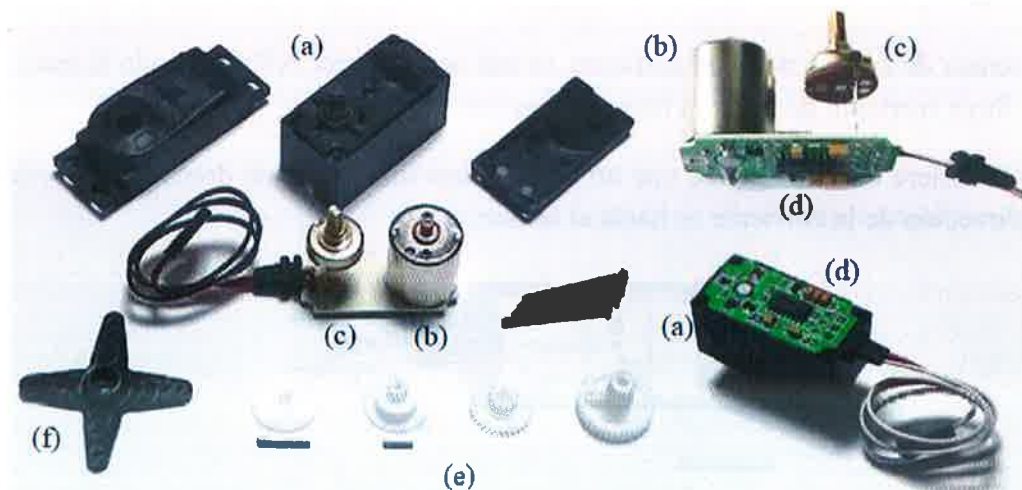
Conexión NPN

13.1.8.- Anexo de Información-Servomotor [5]

Un servomotor (o servo) es un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ser controlado en posición. Es capaz de ubicarse en cualquier posición dentro de un rango de operación (generalmente de 180°) y mantenerse estable en dicha posición. Los servos se suelen utilizar en robótica, automática y modelismo (vehículos por radio-control, RC) debido a su gran precisión en el posicionamiento.

En general, los servos suelen estar compuestos por 4 elementos fundamentales:

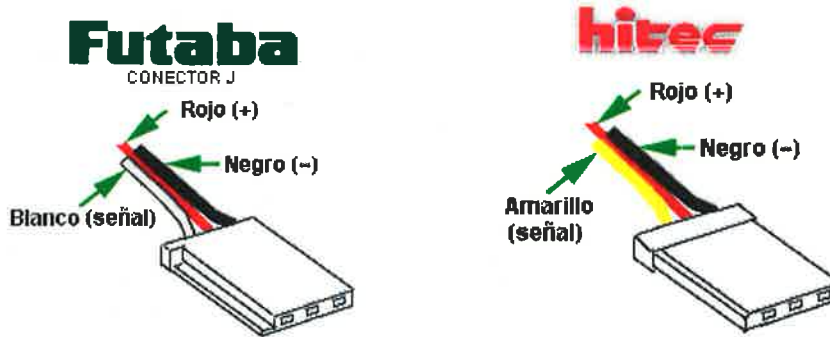
- Motor de corriente continua (DC): Es el elemento que le brinda movilidad al servo. Cuando se aplica un potencial a sus dos terminales, este motor gira en un sentido a su velocidad máxima. Si el voltaje aplicado sus dos terminales es inverso, el sentido de giro también se invierte.
- Engranajes reductores: Tren de engranajes que se encarga de reducir la alta velocidad de giro del motor para acrecentar su capacidad de torque (o par-motor).
- Sensor de desplazamiento: Suele ser un potenciómetro colocado en el eje de salida del servo que se utiliza para conocer la posición angular del motor.
- Circuito de control: Es una placa electrónica que implementa una estrategia de control de la posición por realimentación. Para ello, este circuito compara la señal de entrada de referencia (posición deseada) con la posición actual medida por el potenciómetro. La diferencia entre la posición actual y la deseada es amplificada y utilizada para mover el motor en la dirección necesaria para reducir el error.



Componentes de un servo: a) carcasa; b) motor DC; c) potenciómetro; d) circuito de control; e) tren reductor; f) brazo (elemento terminal en el eje).

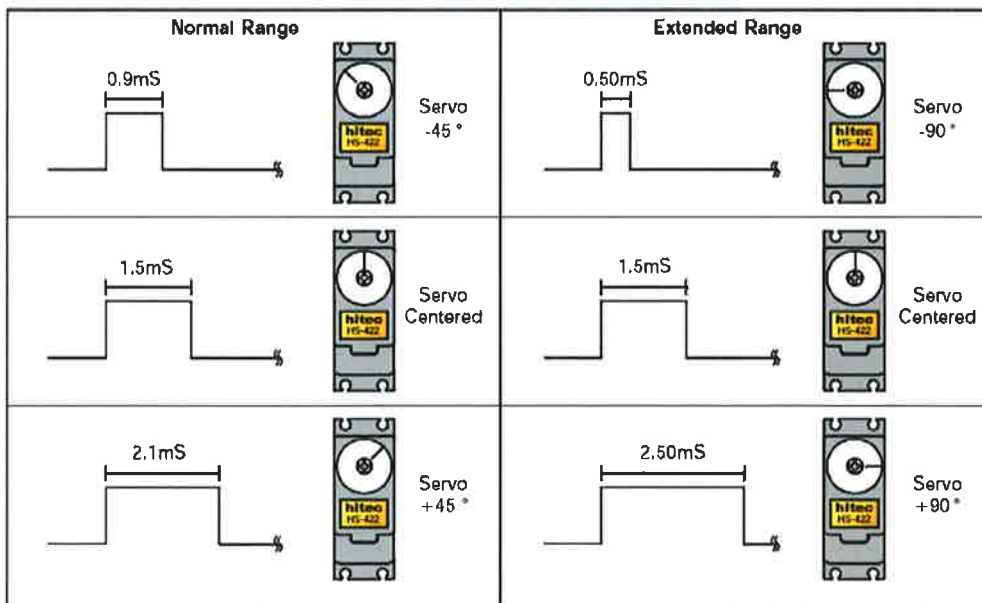
Principios de Funcionamiento

Los servos disponen de tres cables : dos cables de alimentación (positivo y negativo/masa) que suministran un voltaje 4.8-6V y un cable de control que indica la posición deseada al circuito de control mediante señales PWM (“Pulse Width Modulation”).



Colores de los cables de los principales fabricantes de servos.

Las señales PWM utilizadas para controlar los servos están formadas por pulsos positivos cuya duración es proporcional a la posición deseada del servo y que se repiten cada 20ms (50Hz). Todos los servos pueden funcionar correctamente en un rango de movimiento de 90°, que se corresponde con pulsos PWM comprendidos entre 0.9 y 2.1ms. Sin embargo, también existen servos que se pueden mover en un rango extendido de 180° y sus pulsos de control varían entre 0.5 y 2.5ms. Antes de utilizar un servo habrá que comprobar experimentalmente su rango de movimiento para no dañarlo. Para mantener fijo un servo en una posición habrá que enviar periódicamente el pulso correspondiente; ya que si no recibe señales, el eje del servo quedará libre y se podrá mover ejerciendo una leve presión.



Pulsos PWM para controlar servos.

Tipologías

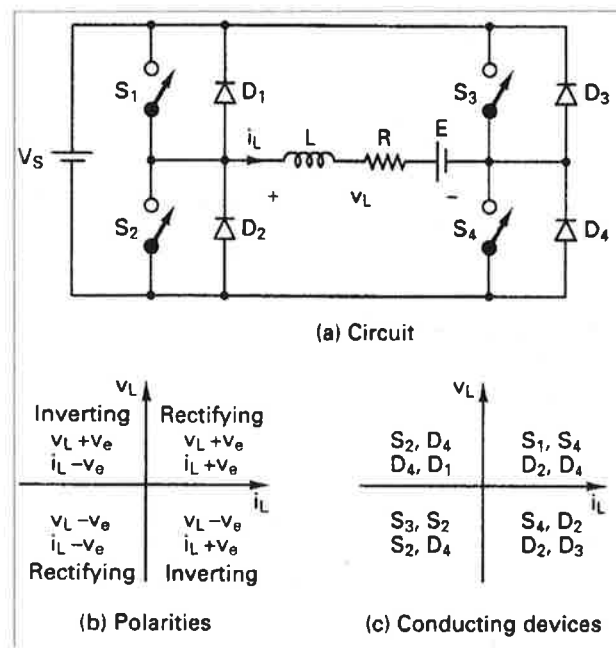
Existen dos tipos de servos: *analógicos* y *digitales*. Ambos tipos de servos son iguales a nivel de usuario: tienen la misma estructura (motor DC, engranajes reductores, potenciómetro y placa de control) y se controlan con las mismas señales PWM. La principal diferencia entre ellos radica en la adición de un microprocesador en el circuito de control de los servos digitales. Este microprocesador se encarga de procesar la señal PWM de entrada y de controlar el motor mediante pulsos con una frecuencia 10 veces superior a los servos analógicos.

El aumento en la frecuencia de excitación del motor en los servos digitales permite disminuir su tiempo de respuesta (menor deadband), aumentar su resolución de movimiento y suavizar su aceleración/deceleración. El uso de un microprocesador permite también a los servos digitales programar distintos parámetros de configuración que son fijos en los analógicos: sentido de giro, posición central inicial, topes en el recorrido del servo, velocidad de respuesta del servo y resolución. Para establecer estos parámetros se deben utilizar aparatos específicos de cada marca. El principal inconveniente de los servos digitales es que consumen más energía que los analógicos al tener que generar más pulsos de control para el motor.

13.1.9.- Anexo de Información-Driver [6]

Un **variador de frecuencia** (siglas VFD, del inglés: *Variable Frequency Drive* o bien AFD *Adjustable Frequency Drive*) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frec. son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

Ya que el motor es pequeño y la inductancia de la armadura lo es también, la frecuencia necesaria para mantener la corriente de la armadura constante es del rango de 20 kHz. Para permitir que el motor gire en cualquier dirección sin ningún switch mecánico es utilizado el circuito puente de la (a), es conocido como control en cuatro cuadrantes ó chopper de cuatro cuadrantes. La operación en los cuadrantes es posible mediante el disparo adecuado de los conmutadores (c); las polaridades del voltaje de carga y corriente de carga se muestran en (b).



(a) Chopper de cuatro cuadrantes

(b) Voltaje y corriente de carga

(c) Dispositivos en operación según el cuadrante en que se trabaje.

El voltaje promedio de la armadura del motor, y de ahí la velocidad, es controlado por la relación entre el período de encendido y el período de apagado en la modulación por ancho de pulso (PWM). Si el ciclo de conmutación es mucho menor que la constante de tiempo de la armadura (L/R), la variación de la corriente es aproximadamente lineal.

Para conmutar se utilizan MOSFETS de potencia, son adecuados en ésta aplicación por su baja corriente necesaria para dispararlos, que puede ser obtenida directamente de los circuitos integrados CMOS, y también por la característica que tienen para recortar a altas frecuencias. Los MOSFETS de potencia tienen mejores ventajas en el control de motores alimentados con baterías por su habilidad para conmutar a frecuencias superiores al rango audible con pequeñas pérdidas de potencia.

La potencia para manejar el disparo es muy pequeña, por ejemplo, la corriente promedio sustraída de la batería para conmutar un MOSFET de potencia de 15 A, que opera a 20 kHz es típicamente menor a 1mA. Un buen factor de forma permite mejorar la eficiencia, aumentar la vida de las escobillas y disminuir la probabilidad de desmagnetización del campo de imán permanente. Con frecuencias altas de conmutación se obtiene una reducción útil en el tamaño y peso de los componentes de filtrado, además de mejorar la respuesta del lazo de control de velocidad.

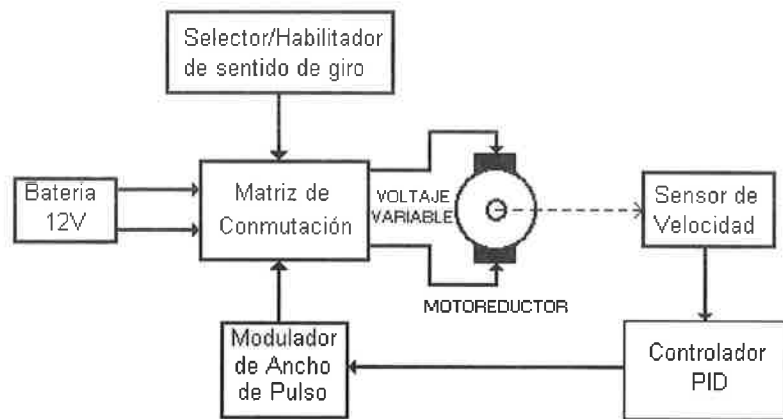
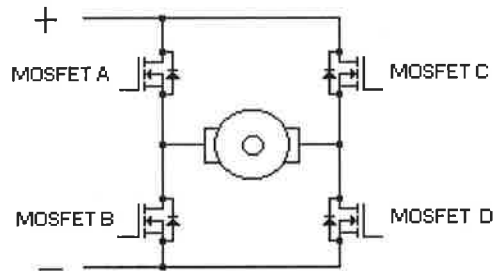


Diagrama a bloques del driver implementado.

Puente Completo del Driver

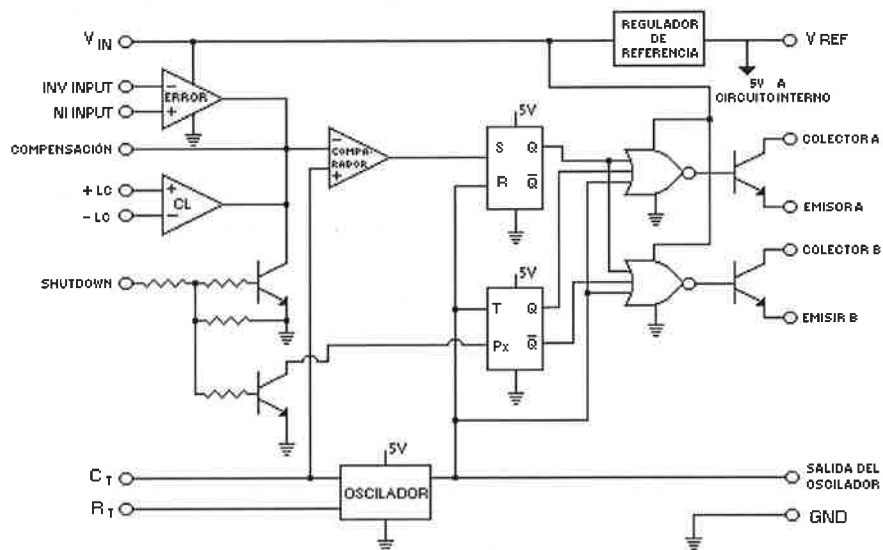
El circuito básico del puente completo es mostrado en la fig. . Para controlar en dirección directa, los MOSFETS A y D están apagados, el MOSFET C está encendido, y el MOSFET B es conmutado con la señal de PWM. Para controlar el motor en dirección inversa, los MOSFETS C y B están apagados, el MOSFET A está encendido, y el MOSFET D es conmutado con la señal de PWM.



Puente completo

PWM

El modulador por ancho de pulso (PWM: Pulse Width Modulation), es implementado por medio de un circuito integrado LM3524. El LM3524 es un Regulador Modulador de Ancho de Pulso; en la imagen se muestra el diagrama a bloques del encapsulado.



Circuito del PWM

Tiene un pin de apagado para protecciones. El latch tiene la función de asegurar un pulso por período aún en ambientes ruidosos. También incluye supresión lógica de doble pulso la cual asegura que al removerse una condición de apagado, el estado de el flip-flop T cambia solamente después de que llegue el primer pulso del reloj. Esto previene que se presente seguida la misma salida del pulso anterior, con lo que se reduce la posibilidad de saturación en diseños con push-pull.

Regulador interno de voltaje

El LM3524 tiene un voltaje de referencia de 5V con precisión de +/-1%, con capacidad de 50mA, y protección contra cortocircuito, este voltaje alimenta los circuitos internos de el dispositivo y puede ser utilizado como referencia externa.

Oscilador

La frecuencia del oscilador es establecida mediante una resistencia R_t y un capacitor C_t externos. La salida del oscilador provee las señales para disparar un flip-flop interno, el cual direcciona la información de el PWM a las salidas, y un pulso de borrado para apagar ambas salidas durante las transiciones para asegurar que no ocurran condiciones cruzadas. El ancho de el pulso de borrado, o tiempo muerto, es controlado por el valor de el capacitor.

Amplificador de error

El amplificador de error es un amplificador transconductor de entrada diferencial. Su ganancia es nominalmente de 86 dB, es colocada ya sea por retroalimentación o con carga a la salida. Ésta carga de salida puede ser resistiva solamente o resistiva y reactiva. La salida del amplificador, o la entrada de modificador de ancho de pulso, puede ser manejada fácilmente con un voltaje de dc aplicado al pin 9, para forzar en las salidas un ciclo de trabajo particular.

Limitador de corriente

La función de el amplificador limitador de corriente es manejar la salida del amplificador de error y tomar control del ancho de pulso. La salida del ciclo de trabajo es disminuida en un 25% aproximadamente cuando un voltaje sensado de límite de corriente de 200mV es aplicado entre las terminales +Cl y -Cl. Un incremento del voltaje sensado, de aproximadamente un 5%, da por resultado un ciclo de trabajo del 0%.

Etapa de salida

Las salidas de el dispositivo son transistores NPN, la capacidad de manejo de corriente de los transistores es de hasta 200mA. Estos transistores son manejados 180° fuera de fase y tienen emisores y colectores abiertos.

Principio de funcionamiento

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) esta determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Donde

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro AC (hertz)

p = Número de polos (adimensional)

Las cantidades de polos mas frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores síncrónicos únicamente. Dependiendo de la ubicación funciona en 50Hz o 60Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPMs del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético)

Un motor de 4 polos que esta conectado directamente a la red de distribución eléctrica de 60 Hz debería tener una velocidad síncrona de 1800 rpm:

$$\frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ RPM}$$

Si el motor es un motor de inducción, la velocidad de operación a plena carga estará sobre los 1750 RPM.

Si el motor está conectado a el variador de velocidad que le proporciona 40 Hz, la velocidad síncrona será de 1200 RPM:

$$\frac{120 \times 40}{4} = 1200 \text{ RPM}$$

Estos variadores mantienen la razón Voltaje/ Frecuencia (V/Hz) constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor y además porque el hecho de operar el motor a un voltaje constante por encima de una frecuencia dada (reduciendo la relación V/Hz) disminuye el par del motor y la capacidad del mismo para proporcionar potencia constante de salida.

Variador de Velocidad

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.



Variador de velocidad electrónico

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

13.2.- Anexos - Opción Dos [7]

13.2.1.- Cotización 1-Sensor Inductivo

BES M18MI-NSC80B-BV03 69.00 usd + i.v.a (7 pzs 1 a 2 días hábiles)

BES M18MI-NSC80B-BV05 74.50 usd + i.v.a (5 pzs 1 a 2 días hábiles)

Este cuadro es de las monturas de sujeción que necesitan los sensores.

En la fig. de abajo es una muestra de cómo quedaría el sensor con sus monturas.

Partida	Numero de Parte	Precio Unitario en USD	Existencias/ Tiempo de Entrega	Características
1	BMS CU-M-D12-A040-00	15.20	19 <u>pzs</u> (1 a 2 días hábiles)	Soporte para el perfil <u>bosch</u>
2	BMS RS-M-D12-0250-00	16.20	11 <u>pzs</u> (1 a 2 días hábiles)	Barra de 250 mm
3	BMS CS-M-D12-IZ	10.10	12 <u>pzs</u> (1 a 2 días hábiles)	Soporte de la barra con el soporte del sensor
4	BMS CS-M-D12-ID18-01	6.10	4 <u>pzs</u> (1 a 2 días hábiles)	Soporte para sensor



En total por sensor y su montaje seria con el modelo

BV03- \$1553.1 pesos mexicanos. X4 = \$6212.4 aprox.

BV05- \$1626.36 "" X4 = \$6505.44 aprox.

13.2.2.- Cotización 2- Sensor Inductivo



Motores y Bombas de Querétaro S.A. de C.V

humberto.mvillanueva@moyboque.com.mx www.moyboque.com.mx

OCEANO PACIFICO No 238 FRACC. RESIDENCIAL DEL VALLE
TEL /FAX (442) 215-85-19 * 215-85-20 * 215-65-23 * 215-65-24



COTIZACION TECNICO-COMERCIAL

Cotización No. MVH-09-328

FECHA: 08-07-09

CLIENTE: PREFORMADOS DE MEXICO

ATENCION: ING. Sergio Enrique Morales Prezas

CORREO ELECTRONICO: wisno01@hotmail.com

REQ.

PART	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO U.	IMPORTE
1	2	PZAS.	Sensor de inducción tipo NPN marca BALLUFF modelo M30 con conector puede sensar hasta una distancia máxima de 15 mm	1,350.00	\$ 2,700.00

LOS PRECIOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE NO INCLUYEN EL 15% DE I.V.A

TIPO DE MONEDA: NACIONAL

TIEMPO DE ENTREGA: 2 a 3 DIAS SPV

CONDICIONES DE PAGO: 50% ANTICIPO RESTO CONTRA ENTREGA

VIGENCIA DE COTIZACION: 15 DIAS

13.2.3.- Cotización 3-Sensor Inductivo



Motores y Bombas de Querétaro S.A. de C.V

humberto.mvillanueva@moyboque.com.mx www.moyboque.com.mx

OCEANO PACIFICO No 238 FRACC. RESIDENCIAL DEL VALLE
TEL /FAX (442) 215-85-19 * 215-85-20 * 215-65-23 * 215-65-24



COTIZACION TECNICO-COMERCIAL

Cotización No. MVH-09-330

FECHA: 14-07-09

CLIENTE: PREFORMADOS DE MEXICO

ATENCION: ING. Sergio Enrique Morales Prezas

CORREO ELECTRONICO: wisno01@hotmail.com

REQ.

PART	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO U.	IMPORTE
1	2	PZAS.	Sensor de inducción tipo NPN marca BALLUFF modelo M30 con conector puede sensar hasta una distancia máxima de 15 mm	82.00	\$ 164.00

LOS PRECIOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE NO INCLUYEN EL 15% DE I.V.A

TIPO DE MONEDA: DOLARES AMERICANOS

TIEMPO DE ENTREGA: 2 a 3 DIAS SPV

CONDICIONES DE PAGO: 50% ANTICIPO RESTO CONTRA ENTREGA

VIGENCIA DE COTIZACION: 15 DIAS

13.2.4.- Cotización 4-Sensor Inductivo

Le anexo la siguiente cotización.

Sensor Inductivo marca **Rechner mod. IA520-A13-S** -\$ 729.00 mín. mas IVA

Envío (Flete) \$ 70.00 mín. mas IVA (va facturado con lo adquirido)

Tiempo de Entrega: Inmediata.

Saludos Cordiales.



Soluciones Industriales

Ing. Marcos Torres

Tel(81)83-58-07-00

Fax (81)83-58-77-00

www.ceiisa.com



13.3.- Anexos - Opción Tres [8]

13.3.1.- Cotización 1-Sensor Laser



COTIZACION: 5375

CLIENTE	COMODIN
	ING. SERGIO ENRICO

Fecha: 28/07/2009 12:46:40 p.m.
Asesor: Ing. Hector M. Velazquez de la Torre
Email: hector.velazquez@calvek.com
Teléfono: (442) 2655310
Moneda: DOLARES

No.	Producto	Descripcion	Precio	Cant	U. M.	T. Entrega	Total	
1	57594	MQDC-815 - BANNER	35.10	1	Pza	15 días hábiles	35.10	
2	65507	LT3PUQ - BANNER	901.80	1	Pza	15 días hábiles	901.80	
							SubTotal:	936.90
							Iva (15%):	140.54
							Total:	1,077.44

Condiciones Comerciales

- Los Precios expresados están en DOLARES, al tipo de cambio del día de pago (con excepción de los indicadores en M.N).
- Condiciones de pago: 30 DIAS
- LAB: SU PLANTA
- Toda cancelación causara un cargo del 30% sobre el monto del Pedido
- EXISTENCIA SUJETA AL DIA DE FECHA DE COTIZACION, SALVO PREVIA VENTA.

ATTE

VIGENCIA: 27/08/2009

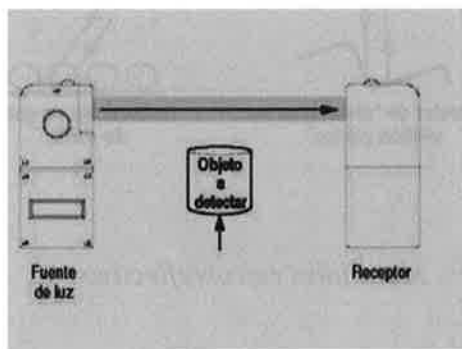
Ing. Hector M. Velazquez
de la Torre

13.3.2.- Anexo de Información-Sensores Fotoeléctricos [9]

Los sensores de haz transmitido proporcionan las distancias más largas de detección y el nivel más alto de margen operativo.

Haz transmitido

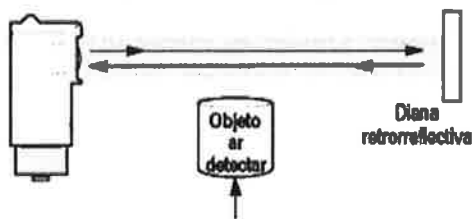
En este modo la fuente de luz y el receptor están contenidos en envoltorios diferentes. Estas dos unidades están ubicadas en posición opuesta una a la otra de manera que la luz de la fuente de luz brilla directamente sobre el receptor. El objeto debe romper (bloquear) el haz entre la fuente de luz y el receptor.



Detección de haz transmitido

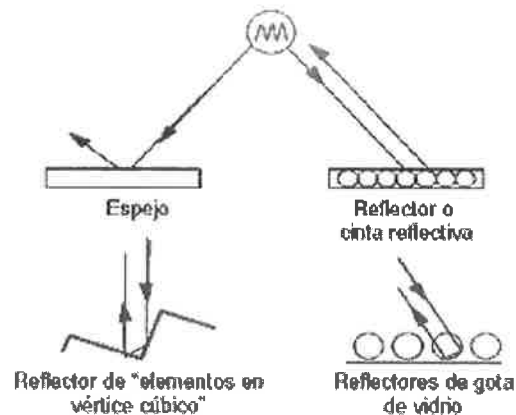
Retrorreflectivo

El modo retrorreflectivo (reflejo) es el modo de detección más común. Un sensor retrorreflectivo contiene la fuente de luz y el receptor en un envoltorio. El haz de luz emitido por la fuente de luz es reflejado por un objeto reflectivo especial y detectado por el receptor. El objeto se detecta cuando rompe este haz de luz.



Detección retrorreflectiva

Para la detección retrorreflectiva se utilizan reflectores especiales o cintas reflectivas. A diferencia de los espejos y otras superficies reflectivas planas, estos objetos reflectivos no necesitan ser perfectamente perpendiculares al sensor. El mal alineamiento de un reflector o cinta reflectiva por arriba de 15° generalmente no significará una reducción del margen del sistema de sensores.



Materiales retrorreflectivos

La distancia máxima de detección del conjunto sensor y reflector disponible dependerá en parte de la eficacia del reflector o cinta reflectiva.

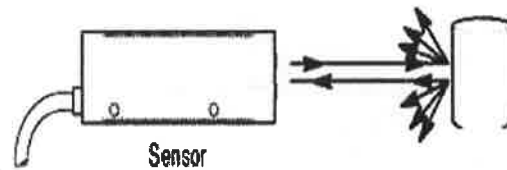
Los sensores retrorreflectivos son más sencillos de instalar que los de haz transmitido. Es necesario únicamente instalar y cablear una carcasa sensora. En cualquier caso, los márgenes en ausencia de diana son del orden de 10 a 1000 veces menores que los correspondientes a la detección por haz transmitido, lo que hace menos deseable la detección retrorreflectiva en ambientes altamente contaminados.

Cuando se apliquen sensores retro-reflectivos normales hay que tener un cuidado especial si los objetos a detectar son altamente brillantes o reflejantes. Los reflejos procedentes de la misma diana podrían ser detectados. Quizás se pueda orientar el sensor y el reflector o la cinta reflectiva de manera que el objeto brillante refleje la luz en dirección contraria al receptor.

Difusa

La detección de haz transmitido y la detección normal o polarizada retrorreflectiva crea un haz de luz entre la fuente de luz y el receptor o entre el sensor y el reflector. En ambos casos es necesario el acceso a ambos lados de la diana u objeto a detectar

Hay situaciones en las que es difícil, por no decir imposible, acceder a ambos lados de la diana. En estas aplicaciones, es necesario apuntar la fuente de luz directamente al objeto. La luz es dispersada por la superficie en todos los ángulos y una pequeña porción es reflejada nuevamente para ser detectada por el receptor contenido en la misma carcasa. Este modo de detección se llama difuso o de proximidad.



Detección Difusa

Un modo de detección en el que la luz incide sobre la superficie de un objeto, es difundido por ésta en todos los ángulos y detectado por el sensor.

Existen varios modos diferentes de detección difusa. En esta sección se describe la más simple, la detección *difusa normal*. Los otros tipos, difusa de corte abrupto, difusa de foco fijo, difusa gran angular, y supresión del fondo difuso, se explican en secciones más adelante.

La meta de la detección difusa normal es obtener un margen relativamente alto al detectar el objeto. En ausencia de ésta, los reflejos procedentes de cualquier fondo que se halla detrás de la diana han de proporcionar un margen tan cercano a cero como sea posible.

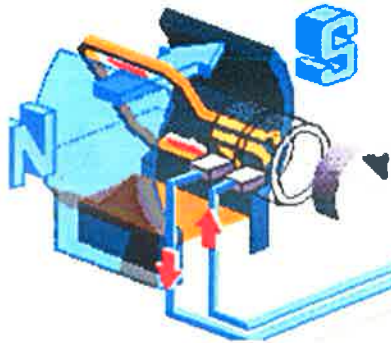
La reflectividad de la diana puede variar ampliamente. Las superficies relativamente brillantes pueden reflejar la mayor parte de la luz *en dirección opuesta* al receptor, lo cual dificulta mucho la detección. La cara activa del sensor ha de ser paralela a estos tipos de superficies pertenecientes a las dianas.

Los objetos muy oscuros o mate absorben la mayor parte de la luz incidente y reflejan muy poca para ser detectados. Estos objetos pueden ser muy difíciles de detectar, a no ser que el sensor se sitúe muy cercano a los objetos que se desea detectar.

13.3.3.- Anexo de Información-Motores de corriente alterna [10]

En algunos casos, tales como barcos, donde la fuente principal de energía es de c-c o donde se desea un gran margen de variación de velocidad, pueden emplearse motores de c-c. Sin embargo, la mayoría de los motores modernos trabajan con fuentes de c-a.

A pesar de que hay una gran variedad de motores de c-a, solamente se discutirán aquí tres tipos básicos: el universal, el síncrono y el de jaula de ardilla.



Motor

Motores síncronos.

Se puede utilizar un alternador como motor en determinadas circunstancias. Si se excita el campo con c-c y se alimenta por los anillos colectoros a la bobina del rotor con c-a, la máquina no arrancará. El campo alrededor de la bobina del rotor es alterno en polaridad magnética pero durante un semiperiodo del ciclo completo, intentará moverse en una dirección y durante el siguiente semiperiodo en la dirección opuesta.

El resultado es que la máquina permanece parada. La máquina solamente se calentará y posiblemente se quemará.

El rotor de un alternador de dos polos debe hacer una vuelta completa para producir un ciclo de c-a. Debe girar 60 veces por segundo, ó 3.600 revoluciones por minuto (rpm), para producir una c-a de 60 Hz. Si se puede girar a 3.600 rpm tal alternador por medio de algún aparato mecánico, como por ejemplo, un motor de c-c, y luego se excita el inducido con una c-a de 60 Hz, continuará girando como un motor síncrono.

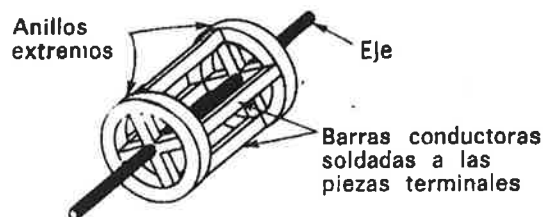
Su velocidad de sincronismo es 3.600 rpm. Si funciona con una c-a de 50 Hz, su velocidad de sincronismo será de 3.000 rpm. Mientras la carga no sea demasiado pesada, un motor síncrono gira a su velocidad de sincronismo y solo a esta velocidad.

Si la carga llega a ser demasiado grande, el motor va disminuyendo velocidad, pierde su sincronismo y se para. Los motores síncronos de este tipo requieren todos una excitación de c-c para el campo (o rotor), así como una excitación de c-a para el rotor (o campo).

Se puede fabricar un motor síncrono construyendo el rotor cilíndrico normal de un motor tipo jaula de ardilla con dos lados planos. Un ejemplo de motor síncrono es el reloj eléctrico, que debe arrancarse a mano cuando se para. En cuanto se mantiene la c-a en su frecuencia correcta, el reloj marca el tiempo exacto. No es importante la precisión en la amplitud de la tensión.

Motores de jaula de ardilla

La mayor parte de los motores, que funcionan con c-a de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla. Un esquema simplificado del mismo se ve a continuación.



Motor Jaula de Ardilla

Los rotores de jaula de ardilla reales son mucho más compactos que el de la figura y tienen un núcleo de hierro laminado.

Los conductores longitudinales de la jaula de ardilla son de cobre y van soldados a las piezas terminales de metal. Cada conductor forma una espira con el conductor opuesto conectado por las dos piezas circulares de los extremos.

Cuando este rotor está entre dos polos de campo electromagnéticos que han sido magnetizados por una corriente alterna, se induce una fem en las espiras de la jaula de ardilla, una corriente muy grande las recorre y se produce un fuerte campo que contrarresta

al que ha producido la corriente (ley de Lenz). Aunque el rotor pueda contrarrestar el campo de los polos estacionarios, no hay razón para que se mueva en una dirección u otra y así permanece parado. Es similar al motor síncrono el cual tampoco se arranca solo. Lo que se necesita es un campo rotatorio en lugar de un campo alterno.

Cuando el campo se produce para que tenga un efecto rotatorio, el motor se llama de tipo de jaula de ardilla. Un motor de fase partida utiliza polos de campo adicionales que están alimentados por corrientes en distinta fase, lo que permite a los dos juegos de polos tener máximos de corriente y de campos magnéticos con muy poca diferencia de tiempo. Los arrollamientos de los polos de campo de fases distintas, se deberían alimentar por c-a bifásicas y producir un campo magnético rotatorio, pero cuando se trabaja con una sola fase, la segunda se consigue normalmente conectando un condensador (o resistencia) en serie con los arrollamientos de fases distintas.

Una de las principales ventajas de todos los motores de jaula de ardilla, particularmente en aplicaciones de radio, es la falta de colector o de anillos colectores y escobillas. Esto asegura el funcionamiento libre de interferencias cuando se utilizan tales motores.

13.4.- Anexos - Opción Cuatro [11]

13.4.1.- Cotización 1-Sensores Fotoeléctricos Laser



MARCO ANTONIO CASTELAN CASTRO
 Blvd. Bernardo Quintana No. 630 Local 7
 Col. Desarrollo San Pablo
 76125 Queretaro, Qro
 Tel: (442) 312-08-14/ 312-08-13 FAX: 195-84-41
 E.mail: ventas@itzmac.com.mx

(000052) **PREFORMADOS**

Numero de Cotizacion: 1085

Calle La Griega No. 131
 Col. Parque Industrial Queretaro
 76220 Sta. Rosa Jauregui Queretaro
 Tel: 238-95-50

No. --
 Del:

Fecha: 21 Agosto 2009

Castelan Castro, Marco A.
 Asesor

At'n. Sergio E. Morales P.

Por este medio me es grato saludarle y a su vez poner a su consideracion la siguiente cotizacion :

CANT:	CLAVE	DESCRIPCION :	P.UNITARIO :	DESC: %	P. TOTAL :
4	141832	BOS 5K-PS-RD11-02 Sensor fotoelectronico.	903.15		3,612.60
4	136862	BOS 5-HW-1 Accesorio de montaje.	109.48		437.92

Sub-Total: \$ 4,050.52

CONDICIONES :

A los precios anteriores favor de aumentar el 15% de I.V.A.
 Tipo de Moneda: Pesos Mexicanos
 Condiciones de pago: 15 Dias.
 Tiempo de entrega: 10-12 Dias

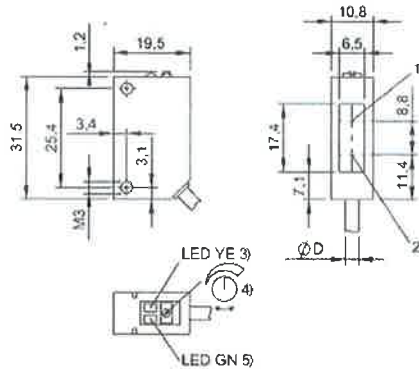


13.4.2.- Hoja de datos del Sensor Fotoeléctrico [12]

BOS 5K-PS-RD11-02
Order code: BOS0127
 Optical sensor
 Series 5K
 Light scanner, energetic
 Sn = 200 mm, adjustable

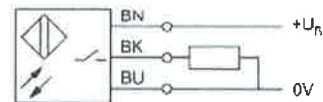
DC, direct current
 PNP (1x)
 NO: light-on
 500 Hz
 LED, red light

BALLUFF
sensors worldwide



BOS 5K-PS-RD11-02 DC, direct current
Order code: BOS0127 PNP (1x)
 Optical sensor NO: light-on
 Series 5K 500 Hz
 Light scanner, energetic LED, red light
 Sn = 200 mm, adjustable

Subject to change without notice



1) Optical axis receiver 2) Optical axis emitter 3) Output function 4) Sn 5) Stability

Basic data

Operating voltage UB DC 10.0 V... 30.0 V
 Eff. operating voltage Ue DC 24.0 V
 Ripple max. (% of Ue) 8 %
 No-load current max. I0 at Ue 30 mA
 Polarity reversal protected yes
 indicator Stability - LED GN
 Output function - LED YE
 Potentiometer 270° (1x)
 Adjuster Setting
 Ambient temperature Ta -25 °C... 55 °C

Optical data

Principle of optical operation Light scanner, energetic
 Detection range Sd 50...200 mm
 Light type LED, red light
 Beam characteristic Divergent

Electrical data

Eff. operating distance Sr 200 mm
 Minimum operating distance 50 mm
 Switching output PNP (1x)
 Switching function NO
 Eff. operating current Ie 100 mA
 Switching freq. f max. (at Ue) 500 Hz
 Turn on time ton max. 1.00 ms
 Turn off time toff max. 1.00 ms

Voltage drop Ud max. (at Ie) 1.2 V
 Short circuit protected yes

Mechanical data

Dimensions
 Housing material PC, PBT
 Sensing face material PC
 Enclosure Type per IEC 60529 IP67
 Connection type Cable
 Cable diameter D max. 3.5 mm
 Cable length 2.00 m
 Number of conductors 3
 Conductor cross-section 0.20 mm²
 Cable jacket material PVC

Approval

Approvals CE
 cULus

Remarks

Basic standard IEC 60947-5-2
 The sensor is functional again after the overload has been eliminated.
 Reference object (target): Gray card, 100 x 100
 90 % remission, axial approach.
 For additional information, refer to user's guide.
 Order accessories separately.



Definitions see general catalog

13.4.3.- Anexo –PLC slc500 [13]

Hoja de especificaciones

SLC 500 Common Specifications

The following specifications apply to all SLC 500 modular components unless noted.

Description	Specification
Temperature	Operating: 0...60 °C (32...140 °F) Storage: -40...85 °C (-40...185 °F)
Humidity	5...95% without condensation
Vibration	Operating: 1.0 g at 5...2000 Hz Non-operating: 2.5 g at 5...2000 Hz
Shock	Operating: 50 g (3 pulses, 11 ms) - for all modules except relay contact Operating: 10 g (3 pulses, 11 ms) - for relay contact modules 1746-0Wx and 1746-10x combo Non-operating: 50 g, 3 pulses, 11 ms
Free fall (drop test)	Portable, 2.268 kg (5 lb) or less at 0.762 m (30 in.), six drops Portable, 2.268 kg (5 lb) or less at 0.1016 m (4 in.), three flat drops
Safety	Dielectric Withstand: 1500V ac (Industry Standard - UL 508, CSA C22.2 No. 142) Isolation between Communication Circuits: 500V dc Isolation between Backplate and I/O: 1500V ac Flammability and Electrical Ignition: UL94V-0
Certification* (when product or packaging is marked)	UL Listed Industrial Control Equipment for Class 1, Division 2, Groups A, B, C, D Hazardous Locations CUL Listed Industrial Control Equipment for Class 1, Division 2, Groups A, B, C, D Hazardous Locations CE, European Union 89/336/EEC EMC Directive, compliant with: EN50082-2 Industrial Immunity EN50081-2 Industrial Emissions or EN61000-6-2 Industrial Immunity EN61000-6-4 Industrial Emissions European Union 73/23/EEC IVD Directive, compliant with safety-related portions of: EN61131-2 Programmable Controllers C-Tick, Australian Radio Communications Act, compliant with: AS/NZS 2064 Industrial Emissions

13.4.4.-Anexo de Información-Cuadro de comparación de Sensores laser [14]

Modo de detección	Aplicaciones	Ventajas	Consideraciones
Haz transmitido	Detección de uso general Conteo de piezas	<ul style="list-style-type: none"> Alto margen para ambientes contaminados Detección a gran distancia No es afectado por reflejos de segunda superficie Probablemente más confiable cuando usted tiene objetos altamente reflectivos 	<ul style="list-style-type: none"> Más costoso porque requiere fuente de luz y receptor separados, cableado más costoso El alineamiento es importante Evite detectar objetos de material transparente
Retrorreflectivo	Detección de uso general	<ul style="list-style-type: none"> Detección a distancias moderadas Menos costoso que el haz transmitido porque el cableado es mas simple Facilidad de alineamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Detección a menor distancia que el haz Transmitido Menor margen que el haz transmitido Puede detectar reflejos de objetos brillantes (en ese caso use polarizado)
Polarizado retrorreflectivo	Detección de uso general de objetos brillantes	<ul style="list-style-type: none"> Ignora los reflejos de la primera superficie Usa haz rojo visible para facilitar el alineamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Menor distancia de detección que el retrorreflectivo normal Puede ver reflejos de segunda superficie
Difuso normal	Aplicaciones donde no se puede acceder a ambos lados del objeto	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere acceso a ambos lados del objeto No se requiere reflector Facilidad de alineamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Puede ser difícil de aplicar si el fondo detrás del objeto es suficientemente reflectivo y está cerca al objeto
Difusa de corte abrupto	Detección de corto rango de objetos con la necesidad de ignorar los fondos que están acerca al objeto	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere acceso a ambos lados del objeto Proporciona cierta protección contra la detección de fondos cercanos 	<ul style="list-style-type: none"> Útil sólo para detección de distancia muy corta No se usa con fondos cercanos al objeto
Difusa gran angular	Detección de objetos que no están en una posición precisa	<ul style="list-style-type: none"> Efectivo para ignorar reflejos del fondo Detección de objetos que no están en una posición precisa No se requiere reflector 	<ul style="list-style-type: none"> Detección a distancia corta

13.4.5.- Anexo de Información del Plc [15]

PLC

Un autómata programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



Controlador Lógico Programable

Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones:
 - Instalación de aire acondicionado, calefacción...
 - Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

Ventajas e inconvenientes

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones me obligan a referirme a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

Funciones básicas de un PLC

- Detección:

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

- Mando:

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

- Dialogo hombre maquina:

Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

- Programación:

Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la maquina.

Nuevas Funciones

- Redes de comunicación:

Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

- Sistemas de supervisión:

También los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

- Control de procesos continuos:

Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

- Entradas- Salidas distribuidas:

Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

- Buses de campo:

Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

Debido a la gran aceptación que ha tenido el PLC, se ha dado una definición formal por la NEMA (Nacional electrical Manufacturers Association), descrita como sigue:

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de maquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos. De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda maquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

Campos de aplicación del PLC

EL PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc,.. por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Estructura

El término estructura externa o configuración externa de un autómata programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta.
- Estructura semimodular. (Estructura Americana)
- Estructura modular. (Estructura Europea)

Estructura compacta

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc..

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.



PLC compacto

Estructura semimodular

Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de E/S. Son los autómatas de gama media los que suelen tener una estructura semimodular (Americana).

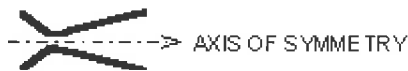
13.4.6.- Anexo de Información de Toberas [16]

Toberas

La función primaria de una tobera es canalizar y acelerar los productos de la combustión producidos por el propelente de tal manera que maximice la velocidad del escape a la salida, a una velocidad supersónica. La tobera familiar de un cohete, conocida como *convergente-divergente* o Tobera *deLaval*, cumple con esta característica con una simple *geometría*. En otras palabras, lo hace variando el área seccionada transversalmente (o diámetro) de una manera exacta.

El análisis de la tobera de un cohete involucra el concepto de "*Flujo de fluido compresible unidimensional constante de un gas ideal*". Brevemente, esto significa que:

- El flujo del fluido (gases de escape + partículas condensadas) es constante y no cambia a lo largo del tiempo de combustión.
- El flujo unidimensional significa que la dirección del flujo es a lo largo de una línea recta. Para una tobera, se asume que el flujo se encuentra a lo largo del eje de simetría.



Eje de simetría

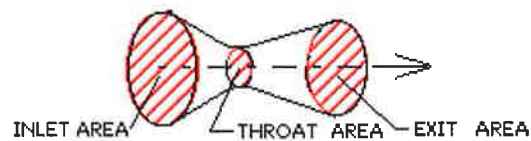
- El flujo es compresible. El concepto de fluido *compresible* es empleado generalmente para gases moviéndose a altas velocidades (generalmente supersónicas), en otro caso el concepto de flujo *incompresible*, es el utilizado para líquidos y gases moviéndose a velocidades inferiores a la del sonido. Un fluido compresible exhibe cambios significantes en densidad, un incompresible no lo hace.
- El concepto de gas ideal es una asunción simplificadora, que nos permite usar una relación directa entre la presión, densidad y temperatura, que son propiedades que son particularmente importantes en el análisis del flujo a través de la tobera.

Las propiedades del fluido, como la velocidad, densidad, presión y temperatura, en un flujo de un fluido compresible, están afectadas por

- Cambio del área seccionada transversalmente.
- Fricción
- Pérdida de calor con los alrededores

La meta del diseño de una tobera de cohete es acelerar los productos de la combustión a la velocidad de salida lo mas alta posible. Esto se logra diseñando el perfil geométrico de la tobera necesario apuntando a la condición de *flujo isentropico*. Se considera flujo isentropico al que solo depende del área seccionada transversalmente, que necesita ser adiabatico (sin perdida de calor) y no tiene rozamiento. Por esto, en una tobera, es necesario minimizar los efectos del rozamiento, los disturbios de flujo y las condiciones que puedan llevar a perdidas por choques. De esta manera, las propiedades del flujo están cercanas a ser isentropicas, y simplemente son afectadas por el cambio del área seccionada transversalmente cuando el fluido se mueve a través de la tobera.

Las áreas seccionadas transversalmente típicas de una tobera que son de interés particular son mostradas en la siguiente figura



Áreas de la tobera

