



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

**Ingeniería Electrónica**

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO  
PARA EL ENSAMBLE DE LUCES AUTOMOTRICES**

**Opción VII**

**Memoria De Experiencia Profesional**

**Que presenta:**

**MIGUEL ÁNGEL ZÚÑIGA OSORIO**

**para lograr el título de**

**Ingeniero Electrónico**

**Asesores:**

**MC. Raúl Moreno Rincón ITTG**

**PhD. E Edmundo Rodríguez Vázquez AICA**

**Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Febrero del 2013**

## Índice

<b>I. Introducción</b>	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO 1.</b> Aspectos generales del proyecto y Descripción de la empresa AICA	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación de la necesidad de una automatización para una línea de ensamble de luces	1
1.3 Objetivo Principal	2
1.4 Alcance y Limitaciones	2
1.5 Aportación técnica	3
1.6 Descripción de Actividades	3
<b>CAPITULO 2.</b> Dispositivos tecnológicos implementados	<b>5</b>
2.1 Sensores	5
2.1.a Sensores inductivos	5
2.1.b Sensores Capacitivos	8
2.1.c Sensores Magnéticos	10
2.1.d Sensores Ópticos	12
2.2 PLC	13
2.2.a Unidad Central de Procesamiento	17
2.2.b Modulo de Entradas y Salidas discretas	18
2.2.c Software de programación	19
2.2.d Interfaz Grafica	24
2.3 Robótica y su Aplicación Automotriz	24
2.3.a. Software de programación	29
<b>CAPITULO 3.</b> Experiencia Laboral	<b>30</b>
3.1 Problema Con Los Residuos Contaminantes De La Carcasa Del Faro De Centinela	30
3.2 Problema Con Los Paros De Mantenimiento Para Una Respuesta Más Eficiente y Rápida	32
3.3 Problema Con Ahorro De Energía En La Estación De Trabajo	34
3.4 Problema De Iniciación De Ciclo Con Optotouch	36
3.5 Problema De Seguridad Para EL Operario	37
3.6.Unidad De Mantenimiento Para Alimentación Del Aire Principal	39
3.7.Sistema De Seguridad Para La Jaula Del Robot	41
3.8. Dispensado De Vitro Pegamento Para Acoplar Las Partes De Ensamblado En El Robot Motoman	43
3.9. Torreta De Alarma Para Mantenimiento De Vitro Pegamento	45
3.10. Acumulador De Taras Para Producto Terminado	46

<b>CAPITULO 4. Desarrollo Experimental</b>	<b>48</b>
4.1 Robot Aplicador de Pegamento	48
4.2 Diseño Eléctrico	52
4.3 Construcción de La Pantalla Principal y sus Elementos	59
4.4 Construcción y Montaje del Sistema de Seguridad	62
4.5 Programación del Robot	76
4.6 Programación del Plc	77
<b>Conclusiones</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>90</b>
<b>Referencias</b>	<b>92</b>

<b>Lista De Figuras</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Faros de Centinelas	2
Figura 1.2. Modelos de Troqueles	3
Figura 2.1. Corriente que circula a través de un hilo conductor	6
Figura 2.2. Sensor de proximidad inductivo funcionamiento interno	6
Figura 2.3. Reactancia Inductiva	7
Figura 2.4. Estados de operación de un sensor inductivo	8
Figura 2.5. Construcción interna de un sensor capacitivo	9
Figura 2.6. Modelo de sensores capacitivos	9
Figura 2.7 Principio de Funcionamiento de sensor Magnético	10
Figura 2.8. Sensores Magnéticos	11
Figura 2.9. Sensores de proximidad Magnéticos	11
Figura 2.10. Diagrama básico de un sensor óptico	12
Figura 2.11. Tipos de Sensores ópticos	13
Figura 2.12. Esquema General de un sistema automatizado	14
Figura 2.13. Esquema de un sistema automatizado	14
Figura 2.14. Evolución histórica de los plc	15
Figura 2.15. Muestra de un plc marca siemens	17
Figura 2.16. Modulo de entradas y salidas analógicas	18
Figura 2.17. Esquema de los módulos	19
Figura 2.18. Software Step 7- Micro/win	20
Figura 2.19. Forma de Comunicación con la pc y el plc	21
Figura 2.20. Pino de configuración	21
Figura 2.21. Herramientas del software	22
Figura 2.22. Comunicación del plc	23
Figura 2.23. Forma de comunicación con el plc	23
Figura 2.24. HMI marca Siemens	24
Figura 2.25. Robot Motomán y Estructura mecánica	25
Figura 2.26. Partes de los elementos de un robot industrial	26
Figura 2.27. Identificación de un manipulador o robot	26
Figura 2.28. Partes del manipulador	27
Figura 2.29. Control del Robot	28
Figura 2.30. Brazo Robot Motoman	29
Figura 3.1. Pistola de Extracción de Aire Ionizado	30
Figura 3.2. Sensor y pistola que detecta la pieza a limpiar	31
Figura 3.3. Contenedor de Contaminantes	31
Figura 3.4. Torreta de Luces de la máquina	32
Figura 3.5. Lámpara de Luz Fluorescente de la Estación de Trabajo	34
Figura 3.6. Sensor Optotouch	36
Figura 3.7. Barreras de Seguridad	37
Figura 3.8. Unidad de Mantenimiento de Aire	40
Figura 3.9. Jaula Cerrada del Robot Motoman	41

Figura 3.10. Interlock de Seguridad de la Jaula del Robot Motoman	42
Figura 3.11. Muestra de los Dos Interlock de Seguridad	42
Figura 3.12. Gabinete del Dispensado de Vitro Pegamento	43
Figura 3.13. Torreta de Luces de Unidad de Mantenimiento	45
Figura 3.14. Acumulador para La estación de Trabajo Final	46
Figura 3.15. Acumulador de Producto Terminado	47
Figura 4.1. Muestra de faros de centinela, mica, bisel y base	48
Figura 4.2. Figura del robot Motoman	49
Figura 4.3. Control del Motoman	50
Figura 4.4. Dispensador de pegamento con líquido negro y blanco	51
Figura 4.5. Modulo Controlador de Dispensador de Pegamento	52
Figura 4.6. Modulo del plc s7- 200	53
Figura 4.7. Gabinete de Control	53
Figura 4.8. Rieldín	54
Figura 4.9. Uso de las canaletas en las platinas para los gabinetes de control	55
Figura 4.10. Parte superior y la parte central del gabinete	55
Figura 4.11. Parte Central del Gabinete de control PLC	56
Figura 4.12. Muestra la distribución de la parte central y la parte inferior del gabinete	56
Figura 4.13. Imagen de una Clemas sencilla	57
Figura 4.14. Interruptor General del gabinete de control	58
Figura 4.15. Gabinete del Robot Motoman	58
Figura 4.16. Muestra de clemas dobles	59
Figura 4.17. Gabinete de pantalla	59
Figura 4.18. Muestra interna del gabinete de pantalla	61
Figura 4.19. Cableado del Panel de pantalla	61
Figura 4.20. Pastillas de seguridad	62
Figura 4.21. Modulo de Seguridad	62
Figura 4.22. Modulo del Interlock	64
Figura 4.23. Barreras de seguridad puesta en la estación del robot	65
Figura 4.24. Barreras de seguridad	66
Figura 4.25. Herramientales del robot Izquierda y Derecha	67
Figura 4.26. Figura del optotouch	67
Figura 4.27. Muestra de un sensor óptico	68
Figura 4.28. Sensores Ópticos puestos en los herramientales	68
Figura 4.29. Rieles de movimientos de los herramientales	69
Figura 4.30. Sensor Magnético utilizado en los cilindros	69
Figura 4.31. Pistola de aire ionizado	70
Figura 4.32. Sensor infrarrojo	70
Figura 4.33. Muestra de diversos cableados utilizados en el gabinete	71
Figura 4.34. Sensor de Choque del robot	72
Figura 4.35. Imagen de electro- válvula del dispensado	73
Figura 4.36. Muestra del gabinete del dispensado	73

Figura 4.37. Muestra de ambas sustancias que realizan el pegamento	74
Figura 4.38. Modulo de Arranque Progresivo	74
Figura 4.39. Distribuidor de válvulas	75
Figura 4.40. Lámpara de la estación del robot	75
Figura 4.41. Modelo de la Lámpara Estancas	76
Figura 4.42. Muestra de un Grafcet	78
Figura 4.43. Nombres de Entradas y Salidas del Programa	79
Figura 4.44. Figura del grafcet de inicialización	80
Figura 4.45. Continuación del grafcet de inicialización	81
Figura 4.46. Programa de inicialización usando el Step-7	84
Figura 4.47. Grafcet en modo automático Primera parte	86
Figura 4.48. Grafcet en modo automático segunda parte	87
Figura 4.49. Grafcet en modo automático tercera parte	88
Figura 4.50. Finalización del Grafcet modo automático	88

<b>Lista De Diagramas</b>	<b>Pág.</b>
Diagrama 4.1. Circuito Eléctrico de las Medidas de Conexión Estandar	54
Diagrama 4.2. Circuito Eléctrico de Comunicación de la Pantalla con el PLC	60
Diagrama 4.3. Circuito Eléctrico de Conexión de Modulo de Seguridad	63
Diagrama 4.4. Circuito Eléctrico de Conexión de los Interlock	65
Diagrama 4.5. Circuito Eléctrico de Conexión de las barreras de Seguridad	66
Diagrama 4.6. Circuito Eléctrico de Conexión del Robot	72
Diagrama 4.7. Circuito Eléctrico de Señales de Entrada al PLC	80
Diagrama 4.8. Circuito Eléctrico de Señales digitales de Entrada del PLC	81
Diagrama 4.9. Circuito Eléctrico de Conexión de las Salidas del PLC	82
Diagrama 4.10. Circuito de Salida de Plc en la torreta de Luz	83

# CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO Y DESCRIPCION DE LA EMPRESA AICA

## *1.1 Planteamiento del Problema*

Hoy en día nuestra sociedad actual está en constante cambios evolutivos, un ejemplo claro es la industria automotriz. En esta, cada vez existen más demandas de producción con mejorías de las unidades móviles debido a los constantes cambios que se realizan en nuestra sociedad actual, tal es el caso de los sistemas de seguridad, sistemas de entretenimiento, sistemas de luminosidad, entre otros.

Anteriormente el cliente realizaba los ensamble de luces automotrices de manera manual, esto ocasionaba que la producción fuera demasiado lenta, a su vez que existieran muchos defectos de producción debido a los errores humanos que esto con lleva, sin contar el alto costo de producción por aumentar el número de trabajadores para solo un ensamble.

Se Propone en realizar **Una estación de trabajo para el ensamble de luces automotrices** en el que consta de un robot Motomán como parte elemental del proceso.

Con el fin de tener una mayor seguridad y calidad en su proceso pasando las pruebas de calidad y normas de producción. A fin de ofrecer al cliente final un producto tecnológico no probado hasta entonces.

Con un ahorro económico considerablemente por utilizar solo un operador para el ensamble de los faros de luces de centinelas automotrices.

## *1.2 Justificación de la necesidad de una automatización para una línea de ensamble de luces*

En la industria automotriz una línea de ensamble es una herramienta útil y eficaz ya que lo utilizan para producir más y con mejor calidad, debido a los nuevos régimen de control de calidad de Producción.

Por ello me vi en la necesidad de Implementar, diseñar, fabricar e instalar una línea de ensamble automotrices en la cual haga Faros de centinelas ya que los nuevos diseños del cliente ha permitido realizar nuevas mejorías en la producción que nos lleva a los diseños de luminosidad en faros de centinelas para las unidades móviles que se da hoy en día.

Esta línea de ensamble es implementada con un robot MOTOMAN.



Para los planteamientos se trabajó de la siguiente manera:

A partir del diseño mecánico, se comenzó con el diseño eléctrico. Este consiste en plantear e Implementar todos los elementos eléctricos y de control que serán necesarios para automatizar el proceso de pegado en los faros de centinelas.

Con esto se puso en práctica todo el conocimiento de ingeniería, para obtener satisfactoriamente una realización óptima del proyecto

### *1.3 Objetivo Principal*

Automatizar una estación de trabajo robotizada para producir en serie, unos faros de centinela de niebla automotriz, haciendo pasar los Estándares Altos de Control de Calidad como ISO/IEC- 17025:2005.

### Objetivo Específico

Implementar un Brazo industrial de la marca Motomán para realizar el sellado de la mica protectora y la carcasa del faro. Este Robot tiene la característica de ser un brazo fijo el cual tiene un control de mando denominado NX100 operado mediante un PLC marca SIEMENS.7

Aplicar conocimientos de Ingeniería para el diseño y construcción de una estación de trabajo para el ensamblado de 4 modelos de Faros de Centinelas Automotrices.

### *1.4 Alcance y Limitaciones*

Esta estación de Trabajo, se diseñó para que pueda realizar 4 modelos diferentes de faros de centinelas automotrices, tal como lo muestra la figura 1.1



**Figura 1.1.Faros de Centinelas**

Esto es gracias a la ingeniería mecánica, cuyo logro es debido al diseño, implementación y ensamblado de 2 troqueles mecánicos, es decir, son 4 bases diferentes una de la otra que soportan diferentes modelos Faros de Centinelas para la línea de ensamble.

Para cambiar de un modelo a otro, el operador tiene que remplazar de manera manual un troquel a otro, así mismo en la pantalla HMI oprime el modelo a trabajar y automáticamente el robot realizará la línea de ensamble, tal muestra la figura 1.2.



**Figura 1.2. Modelos de Troqueles**

#### Limitaciones

Sin embargo por las normativas de Producción de Calidad y por la ISO, Esta estación de Trabajo solo puede realizar 4 modelos de ensamble para una sola marca reconocida y no es permisible interaccionar de otras diferentes marcas y modelos.

#### *1.5 Aportación técnica*

Implementar una automatización en un proceso hasta antes manual. Integrar herramientas de software y hardware para un proceso de tipo automatizado. Reducir el tiempo del proceso permitiendo mayor capacidad de producción. Como logro técnico es la publicación del proceso en un congreso nacional.

#### *1.6 Descripción de Actividades*

El proyecto de AICA comenzó en el año del 2003 bajo el nombre de Grupo de Ingeniería Aplicada, Desarrollado en Sistemas electrónicos para proyectos de Instrumentación y Control científica. En el año del 2004 el campo tecnológico del grupo se extendió hasta desarrollar varios proyectos de investigación con aplicaciones ópticas.

En verano del 2005 en colaboración con el área de Industrial, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato (UTNG) se organizó el congreso de aplicaciones de ingeniería electrónica.

En el año del 2008 nace AICA como la empresa en Alta Ingeniería y Ciencia Aplicada, atendiendo necesidades de automatización y desarrollo de estaciones de prueba para la industria automotriz. El siguiente año AICA desarrolla exitosamente varios proyectos de automatización para laboratorios de prueba.

Para el 2010 AICA es acreditada por el CONACYT como una empresa de base tecnológica y forma por primera vez parte del Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENICYT). En este año AICA es incubada por el Centro de Innovación y Desarrollo de Empresas del Norte de Guanajuato (CIDENG).

En el 2011 AICA se consolida como una empresa de base tecnológica desarrollando proyectos de automatización, control e instrumentación para estaciones de prueba y líneas de ensamble para empresa del sector automotriz y de electrodomésticos.

En este 2012, AICA confirma su compromiso con el desarrollo social y la conservación del medio ambiente, mediante su participación en foros de Ingeniería como la ISA ExpoControl, MexEEdev Days y NI Days.

## CAPITULO 2. DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS IMPLEMENTADOS

### 2.1 Sensores

Actualmente en la industria de la automatización existen empresas encargadas de dedicarle tiempo y respuesta tecnológicas a las necesidades de crear nuevos elementos eléctricos y electrónicos para la aplicación en la industria, tales son las marcas como Banner, Balluff, Festo, Fenix Contact, entre otros.

Los sensores son unos de los elementos más importantes puesto que su cometido es la medición de las variables que intervienen en un proceso.

Un sensor es un dispositivo que responde a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico, etc, generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición. Normalmente, las señales obtenidas a partir de un sensor son de pequeña magnitud y necesitan ser tratadas convenientemente en los aspectos de amplificación y filtrado principalmente. [2.1]

#### 2.1.a Sensores inductivos

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo); contienen un devanado interno.

Su funcionamiento consiste en que si censa existe una incrementación de amplitud de señal esta es de manera vertical debido a que internamente tiene un núcleo de hierro y es por ello que censa solo metal.

La bobina del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Éstas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta. [2.3]

Consiste en un dispositivo conformado por:

Una bobina y un núcleo ferrita, un oscilador, un circuito detector (etapa de conmutador) y una salida de estado sólido.

El oscilador crea un campo de alta frecuencia de oscilación por el efecto electromagnético producido por la bobina en la parte frontal del sensor centrado con respecto al eje de la bobina. Así, el oscilador consume una corriente conocida.

El núcleo de ferrita concentra y dirige el campo electromagnético en la parte frontal, convirtiéndose en la superficie activa del sensor.

Cuando un objeto metálico interactúa con el campo de alta frecuencia, se inducen corrientes EDDY en la superficie activa. Esto genera una disminución de las líneas de fuerza en el circuito oscilador y, en consecuencia, desciende la amplitud de oscilación. [2.4]

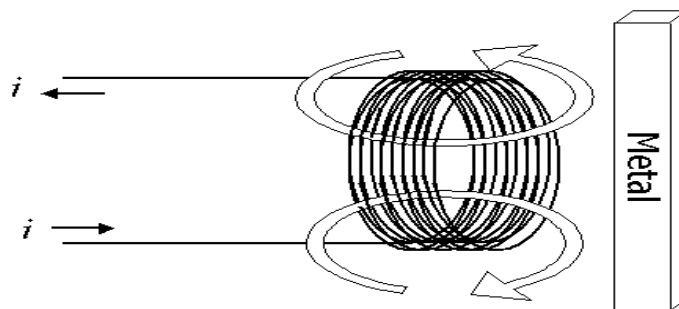
El circuito detector reconoce un cambio específico en la amplitud y genera una señal, la cual cambia (pilotea) la salida de estado sólido a "ON" u "OFF". Cuando se retira el objeto metálico del área de sensado, el oscilador genera el campo, permitiendo al sensor regresar a su estado normal.

Una corriente ( $i$ ) que circula a través de un hilo conductor, genera un campo magnético que está asociado a ella. Figura 2.1 [2.4]



**Figura 2.1. Corriente que circula a través de un hilo conductor**

También conocemos los sensores de proximidad inductivos en el cual contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, se genera un campo magnético, que tiene la dirección de las flechas en la figura 2.2. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.



**Figura 2.2. Sensor de proximidad inductivo funcionamiento interno**

La bobina del sensor inductivo induce corrientes en el material a detectar. Ésta, a su vez, genera un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma.

Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

La inductancia, es un valor intrínseco de las bobinas, que depende del diámetro de las espiras y el número de ellas. En sistemas de corriente alterna, la reactancia inductiva se opone al cambio del sentido de la corriente y se calcula de la siguiente manera: [2.4]

$$X_L = 2\pi fL$$

Donde:

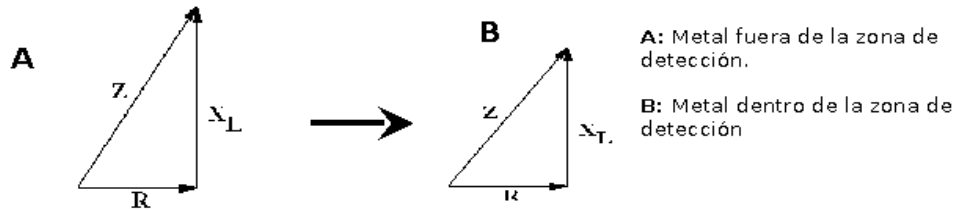
$X_L$  = Reactancia Inductiva medida en Ohms ( $\Omega$ )

$\pi$  = Constante Pi.

$f$  = Frecuencia del sistema medida en Hertz (Hz)

$L$  = Inductancia medida en Henrios (H)

Tal muestra la Figura 2.3.



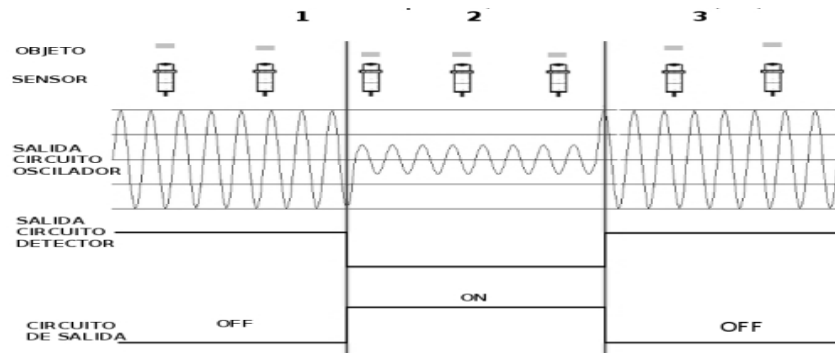
**Figura 2.3. Reactancia Inductiva**

Si el sensor tiene una configuración "Normalmente Abierta", éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre cuando el sensor tiene una configuración "Normalmente Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas en las cuales conocemos como: PLC, Relés, PC, etc.

El sensor inductivo lo conocemos por tres estados:

- ° Por Detección Ausente: Esta amplía la oscilación al máximo sobre el nivel de operación de tal manera que no hay salida está inactiva (off). Quiere decir que el sensor no está mandando una señal en el cual este captando algún material.
- ° Por Detección Acercándose a la zona de trabajo que se va a detectar: Se produce una transferencia de Energía, de tal forma que se detecta una disminución de amplitud de señal la cual es inferior de su nivel de operación.
- ° Por Detección cuando se retira de la zona de trabajo que va a detectar: Ya no existe transferencia de energía, en el circuito se detecta un incremento de oscilación, alcanza el nivel de operación haciendo apagar la señal (off).

Estos tres estados se muestran en la siguiente figura 2.4.



**Figura 2.4. Estados de operación de un sensor inductivo**

Estos tipos de Sensores inductivos su distancia de sensado se contempla en promedio de 40mm, en la actualidad los sensores de forma cilíndrico son los más utilizados cabe señalar que también hay del tipo chato y rectangular.

### *2.1.b Sensores Capacitivos*

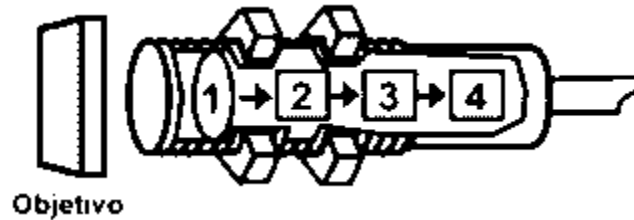
Un sensor capacitivo se utiliza para detectar objetos no metálicos cabe señalar que su capacidad de sensado no es mayor de 40mm su forma de trabajo consiste en los principios de un capacitor ya que internamente tiene un dieléctrico y es por ello que capta todo tipo de material como plástico, madera, entre otros excepto el metal.

Para trabajar con distancias superiores a los 40mm es preferible una detección con sensores ópticos o de barrera, ya que su capacidad de sensado es mucho más alta que la de los capacitivos como los inductivos.

El funcionamiento de un sensor capacitivo es muy similar a la de un capacitor simple, ya que el sensor hace una detección mediante un incremento de señal pero a diferencia del sensor inductivo este es de manera horizontal.

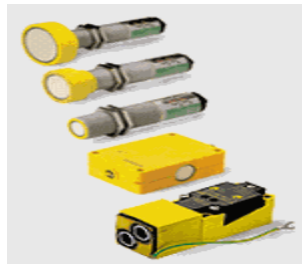
En la parte 1 de la figura 2.5, se muestra una lámina de metal en el extremo del sensor que está conectado eléctricamente a un oscilador como lo es la parte 2, el objeto que se detecta funciona como una segunda lámina. Cuando se aplica energía al sensor el oscilador percibe la capacitancia externa entre el objetivo y la lámina interna.

Los sensores capacitivos funcionan de manera opuesta a los inductivos, a medida que el objetivo se acerca al sensor capacitivo las oscilaciones aumentan hasta llegar a un nivel limite lo que activa el circuito disparador como muestra la parte 3 que a su vez cambia el estado del switch parte 4 como se muestra en la siguiente figura 2.5.



**Figura 2.5. Construcción interna de un sensor capacitivo**

A continuación se muestran diferentes modelos de sensores Capacitivos figura 2.6.



**Figura 2.6. Modelo de sensores capacitivos**

En la actualidad los sensores capacitivos tienen muchas aplicaciones en la cual los podemos encontrar en:

- ° Detección de prácticamente cualquier tipo de material.
- ° Se utilizan para controlar y verificar niveles, depósitos, tanques, cubetas.
- ° Se utilizan para medición de distancia.
- ° Para controlar bucle de entradas y salidas de máquinas.
- ° Entre otros



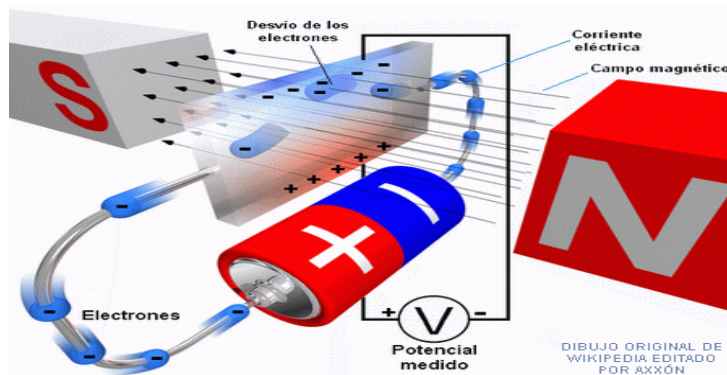
### 2.1.c Sensores Magnéticos

Una aplicación de los sensores magnéticos es la medición sobre corrientes en la parte motriz (detectando la intensidad del campo magnético que genera un conductor en la fuente de alimentación). También se podrán encontrar sensores magnéticos en la medición de movimientos, como el uso de detectores de "cero movimiento" y tacómetros basados en sensores por efecto Hall o pickups magnéticos. [2.2]

Su funcionamiento consiste en que internamente genera un campo magnético, es por ello que los podemos ver en cilindros en el cual nos censa una modalidad ya sea en modo de reposo o de trabajo debido a que el cambio de modo se debe al campo que se crea internamente en el cilindro.

Cuando por una placa metálica circula una corriente eléctrica y ésta se halla situada en un campo magnético perpendicular a la dirección de la corriente, se desarrolla en la placa un campo eléctrico transversal, es decir, perpendicular al sentido de la corriente. [2.2] Este campo, denominado Campo de Hall, es la resultante de fuerzas ejercidas por el campo magnético sobre las partículas de la corriente eléctrica, sean positivas o negativas.

Como se muestra en la figura 2.7.



**Figura 2.7 Principio de Funcionamiento de sensor Magnético**

Este fenómeno tiene dos consecuencias principales. La primera es que la acumulación de cargas en un lado de la placa, en el campo así creado, implica que el otro lado tiene una carga opuesta, creándose entonces una diferencia de potencial; la segunda es que la carga positiva posee un potencial superior al de la carga negativa. La medida del potencial permite, por tanto, determinar si se trata de un campo positivo o negativo.

En la mayor parte de los metales, la carga es negativa, pero en algunos metales como el hierro, el zinc, el berilio y el cadmio, es positiva, y en los semiconductores es positiva y negativa al mismo tiempo.

Hay una desigualdad entre los intercambios negativos y los positivos; también en este caso, la medida del potencial permite saber cuál domina, el positivo o el negativo.

Sus principales aplicaciones son en la industria del campo automotriz y cada día se va reemplazando de los sensores inductivos ya que los sensores magnéticos su señal ya está amplificada y condicionada, de modo que se utiliza más directo y fácil, cabe señalar que son económicos comparados a otros sensores. En la siguiente figura 2.8. Se muestra ejemplos de estos.



**Figura 2.8. Sensores Magnéticos**

Otros tipos de sensores son los de proximidad que también son familia de los sensores magnéticos estos se caracterizan por la posibilidad de censar a grandes distancias de la conmutación figura 2.9.



**Figura 2.9. Sensores de proximidad Magnéticos**

Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto.

Usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura.

Sus principales usos de los sensores magnéticos son implementados en:

- ° Detección de objetos a través del plástico container/pipes.
- ° Detección de objetos en medios agresivos a través de paredes protectoras de teflón.
- ° Detección de objetos en áreas de alta temperatura.
- ° Detección para localizar posiciones de los cilindros de carrera.

#### 2.1.d Sensores Ópticos

Un sensor óptico su funcionalidad se basa prácticamente en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta. Esta ha tenido una gran mejoría ya que se han utilizado la fibra óptica como elemento de transmisión de la luz como lo muestra la figura 2.10.



**Figura 2.10. Diagrama básico de un sensor óptico**

Existen diferentes técnicas ópticas que pueden aplicarse a la medida de diferentes parámetros. Podemos medir la atenuación-transmisión espectral de la luz al atravesar un determinado medio, lo que nos permitirá encontrar los elementos discretos presentes en ese medio y su concentración.

También pueden realizarse medidas de tipo interferométrico, en las que la propiedad de la radiación que sufre cambios debido al efecto externo es la fase, con lo que empleando otro haz luminoso de fase conocida como referencia, es posible determinar la magnitud de ese efecto externo.

Dependiendo del índice de refracción del medio en contacto con la capa más exterior, el acoplamiento entre los campos será más o menos intenso, o que se reflejará en la potencia luminosa que sale por el otro extremo de la fibra.

Una de las ventajas que nos brinda los sensores ópticos son:

- ° Tiene posibilidades de que se integre en sistemas más complejos.
- ° Es de Bajo costo y su tecnología es bien establecida.
- ° Tiene capacidad de conformar redes especiales de sensores para el control de parámetros en grandes superficies.

En la siguiente figura se muestran diferentes sensores ópticos figura 2.11.



**Figura 2.11. Tipos de Sensores ópticos**

## 2.2 PLC

Un plc se le conoce como controlador lógico programable su funcionalidad es la de una computadora en la cual podemos dar órdenes para que nos trabaje entradas y salidas deseadas.

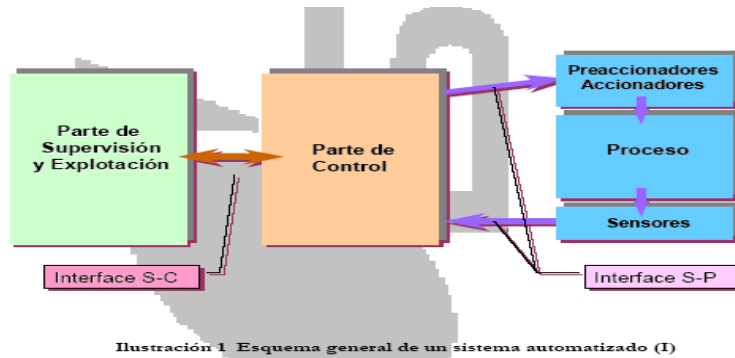
En el cual decimos que las entradas son sensores o pulsos de botones normalmente abiertos o cerrados y que salidas son válvulas de presión de aire, activación de pistones neumáticos, lámparas, etc.

En la actualidad existen diferentes marcas y modelos de plc SIEMENS.

Para el proyecto que se realizará se utiliza el plc marca siemens. Todo sistema está formado por tres partes claramente diferenciadas a saber:

- ° La parte operativa o el texto que se desea controlar
- ° La parte de control o controlador utilizado para gobernar la parte operativa de la manera deseada.
- ° La parte de supervisión y explotación del sistema que servirá de interfaz entre el operador y el sistema automatizado. Genéricamente a esta función se le conoce con el acrónimo HMI del inglés Human Machina Interfase o interfaz hombre máquina.

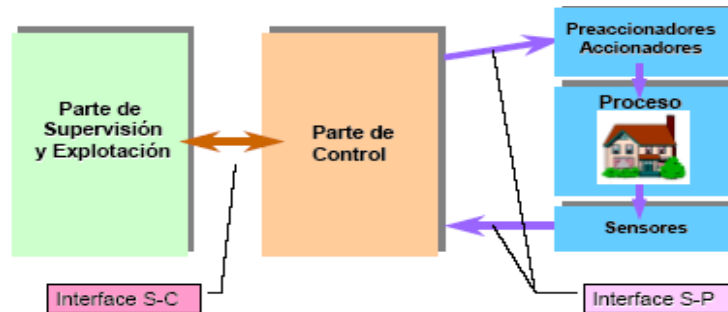
Para llevar a cabo el correcto intercambio de información entre las distintas partes que integran un sistema automatizado son necesarias una serie de interfaces o líneas de comunicación como lo muestra la figura 2.12.



**Figura 2.12. Esquema General de un sistema automatizado**

Cuando el sistema que se pretende automatizar en un proyecto de ingeniería o mejor dicho, los distintos sistemas que la forman, esta se convierte en un sistema automatizado con un esquema como el detallado anteriormente.

En este caso la parte operativa está integrada por los distintos componentes que forman las distintas instalaciones o sistemas (eliminación, luces, persianas, etc) susceptibles de ser controlados en una vivienda o edificio como lo muestra la figura 2.13.



**Figura 2.13. Esquema de un sistema automatizado**

En el ámbito extenso de la automatización de procesos existentes varios tipos de tecnologías para implementar la parte de control: lógica cableada, micro controladores, reguladores digitales, etc; sin embargo centrándose en el ámbito de la domótica e inótica, la tecnología más empleada es la basada en algún tipo de dispositivo electrónico programable, como por ejemplo, micro controladores, autómatas programables, etc.

A partir de mediados del siglo XX con la aparición de los transistores se ve la posibilidad de aplicados para sustituir a los relés electromagnéticos empleados de procesos hasta este momento.

La razón fundamental es la mayor frecuencia de conmutación de los transistores con respecto a los relés, lo cual permitirá incrementar fundamentalmente la velocidad de control, la fiabilidad y reducir el tamaño de los controladores.

Las características de los equipos de control basados en la tecnología electrónica siguen mejorando a medida que los transistores van evolucionando y convirtiéndose en más rápidos, fiables y pequeños.

A principios de la década de 1970 se produce una decisión en la evolución de estos equipos de control propiciada por la necesidad de adaptar los distintos sistemas de control a las peculiaridades de los procesos que debían controlar.

En la figura 2.14. Se encuentra la evolución de los plc.

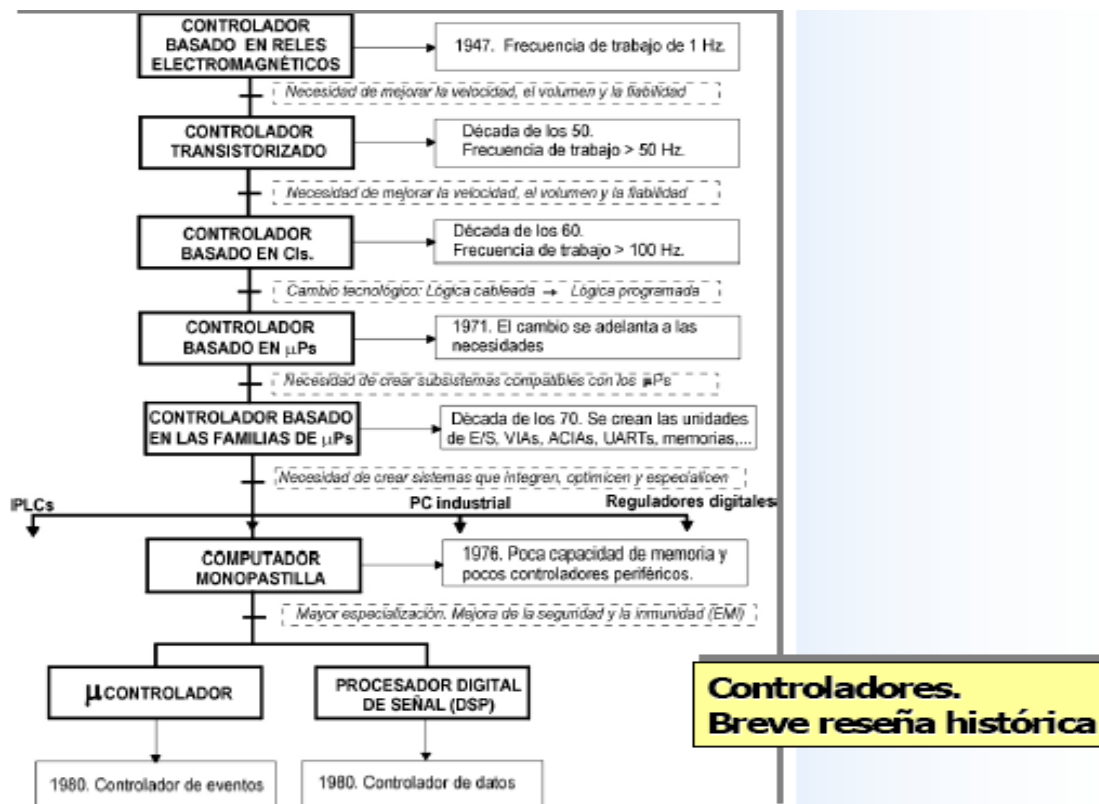


Figura 2.14. Evolución histórica de los plc

Así parecen:

° Los ordenadores (PC) de carácter individual. Varias son las características que les hacen ser más ventajosos frente a sus rivales, a saber : su gran capacidad de cálculo debían fundamentalmente a los potentes microprocesadores y la gran cantidad de memoria de trabajo que incluyen, su bajo costo derivado de su arquitectura estándar, su gran facilidad para la conexión con otros equipos y su escalabilidad.

° Los computadores mono pastilla se dividen en dos categorías bien conocidas: procesadores digitales de señal (DSP) y micro controladores. Aunque ambos exhiben características similares, de nuevo aparece esta división debido al tipo de aplicación a que son dedicados.

Los primeros son utilizados fundamentalmente en el campo de la instrumentación y en general en cualquier campo que requiera el tratamiento de señales eléctricas para su análisis o procesado. Los segundos son empleados en la electrónica de consumo y en el diseño de los equipos de control de los sistemas empotrados. Por sistema empotrado se conoce aquel sistema que aún ajustándose al esquema general de un sistema automatizado, su parte operativa y su parte de mando forma una unidad física indisoluble. Son ejemplos de este tipo de sistemas el control ABS de un vehículo, el control de una lavadora, un microondas, etc.

Los reguladores digitales. Este tipo de dispositivos están especialmente diseñados para llevar a cabo el control de procesos de tipo continuo, como por ejemplo los propios de la industria petroquímica, cementera, alimentación, etc. Este tipo de procesos son controlados mediante la ejecución de complejos algoritmos diseñados mediante las técnicas de la disciplina de la regulación automática. Estos algoritmos podrían perfectamente ser ejecutados por los PC industriales o los autómatas programables, y de hecho en nuestros días esto es así en la mayoría de los casos, pero en el momento en el que estos dispositivos fueron diseñados no estaban preparados para llevar a cabo este tipo de control y fue necesario diseñar los reguladores digitales a modo de dispositivos dedicados a esta tarea específica.

Un PLC (Programmable Logic Controller) o autómata programable según la definición del estándar internacional IEC 61131 que normaliza las características fundamentales de los mismos tanto en su parte hardware como software, es una máquina electrónica programable capaz de ejecutar un programa, o sea, un conjunto de instrucciones organizadas de una forma adecuada para solventar un problema dado, y diseñada para trabajar en un entorno industrial y por tanto hostil.

Las instrucciones disponibles para crear programas serán de una naturaleza tal que permitirán controlar procesos, por ejemplo funciones lógicas, operaciones aritméticas, de temporización, etc. Además el PLC estará diseñado de forma tal que la conexión del mismo con el proceso a controlar será rápida y sencilla por medio de entradas y salidas de tipo digital o analógico. [2.10]

El plc que se utilizo en el proyecto es marca siemens tal muestra la figura 2.15 el cual tiene 24 entradas y 16 salidas, este es alimentado con 24Vdc de corriente directa.



**Figura 2.15. Muestra de un plc marca siemens**

## 2.2.a Unidad Central de Procesamiento

La unidad central de procesamiento se encarga de procesar el programa que el usuario ha introducido.

La CPU toma, una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando, cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, esta vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

Para ello, dispone de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa.

Adicionalmente, en determinados modelos, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc...

También podemos disponer de los siguientes elementos:

- ° Unidad de alimentación (algunas CPU's la llevan incluida).
- ° Consola de programación: que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el Programa de usuario.



Tiende a desaparecer, debido a que la mayoría se programan a partir del PC mediante programas específicos facilitados por cada fabricante; o programados directamente desde el propio autómata.

° Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de Comunicación en red, etc...

° Interfaces: facilitan la comunicación del autómata con otros dispositivos (como un PC), autómatas, etc.

### 2.2.b Modulo de Entradas y Salidas discretas

Este tipo de modulo permite leer valores de sensores digitales del proceso y enviar ordenes hacia los componentes del proceso empleando como adaptadores de señal a los preaccionadores y accionadores.

Todas estas señales serán de formato de todo/nada, es decir, que permitirían intercambiar información que reprenda dos únicos posibles estados: presente y no presente.

Es decir, para el caso de los sensores esta información indicara la existencia de un evento físico o no del proceso respectivamente. Y para el caso de los actuadores codificará la orden de actuar o no actuar respectivamente.

Como se muestra en la figura 2.16. Donde se muestra un modulo de entradas y salidas analógicas.



**Figura 2.16. Modulo de entradas y salidas analógicas**

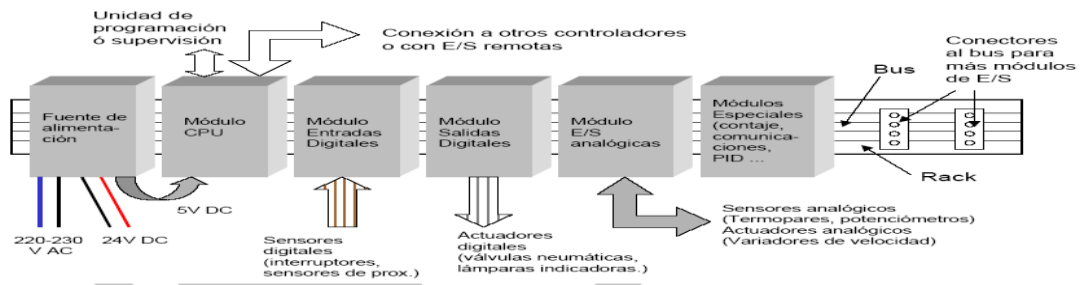
Las señales todo/nada limitan en cierta medida la cantidad de información que el PLC recibe y envía al proceso. Si para una magnitud física del proceso se desea poder conocer desde el PLC todos sus posibles estados o valores entonces es necesario emplear un módulo de entradas analógicas.

Este módulo estará formado internamente entre otras cosas por un convertor analógico digital (A/D) que transformara el valor de la magnitud física en cada momento en un número el cual será almacenado en la memoria de entradas analógicas del PLC para su posterior uso desde el programa de control. Si por el contrario el PLC desea enviar una orden mucho más rica en matices que un simple todo/nada (actuar/ no actuar).

Es decir, se desea que sobre el proceso se lleve a cabo una acción proporcional como por ejemplo que la apertura de una válvula de agua sea intermedia para dejar pasar un determinado caudal, entonces será necesario emplear un módulo de salidas analógicas.

Este tipo de módulos contiene internamente un convertor digital analógico (D/A) el cual transformara un valor numérico depositado por el programa de control en una posición de la memoria de salidas analógicas del PLC, en una corriente eléctrica proporcional (comprendida dentro de unos límites determinados) la cual será empleada para llevar a cabo la acción sobre el proceso,

Como se muestra en la figura 2.17.



**Figura 2.17. Esquema de los módulos**

### 2.2.c Software de programación

El software de programación es un programa que se instala en la pc, en el cual nos brinda una herramienta para poder mandar instrucciones de lo que queremos que haga el plc y decir que podemos activar n entradas para asi poder activar n salidas.

Cabe señalar que cada marca de plc trae su propio software de programación así como su propio interfaz de comunicación.

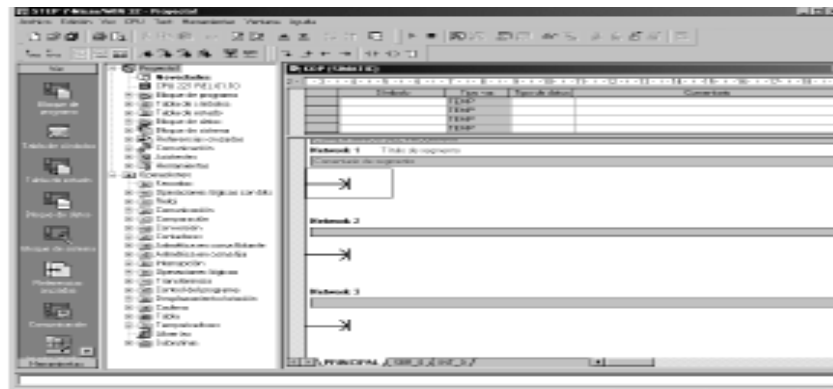
Para el proyecto a realizar, el software que se utilizo para programar el plc de la familia SIEMENS es el programa STEP 7- Micro/WIN este consiste en su forma de operación y requerimientos de hardware tal es el caso que debe tener un sistema operativo tipo:

- ° Microsoft Windows 2000 Service Pack 3 o posterior, Windows XP Home o Windows XP Professional.
- ° Un ordenador personal (PC) que funcione con uno de los sistemas operativos indicados arriba. Para más información, consulte las especificaciones de Microsoft.
- ° 350 MB libres en el disco duro (como mínimo).
- ° Utilice una fuente pequeña y una resolución de pantalla de 1024x768 píxeles como mínimo.
- ° Cualquier ratón soportado por Microsoft Windows

Para poder comunicarse con la CPU S7-200 necesitará se necesita uno de los equipos siguientes:

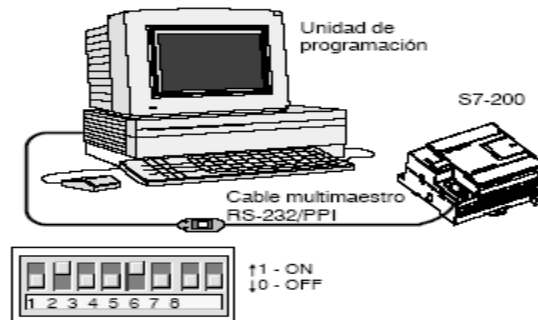
- 1.- Un cable PC/PPI conectado al puerto USB del PC.
- 2.- Un cable PC/PPI conectado al puerto serie de comunicación del PC (COM1 o COM2).
- 3.- Un procesador de comunicaciones (CP) y un cable de interface multipunto (MPI).
- 4.- Un módulo Módem EM241.
- 5.- Un módulo de ampliación Ethernet CP243 -1 o Internet CP243-1 IT.

Tal se muestra en la siguiente figura 2.18.



**Figura 2.18. Software Step 7- Micro/win**

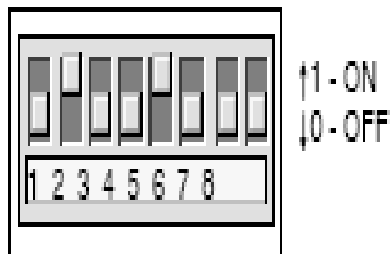
Para trabajar con el plc utilizando el software primero tenemos que comunicarnos con el plc y la pc tenemos que usar el cable conocido como multi maestro RS-232/PPI como se muestra en la figura 2.19.



**Figura 2.19. Forma de Comunicación con la pc y el plc**

Para poder conectar el cable se realiza de la siguiente manera:

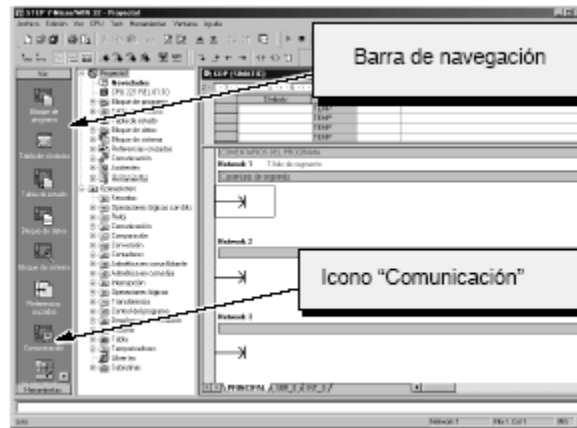
- ° Una el conector RS-232 (identificado con "PC") del cable multimaestro RS-232/PPI al puerto de comunicación de la unidad de programación.
- ° Una el conector RS-485 (identificado con "PPI") del cable multimaestro RS-232/PPI al puerto 0 ó 1 del S7-200.
- ° Vigile que los interruptores DIP del cable multi maestro RS-232/PPI estén configurados de la siguiente manera, tal muestra la Figura 2.20.



**Figura 2.20. Pino de configuración**

Ya trabajado el cable RS-232 procedemos a inicializar el proyecto utilizando el software STEP 7-Micro/WIN

Hacer clic en el icono de STEP 7-Micro/WIN para abrir un nuevo Proyecto como lo muestra la figura 2.21.



**Figura 2.21. Herramientas del software**

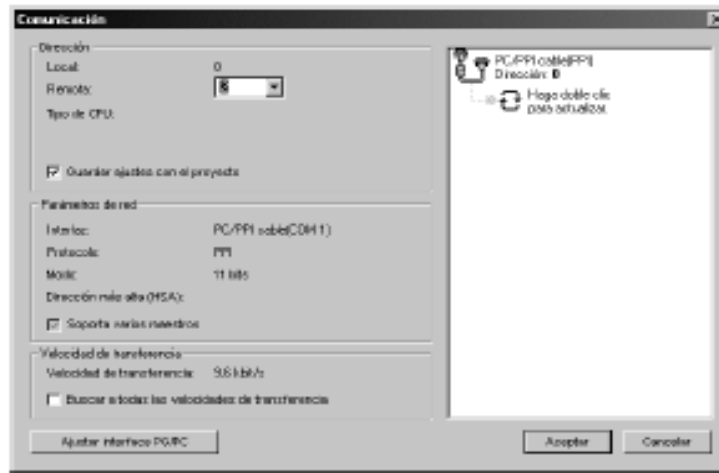
Aprecie la barra de navegación. Puede utilizar los iconos de la barra de navegación para abrir los elementos del proyecto de STEP 7-Micro/WIN.

En la barra de navegación, haga clic en el icono “Comunicación” para abrir el cuadro de diálogo correspondiente. Utilice este cuadro de diálogo para configurar la comunicación de STEP 7-Micro/WIN.

Procedemos a verificar los parámetros de comunicación de la siguiente manera:

1. Vigile que la dirección del cable PC/PPI esté ajustada a 0 en el Cuadro de diálogo “Comunicación”.
2. Vigile que la interfaz del parámetro de red esté configurada para el Cable PC/PPI (COM1).
3. Vigile que la velocidad de transferencia esté ajustada a 9,6 kbit/s.

Véase en la figura 2.22. La cual mostramos la forma de comunicación

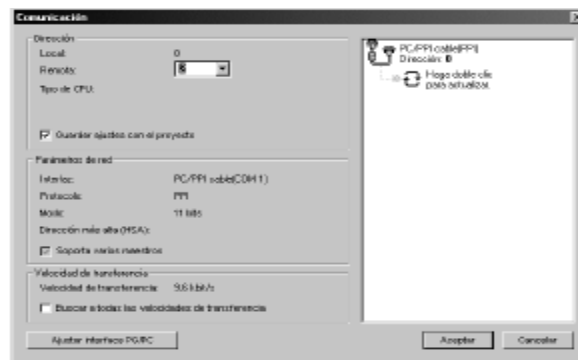


**Figura 2.22. Comunicación del plc**

Ahora ya podemos establecer la comunicación de la siguiente manera:

1. En el cuadro de diálogo “Comunicación”, haga doble clic en el icono “Actualizar”. STEP 7-Micro/WIN buscará el S7-200 y visualizará un icono “CPU” correspondiente a la CPU S7-200 conectada.
2. Seleccione el S7-200 y haga clic en “Aceptar”. Si STEP 7-Micro/WIN no encuentra el S7-200, verifique los parámetros de comunicación y repita los pasos descritos arriba.

Como muestra la figura 2.23.



**Figura 2.23. Forma de comunicación con el plc**

Si fue exitosa la comunicación por el puerto se aparecerá un dibujo en nuestra pantalla de un plc donde nos dice las características de esta si no hay éxito aparecerá error inmediatamente sería conveniente si sucediera esto revisar el puerto de comunicación, como es el RS- 232 o el puerto del plc.

#### 2.2.d Interfaz Grafica

Se dice interfaz humano maquina o HMI al panel de visualización en el cual nos muestra texto o imagen en un LCD, esto depende del modelo y sus características.

La interfaz que se utilizo para el proyecto es la de de marca siemens de touch tal muestra la figura 2.24.



**Figura 2.24. HMI marca Siemens**

Para más información sobre los visualizadores de textos, consulte el Manual del visualizador de textos SIMATIC en el CD de documentación de STEP 7--Micro/WIN.

#### 2.3 Robótica y su Aplicación Automotriz

Cada vez es mayor la necesidad de aumentar la productividad y conseguir productos acabados de una calidad uniforme esto lleva a la industria a que gire cada vez más hacia una automatización basada en computadoras.

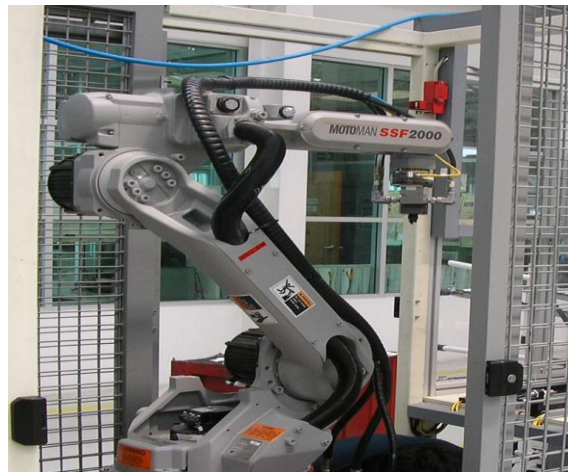
Generalmente el alto costo de estas máquinas, a menudo llamadas sistemas de automatización duros, llevó a un interés creciente en el uso de robots capaces de efectuar una variedad de funciones de fabricación en un entorno de trabajo más flexible y a un menor costo de producción.

Un robot es un dispositivo de manipulación reprogramable y multifuncional, diseñado para mover diversos tipos de materiales, piezas, herramientas o dispositivos especializados, mediante movimientos programados variables, con el fin de que sea capaz de realizar una cierta variedad de tareas.[2.15]

Es una unión de un software y un hardware. El software es el alma, es la inteligencia que hay detrás del mecanismo, y es ésta inteligencia la que diferencia a un robot de otras formas de automatización; lo conocemos como el programa en el cual se va a utilizar para asignarle tareas que queremos que realice el robot en un momento dado,

El hardware es el cuerpo en el cual son las instrucciones que se le da al robot con un lenguaje de programación dado para que este desarrolle dichas tareas.

Un robot industrial está formado por una estructura mecánica, transmisiones, actuadores, sensores, elementos terminales y controladores, tal muestra la figura 2.25.



**Figura 2.25. Robot Motomán y Estructura mecánica**

Los elementos que forman parte de la totalidad de los robots industriales se les llama Manipulador, controlador, Dispositivos De Entrada y Salida de Datos así como Dispositivos Especiales.



Tal como muestra la figura 2.26.



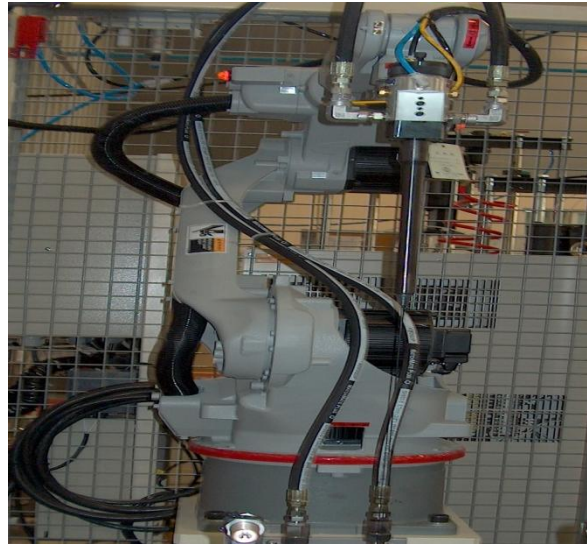
**Figura 2.26. Partes de los elementos de un robot industrial**

El manipulador mecánicamente, es el componente principal, ya que está formado por una serie de elementos estructurales o lo podemos conocer como eslabones que están unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos; es el robot en la cual le damos tarea para que realice. Un ejemplo es la figura 2.27.



**Figura 2.27. Identificación de un manipulador o robot**

Las partes que conforman el manipulador también se les conocen como cuerpo, brazo, muñeca y actuador final. A este último se le conoce habitualmente como aprehensor, o garra, pinza o gripper. Como se muestra en la figura 2.28.



**Figura 2.28. Partes del manipulador**

El controlador como su nombre indica, es el que regula cada uno de los movimientos del manipulador, las acciones, cálculos y procesamiento de la información.

Este recibe y envía señales a otras máquinas-herramientas (por medio de señales de entrada/salida) y almacena programas.

Existen varios grados de control que son función del tipo de parámetros que se regulan, lo que da lugar a los siguientes tipos de controladores:

- ° De posición: el controlador interviene únicamente en el control de la posición del elemento terminal;
- ° Cinemático: en este caso el control se realiza sobre la posición y la velocidad;
- ° Dinámico: además de regular la velocidad y la posición, controla las propiedades dinámicas del manipulador y de los elementos asociados a él;
- ° Adaptativo: engloba todas las regulaciones anteriores y, además, se ocupa de controlar la variación de las características del manipulador al variar la posición

Otra clasificación de control es la que distingue entre control en bucle abierto y control en bucle cerrado. El control en bucle abierto da lugar a muchos errores, y aunque es más simple y económico que el control en bucle cerrado, no se admite en aplicaciones industriales en las que la exactitud es una cualidad imprescindible.

La inmensa mayoría de los robots que hoy día se utilizan con fines industriales se controlan mediante un proceso en bucle cerrado, es decir, mediante un bucle de realimentación. Este control se lleva a cabo con el uso de un sensor de la posición real del elemento terminal del manipulador.

La información recibida desde el sensor se compara con el valor inicial deseado y se actúa en función del error obtenido de forma tal que la posición real del brazo coincida con la que se había establecido inicialmente.

Los dispositivos de entradas y salidas más comunes son: teclado, monitor y caja de comandos (teach pendant).

Los dispositivos de entrada y salida permiten introducir y, a su vez, ver los datos del controlador. Para mandar instrucciones al controlador y para dar de alta programas de control, comúnmente se utiliza una computadora adicional. Es necesario aclarar que algunos robots únicamente poseen uno de estos componentes. En estos casos, uno de los componentes de entrada y salida permite la realización de todas las funciones.

Se pueden utilizar estas tarjetas para comunicar al robot, por ejemplo, con las máquinas de control numérico (torno). Estas tarjetas se componen de relevadores, los cuales mandan señales eléctricas que después son interpretadas en un programa de control.

Estas señales nos permiten controlar cuándo debe entrar el robot a cargar una pieza a la máquina, cuando deben empezar a funcionar la máquina o el robot, etc.

Como se muestra la figura 2.29.



**Figura 2.29. Control del Robot**

### 2.3.a. Software de programación

El método más común de programar un robot para que realice una nueva tarea es usar un control de aprendizaje. El control de aprendizaje es un mando de control manual que permite a un operador mover las distintas partes de un robot. Cada fabricante de robots tiene un tipo diferente de control de aprendizaje.

El control de aprendizaje no está unido directamente al robot, sino por medio del control principal de la computadora del robot.

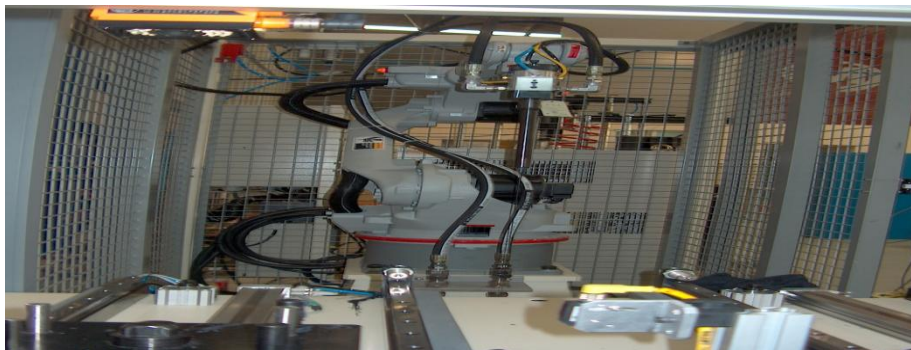
Un lenguaje de control robótico es un lenguaje informático diseñado específicamente para controlar un robot. Además de contener las órdenes normales, tales como el control de bucles y las sentencias condicionantes, un lenguaje de control robótico incluye además ordenes para el control de los movimientos del robot.

Es justamente este control del movimiento lo que separa el lenguaje de control robótico de todo el resto del lenguaje de programación. Un lenguaje de control robótico contiene una base de datos incorporada con información espacial sobre cada uno de los movimientos que debe hacer el robot.

Es importante entender que el lenguaje de control robótico no está diseñado para reemplazar al control de aprendizaje, sino más bien para complementarlo. Por tanto, un lenguaje de control robótico debe mantener una relación estrecha con el control de aprendizaje.

En los robots Motoman se aplica la siguiente programación la tarea que se le da es realizar un circunferencia con esto nos servirá para aplicar el pegamento a los faros de centinelas y con esto colocar la mica del faro. Este software del robot Motoman es el inform- 3.

A continuación se muestra Imagen sobre el robot Motoman figura 2.30.



**Figura 2.30. Brazo Robot Motoman**

## CAPITULO 3. EXPERIENCIA LABORAL



Reporte de Bitácora 09/marzo/2008

### 3.1. PROBLEMA CON LOS RESIDUOS CONTAMINANTES DE LA CARCASA DEL FARO DE CENTINELA.

#### **Problema:**

Se tuvo un problema de residuos contaminantes en la carcasa principal, en el cual las piezas vienen con polvo e incluso con otros contaminantes que puede afectar considerablemente la producción debido a las normas y estándares de calidad exigentes de hoy en día.

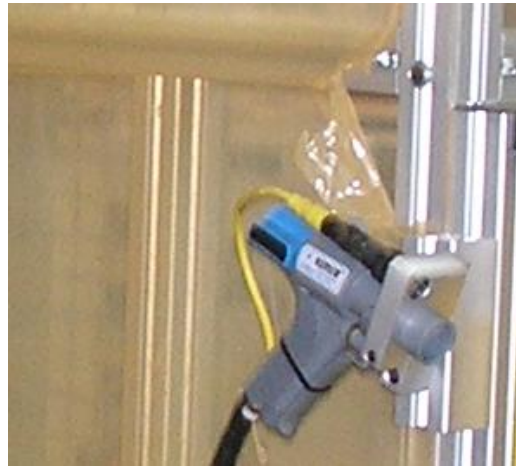
#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

Se realizó dos pistolas de extracción de aire caliente ionizado como lo muestra la figura 3.1.



**Figura 3.1. Pistola de Extracción de Aire Ionizado**

Estas pistolas, tienen como objetivo principal de extraer todo los residuos tóxicos del producto antes de operarla al robot, su función consiste en un sensor capacitivo alimentado a 24 Vcd, que se encuentra alojado en la parte superior de la pistola, esta detecta la pieza y mediante un relevador de 24 vcd conmuta y esta activa una válvula para que inyecte una cantidad de presión de aire para la limpieza de la misma, aclarando que este sistema no entra al plc es decir es independiente, tal muestra la figura 3.2.



**Figura 3.2. Sensor y pistola que detecta la pieza a limpiar**

La materia contaminante se guarda en unos contenedores de tal forma que no se manche nuevamente el producto como lo muestra la figura 3.3. Asi mismo se muestra las válvulas de conexión para el vacío de aire.



**Figura 3.3. Contenedor de Contaminantes**

### 3.2. PROBLEMA CON LOS PAROS DE MANTENIMIENTO PARA UNA RESPUESTA MÁS EFICIENTE Y RAPIDA.

#### **Problema:**

Esta estación de trabajo opera las 24 horas del día los 365 días del año, por lo que se tiene que implementar programas de mantenimiento rápidos y eficientes para que durante el cambio de turno de cada jornada de los operarios, las cuadrillas de mantenimiento puedan trabajar sobre su mantenimiento predictivo y preventivo de las estaciones de trabajo.

Debido al exceso de trabajo de producción se ha tenido constantes problemas en Área de mantenimiento para darles servicio a las máquinas, ya que por cada línea de producción pueden existir más de 10 máquinas operando a la misma vez, y en una jornada de trabajo pueden estar produciendo más de diez líneas, lo que ocasiona un exceso de trabajo para las cuadrillas de mantenimiento que por reducción de costos de personal son de 4 técnicos de mantenimiento por jornada. Por lo que se necesita un programa de mantenimiento predictivo y preventivo.

#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se realizó una torreta de luces de señalización de mantenimiento con tres colores en el cual tiene como objetivo identificar, las fallas que pueda tener la máquina y así programar su mantenimiento predictivo antes de un correctivo.*

Esta torreta de luces es para el área de mantenimiento, ya que tanto el operador como a las cuadrillas podrán saber que logística se encuentra la máquina, tal muestra la figura 3.4.



**Figura 3.4. Torreta de Luces de la máquina**

Esta torreta se ubica en la parte alta de la máquina para que mediante los colores verde, que significa que está al 100% y operando, el color amarillo, que necesita mantenimiento en su próxima jornada o turno sin verse afectada o el color rojo, que hubo un problema y tendrá que ser reparada inmediatamente por la unidad de mantenimiento que casi siempre se maneja por cuadrillas de turnos.

Así con esta implementación y en comunicación por Red Ethernet podemos saber y programar los paros de mantenimiento del robot para que trabaje al 100% y con una eficiencia exacta.

Reduciendo los Gastos de mantenimientos Correctivos y a su vez teniendo menos tiempos de paros muertos por mantenimiento, con esto logramos una alta eficiencia de producción ya que como sabemos el tiempo muerto de NO PRODUCIR ES PERDIDA PARA LA EMPRESA.



Reporte de Bitácora 03/Mayo/2008

### 3.3. PROBLEMA CON AHORRO DE ENERGIA EN LA ESTACION DE TRABAJO.

#### **Problema:**

Hoy en día uno de los problemas que se tiene y no solo en las fábricas de producción si no que en todo el mundo es el consumo de energía de luz.

Debido a las tarifas altas de CFE, por las demandas que se tiene en la producción diaria, las jornadas son muy largas las luces se mantienen encendidas todo el día en áreas de producción, por lo que el consumo de energía es notablemente alto debido a que las máquinas PERMANENCEN ENCENDIDAS LAS 24 HORAS DEL DIA, asi como la luz de las instalaciones de procesos ya que el operador necesita ver lo que ensambla durante la jornada de trabajo.

#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se Modifico dos lámparas fluorecentes de 2\*65 watts Vca, de tal forma que solo en el turno de noche estén encendidas con una intensidad de luxes permitidas por los estándares de calidad que hay en la actualidad, tal muestra la figura 3.5.*



**Figura 3.5. Lámpara de Luz Fluorecente de la Estación de Trabajo**

Con esto logramos que las luces de pasillos y de otras áreas están apagadas y el operador puede trabajar su turno de noche sin ningún problema por lo que la máquina tiene sus propias luces fluorescentes independientes.

### 3.4. PROBLEMA DE INICIACION DE CICLO CON OPTOTOUCH.

**Problema:**

Todo proceso Industrial tiene un inicio de ciclo de operación, este empieza presionando un boton para arranque del proceso. Se detecto que en ocasiones la máquina llega a entrar en ciclo pero por errores de operación humano, ya que accidentalmente presionan el boton y el robot dispensa vitro pegamento sin estar listo, ocasionando un grave problema con la producción de línea, haciendo que no se logren los estándares de calidad debido al mal ensamble de la carcasa del faro de centinela.

**Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se modifico un sensor optotouch, este sensor es de alimentación de 24 Vcd y se utiliza como señal de entrada digital al plc.*

*Su Funcionamiento consiste en que el operador inserta el dedo dentro de ella, el plc detecta el pulso de señal haciendo que entre un ciclo de operación, sin ningún error humano, tal muestra la figura 3.6.*



**Figura 3.6. Sensor Optotouch**

Con esto aseguramos que la Estación de Trabajo no se accione accidentalmente tanto por el operador como por defecto mecánico, ya que el sensor esta en comunicación de ciclo principal, es decir sin esta pieza la máquina PRENDE PERO NO FUNCIONA.

### 3.5. PROBLEMA DE SEGURIDAD PARA EL OPERARIO

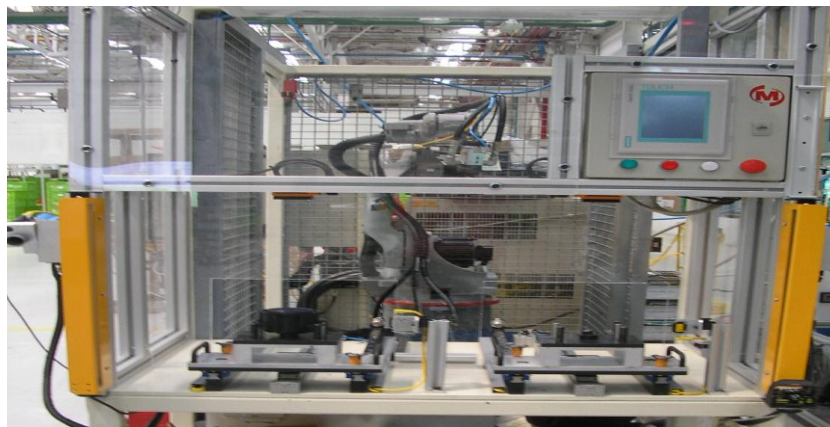
**Problema:**

En la Rama de la Seguridad Industrial constantemente se dan cursos de capacitación dentro de las fábricas maquiladoras debido a los riesgos latentes por el ser humano. Durante el turno de noche se tuvo un accidente Prudencial en el cual el operador inserta mal la carcasa y le da ciclo sin darse cuenta, cuando el reacciona por desesperación y error humano mete la mano y el robot como está operando y en ciclo le aplica vitro pegamento caliente al operario ocasionando quemaduras de segundo grado.

Lamentablemente como este y muchos otros accidentes más fuertes suceden día a día.

**Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se hizo 2 barreras de seguridad identificado en color amarillo marca Balluff, como lo muestra la figura 3.7.*



**Figura 3.7. Barreras de Seguridad**

Estas barreras de seguridad están calibradas para que si por algún motivo el operador se interpone en ellas, el robo Motoman se desactive completamente, haciendo que sea segura la estación de trabajo.

Para que entre a ciclo nuevamente el operador tendrá que reiniciar la falla de sistema de seguridad que indicara en la pantalla HMI de la máquina, el robot Motoman tendrá que irse a home y volver a iniciar ciclo cuando el operador inserte el dedo en el optotouch.

Esta aplicación alentaré el proceso de producción debido al reinicio de ciclo de la falla, sin embargo es importante resolver este problema para que no se tenga accidente alguno durante las horas de trabajo.

Incluso esta aplicación se ha implementado en otras estaciones de trabajo, ya que son los mismo problemas de error humano por los operarios sea por fatiga o cansancio, que pueda suceder en una jornada Laboral.

Reporte de Bitácora 22/Agosto/2008

### 3.6. UNIDAD DE MANTENIMIENTO PARA ALIMENTACION DEL AIRE PRINCIPAL.

**Problema:**

Hoy en día en la automatización es importante el sistema neumático, sistema basado en el aire.

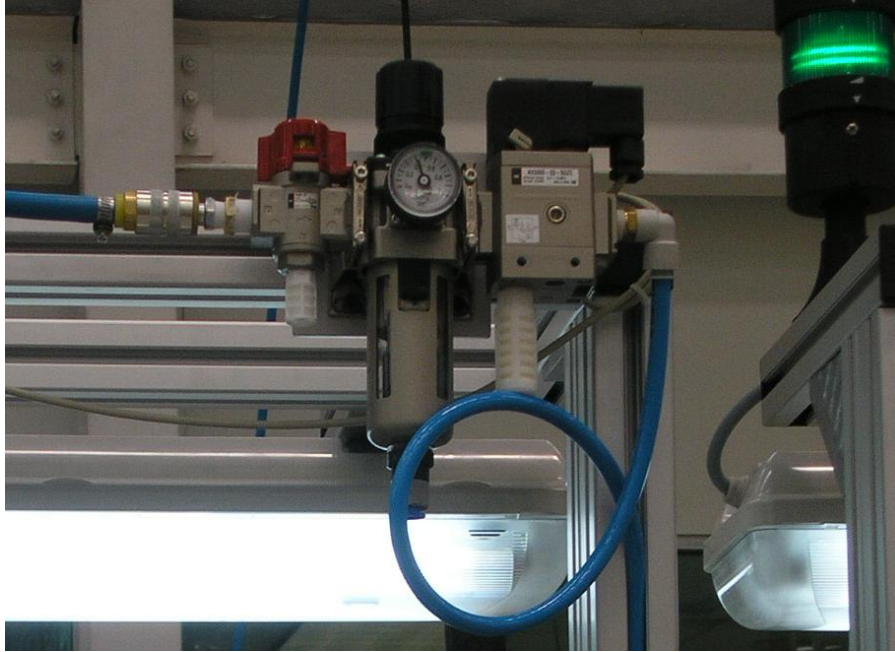
En la rama de la ingeniería industrial su aplicación principal es para mover piezas mecánicas con el objetivo de realizar movimientos.

Uno de los problemas que se tuvo en turno fue fundamentalmente el descontrol de aire en exceso de presión a todas las piezas mecánicas y contaminación por agua en las tuberías de entrada de aire y desfogue de salida, ocasionando gravemente la oxidación de herramientas mecánicas, por lo que se procedió a fabricar otros nuevos pero antes resolver ese problema.

**Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se realizó una unidad de mantenimiento marca FESTO controlada por una electroválvula de 24 VDC para que si en algún momento existiera un fallo en la estación de trabajo, al oprimir el paro de emergencia se obstruye todo el aire para que las piezas mecánicas, herramientas y mas no estén operando cuando no se debe.*

*Como una manera de seguridad se implementa esta unidad de mantenimiento tal muestra la figura 3.8.*



**Figura 3.8.Unidad de Mantenimiento de Aire**

Esta Unidad de aire es regulada a 180 psi y cuenta con unidad de mantenimiento de aceite sintético para que lubrique las partes de los rieles mecánicos, así como todas las partes mecánicas y troqueles donde pase el flujo de aire, con esto logramos que todos los sistemas mecánicos funcionen a la perfección y se reduzca notablemente el paro de mantenimiento correctivo por oxidación de herramientas mejorando así la eficiencia de la máquina, sumando como una mejora más de mantenimiento predictivo.

Reporte de Bitácora 06/Septiembre/2008

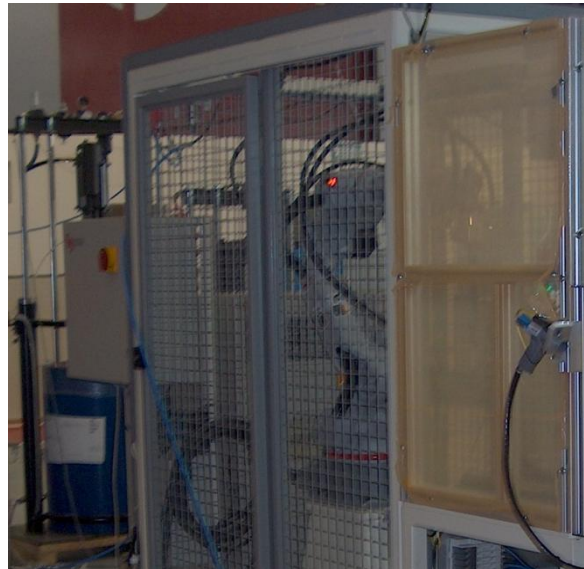
### 3.7. SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA JAULA DEL ROBOT.

**Problema:**

En la actualidad los robots industriales vienen montados en una base metálica de operación, conocida como jaula cerrada, pero sin seguridad debido a los altos costos de control de ingeniería.

Dependiendo al trabajo y aplicación de dicho robot estas jaulas varían sus diseños y dimensiones.

Uno de los problemas que se tuvo con el robot al momento de darle mantenimiento predictivo fue que el robot Motomán seguía prendido, esperando ciclo para que iniciara su proceso de operación, mientras que la jaula estaba abierta por lo que fue un peligro latente para el técnico de mantenimiento de turno, tal muestra la figura 3.9.



**Figura 3.9. Jaula Cerrada del Robot Motoman**



### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se hizo DOS INTERCLOCK DE SEGURIDAD para la jaula del robot. Esta implementación es mientras esté abierta la jaula del robot, el interlock manda un pulso de señal al control del robot para que se apague completamente, asegurando la integridad del técnico de mantenimiento en turno cuando esté dando mantenimiento predictivo al robot, como se muestra en la figura 3.10.*



**Figura 3.10. Interlock de Seguridad de la Jaula del Robot Motoman**

Por una mejor respuesta al mantenimiento se hicieron dos puertas corredizas en la jaula del robot por lo que se instalaron dos interlock de seguridad, tal muestra la figura 3.14, con ello aseguramos que durante el mantenimiento predictivo del robot Motomán, esté completamente apagado por lo que no afecta al proceso de producción ya que siempre se hace al final de un turno de jornada de trabajo.



**Figura 3.11. Muestra de los Dos Interlock de Seguridad**

Al final del mantenimiento el técnico en turno tiene que cerrar ambas puertas corredizas de la jaula para que el interlock se desactive ya que actúa como una señal del plc normalmente cerrado, es decir cuando se abre una puerta el interlock manda una señal normalmente abierta por lo que manda a apagar al robot Motomán.

Reporte de Bitácora 02/Octubre/2008

### 3.8. DISPENSADO DE VITRO PEGAMENTO PARA ACOPLAR LAS PARTES DE ENSAMBLADO EN EL ROBOT MOTOMAN.

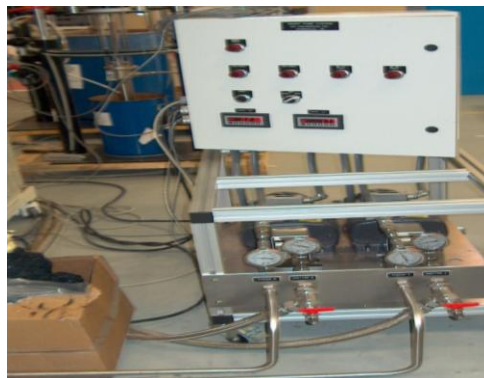
#### **Problema:**

La estación de Trabajo necesita dos sustancias para realizar la mezcla necesaria en aplicar vitro pegamento a las partes de los faros.

Se tuvo una problemática, en que al momento de aplicar vitro- pegamento a la carcasa como al vicel, esta quedaba con demasiados residuos en el exterior ocasionando que la máquina no aplique correctamente el pegamento, esto debido a que son dos sustancias una que los llamaremos color blanco y otra en color negro, o en su caso reportaba mantenimiento que no existía la suficiente fuerza en presión para que llegara el vitro pegamento al momento de inyectarlo, ocasionando que la boquilla quedara obstruida en el proceso de ensamble.

#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se realizo un nuevo gabinete de control externo al robot en el cual tiene la mejora de bombear el vitro pegamento con más eficiencia asi como suficiente presión de flujo a la boquilla principal del robot, tal muestra la figura 3.12.*



**Figura 3.12. Gabinete del Dispensado de Vitro Pegamento**

Con un boton de Encendido se arranca ambas bombas, a su vez se implementa botones en color rojo para paros de emergencia o por si pudiera fallar la máquina, en algún momento dado.

Se instalaron dos bombas de 2 hp para el cual inyecte dos sustancias a presión de flujo a la boquilla del robot, asi pues mejoramos que la sustancia negra como la sustancia blanca estén siempre en movimiento y un flujo constante, logrando que no se obstruya durante el proceso de ensamblado, ya que mientras estas dos sustancias no se mezclen se puede utilizar para el proceso de producción, pero al momento de mezclar ambas sustancias ya es irremediable el sellado de vitro pegamento.

Reporte de Bitácora 16/Noviembre/2008

### 3.9. TORRETA DE ALARMA PARA MANTENIMIENTO DE VITRO PEGAMENTO

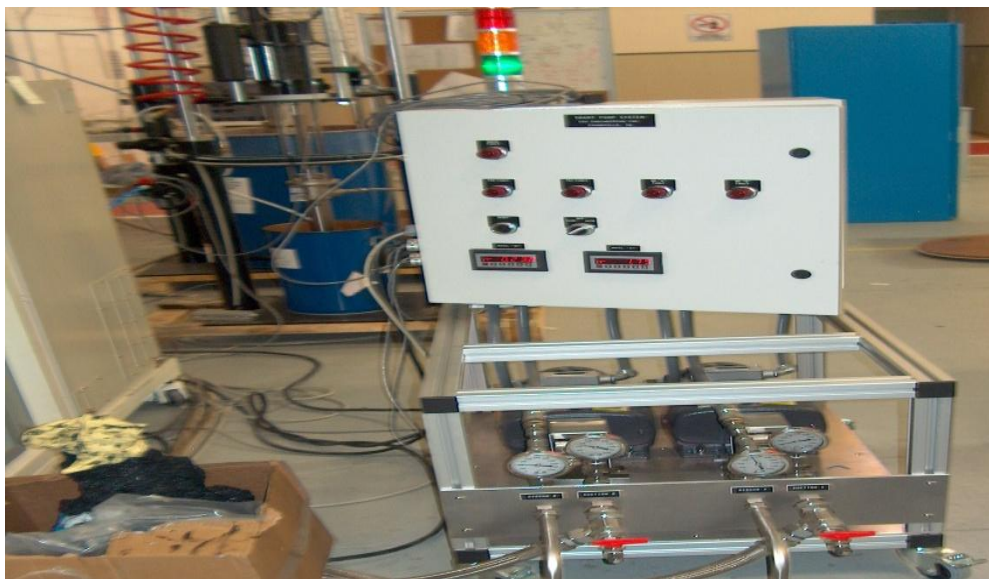
#### **Problema:**

Se tuvo problemas con la máquina, de que el producto conocido como vitro pegamento no llegaba a la boquilla del robot, al encontrarse me di cuenta que la bomba uno estaba en falla y jamás se alarmo ocasionando un paro de producción por dos horas.

#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se realizo una torreta de mantenimiento en el cual nos indica por tres colores si la máquina está en operación al cien por ciento o si en su caso se va a falla, logrando hacer una planeación de mantenimiento predictivo y preventivo para este gabinete de control.*

*Tal muestra la figura 3.13. Torreta de luces para mantenimiento.*



**Figura 3.13. Torreta de Luces de Unidad de Mantenimiento**

Reporte de Bitácora 28/Diciembre/2008

### 3.10. ACUMULADOR DE TARAS PARA PRODUCTO TERMINADO

#### **Problema:**

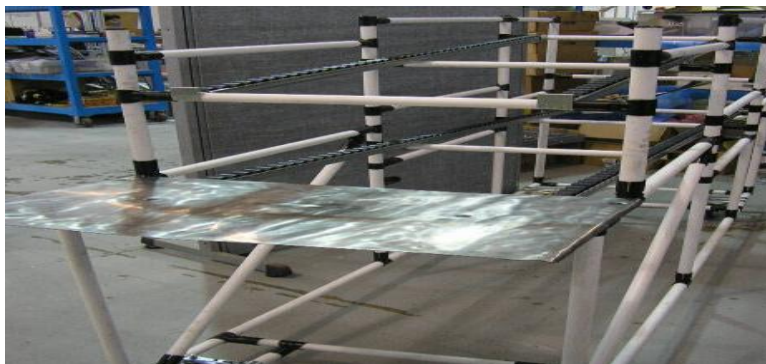
Todo proceso de ensamble de los faros de Centinelas al término de la producción se aloja en unos contenedores para que el operador secundario conocido como área de embarques lo lleve a su destino final.

Se tuvo problemas con el área de Producción ya que la estación de trabajo no tenía donde ubicar el producto terminado, es decir los faros de centinelas automotrices para enviarlos al área de embarques, lo que ocasionaba un descontrol sobre ello.

#### **Solución Usando Aplicación de Ingeniería:**

*Se implementó una máquina acoplada a la estación de trabajo del robot conocida como Acumulador de Producto Terminado.*

*Esta máquina se encarga de almacenar todas las taras de producto terminado de los faros de centinelas automotrices que pasa después por área de embarque a su destino final, tal Muestra la figura 3.14.*



**Figura 3.14. Acumulador para La estación de Trabajo Final**

La máquina se alimenta a 120Vca para que se energice un pistón neumático cuya función es de elevar la tara a la parte superior, esto es controlada por dos sensores capacitivos cuya alimentación es de 24 Vcd y su control es a través de dos relevadores a 24 Vcd, todo esto se energiza a través de una fuente de energía de 120Vca a 24 Vcd, tal muestra la figura 3.15.



**Figura 3.15. Acumulador de Producto Terminado**

Todo alojado en otro gabinete de control para no perder el estándar en construcción y diseño de la misma.

Con esto logramos aun más eficiente y mejorada la estación de trabajo puesto que la máquina esta automatizada desde que inicia el proceso de ensamble hasta la entrega del producto terminado ya listo para empaquetar.

## CAPITULO 4. DESARROLLO EXPERIMENTAL

### 4.1 Robot Aplicador de Pegamento

Debido a que los procesos de producción en la industria actualmente demandan un menor costo y a su vez realizarlo en un menor tiempo de fabricación, las empresas se han visto la necesidad de desarrollar maquinas que ayuden a mejorar la calidad del producto ya que con esto han tenido mejoras en producción de calidad.

De tal forma que las tareas más complejas ya no es realizado por el hombre, si no por una maquina que está programado para dichas tareas, pero que a su vez no exista riesgos; es por ello que se utiliza las características de funcionamiento de un robot para realizar tareas complicadas que un operador no podría realizar debido a que son riesgosas tales son las tareas como las que se utilizan para soldar, para aplicar sellador, para colocar piezas en las que influya la temperatura, para cortar algún tipo de material , entre otros.

En este capítulo trataremos el tema de aplicador de pegamento para unos faros de centinelas automotrices con la herramienta de un robot de brazo fijo marca MOTOMAN.

Esta estación consta de un brazo robot (que se explicara más adelante) en la cual nos brinda sus características de trabajo para que con la aplicación de válvulas, sensores de presencia, piezas del herramental se pueda agrupar de tal manera que el robot disuelva pegamento en la parte del bisel para que con esto se coloque una mica de vidrio y así esperar un tiempo determinado que es de aproximadamente de 20 minutos para que el pegamento cure, esto es que haya sellado completamente la mica , el bisel y la base del faro (es decir la carcasa) con el pegamento, para después verificar mediante un prueba hermética si efectivamente quedo bien curada la pieza o no, como lo muestra la figura 4.1.



**Figura 4.1. Muestra de faros de centinela, mica, bisel y base**

Este robot es fijo y su función característica es del tipo brazo que tiene las mismas características de un brazo normal de una persona, ya que consta de 6 ejes el cual se conoce como: cintura, hombro, codo, brazo, muñeca y mano.

El robot aplicador de pegamento como su nombre lo dice fundamentalmente su tarea de trabajo se basa esencialmente en el brazo robot; esta consta de un robot de la marca MOTOMAN modelo SSF- 2000 ver figura 4.2 en el cual tiene como función la aplicación del pegamento que llevará acabo para que la lente se quede fija y con esto quede completamente sellado el faro de centinela.

Sus cualidades de movimientos son en función de las coordenadas comprendidas en tres ejes cartesianas conocidas como: x, y, e z,



**Figura 4.2. Figura del robot Motoman**



Tiene un control de mando en la cual tiene diversas funciones así como programación para que el robot ejecute dicha tarea y lo realice continuamente además que nos permite realizar movimientos de manera manual.

El control de mando es el modelo Motoman NX 100 en el cual es una comunicación de integración con el robot y su software de programación es el inform- 3, como se muestra la figura 4.3.



Figura 4.3. Control del Motoman

El control Motoman NX 100 es un control para el robot Motoman cabe señalar que tiene doble pantalla a colores en el cual se conoce como Touch screen, esta tiene como función poder operar mediante pulsos de tacto, de tal manera que nos muestra las instrucciones dadas al robot para que esta las realice de manera de ciclo o escalonadas de instrucciones.

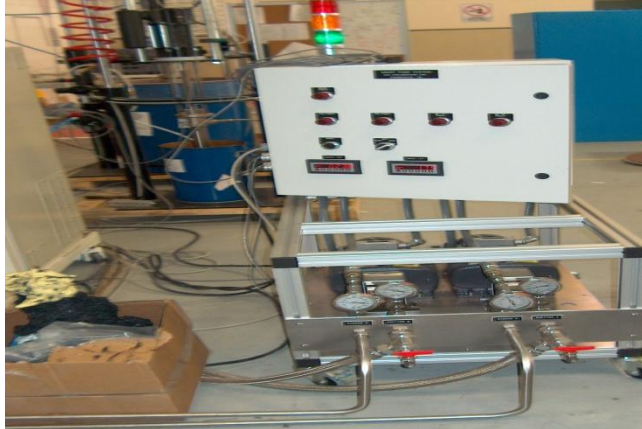
Para llevar a cabo el pegamento que introducirá el robot a la zona de trabajo se necesita realizar una mezcla en la cual van comprendidas dos sustancias una es de color negro no muy soluble y la otra es de color blanco completamente soluble.

Para realizar esta mezcla se necesita mucho mayor sustancia blanca que negra es por ello que los contenedores de ambas sustancias una es de mucho mayor volumen que la otra. Con esta combinación tendremos que tomar en cuenta que siempre y cuando estén mezcladas realizan la acción de pegamento, antes no, es decir, mientras no estén mezcladas no tendremos problemas de que cure, como muestra la figura 4.4.



**Figura 4.4. Dispensador de pegamento con líquido negro y blanco**

Para esto se necesita de un modulo controlador o maquina controladora del disipador de pegamento en el cual tiene dos compresores que tienen la función de bombear ambas sustancias para que a través de ductos pase los líquidos y este llegue hasta la punta del robot en el cual sea donde dispensará el pegamento a través de una boquilla, como lo muestra la figura 4.5.



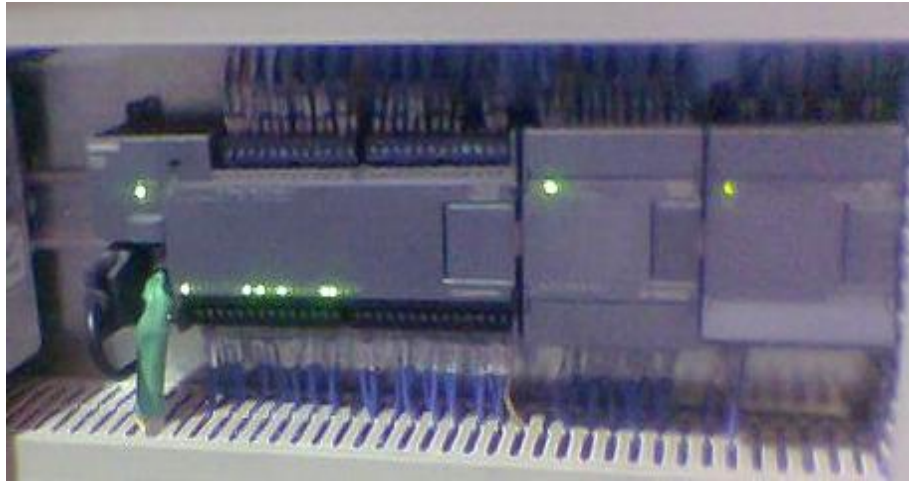
**Figura 4.5. Modulo Controlador de Dispensador de Pegamento**

Para esto tendremos que realizar primero una purga en el cual aseguraremos que efectivamente se estén mezclando correctamente y no quede grumos entre ellos esto siempre se tiene que realizar antes que la estación esté en procesos de producción ya que una vez purgado y colocado la boquilla que es esta la que finalmente mezcla las dos sustancias, el robot esté dispensado correctamente y si por alguna razón existe un paro de producción en el cual rebase el tiempo aproximado de curado tendremos que remplazar la boquilla ya que internamente quedaría tapada la boquilla y con esto no habría circulación del pegamento en el cual nos implicaría un mal funcionamiento del dispensado del robot.

## 4.2 Diseño Eléctrico

La parte principal del trabajo sobre este proyecto se describe a continuación ya que primero se necesita diseñar la parte eléctrica es decir, saber que componentes eléctricos y electrónicos se va a usar para que esta funcione.

El control de la estación robot o por así decirlo el cerebro de la estación es realizado por un plc de la familia siemens s7- 200 cuyo procesador es el s7- 226 dicho dispositivo se encuentra alojado en el gabinete de control como se muestra en la figura 4.6.



**Figura 4.6. Modulo del plc s7- 200**

El gabinete de control como su propio nombre lo dice es un gabinete en el cual se tiene alojado todos los componentes eléctricos y electrónicos el cual es el corazón de la estación ya que es donde se realizan todas las conexiones para que exista un correcto funcionamiento, tal se muestra en la figura 4.7.



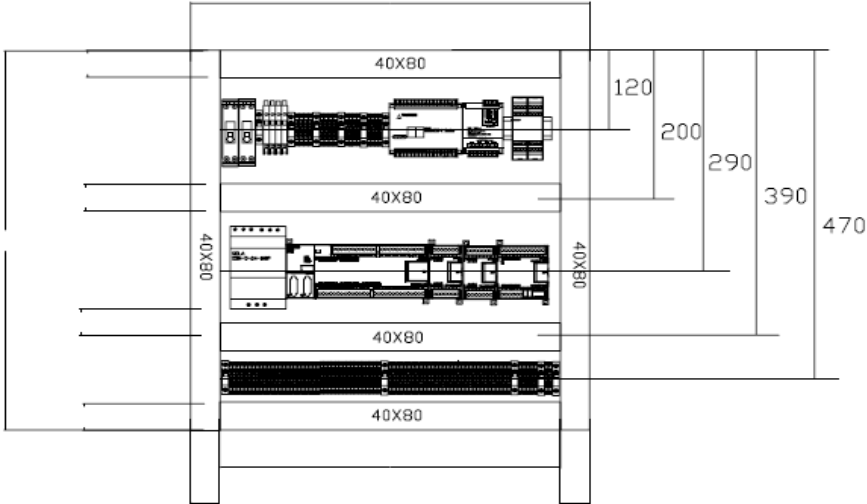
**Figura 4.7. Gabinete de Control**

Como vemos en la figura tenemos todos los componentes en el cual hace el funcionamiento de la estación. Primero se empieza a diseñar el circuito eléctrico para que en base a esto se proceda a organizar el material dentro del gabinete, este contiene una platina que es de metal en el cual tiene como función de poner ahí todos los componentes eléctricos, existen platinas en diferentes formas y tamaños ya que va a la forma del gabinete.

Se toma las siguientes medidas como estándar de calidad de diseño tal muestra el Diagrama 4.1.

### Gabinete CRN-66/200 Himel

#### Platina MM-66 Himel



**Diagrama 4.1. Circuito Eléctrico de las Medidas de Conexión Estandar**

Para poner correctamente los dispositivos en la platina dentro del gabinete se procede a colocar un rieldín que tiene la forma de una regla metálica tal lo muestra la figura 4.8.



**Figura 4.8. Rieldín**

Esta nos sirve para sujetar los diversos elementos que se vaya a requerir y con esto poner todos los materiales a utilizar así como las clemas, las pastillas de protección, los diferentes módulos, tal es el de plc y sus módulos de entradas y salidas digitales, las de entradas y salidas analógicas, los módulos del sistema de seguridad, las fuentes de alimentación entre otros como se explicará más adelante.

Para la colocación del riel se utilizan tornillos tipo pija con punta de broca para mayor rapidez y sujeción, con la ayuda de un taladro, punta de cruz y desarmador para que esta sea montada en la platina.

Se coloca canaletas paralelas al riel para que sea donde pase el conductor y a su vez exista un ordenamiento de cableado con esto logramos una estética en los gabinetes de control tal como se muestra en la figura 4.9.



**Figura 4.9. Uso de las canaletas en las platinas para los gabinetes de control**

Para poner los dispositivos eléctricos se toma en cuenta lo siguiente:

El gabinete lo podemos ordenar pensando que se divide en tres partes, la parte superior del gabinete es donde se concentra todas las llegadas de alimentación de corriente alterna provenientes de la acometida del cliente así como los fusibles de protección que son las pastillas y los módulos de los sistemas de seguridad.

Como muestra la figura 4.10.



**Figura 4.10. Parte superior y la parte central del gabinete**

En la parte central colocamos lo principal, lo que en un momento dado se conoce como lo más delicado para mantenimiento, lo que no puede tocar ya que están

contempladas las fuentes de alimentación que convierte una entrada de corriente alterna a una salida de corriente directa y con esto alimentamos los plc.

Asi como todos los módulos existentes como es el de las barreras de seguridad, los módulos de entradas y salidas digitales del plc, los módulos de entradas y salidas analógicas del plc, entre otros como se muestra en la figura 4.11, anterior en la que están ordenados la parte superior y la de central.



**Figura 4.11. Parte Central del Gabinete de control PLC**

En la parte inferior lo conocemos como la parte de mantenimiento en la cual están concentrados todos los nodos, es decir las uniones que existe en el diseño del circuito eléctrico así como las señales de entradas y salidas del plc, las señales y alimentaciones de los sensores, las señales y alimentaciones de las electroválvulas llamadas distribuidor de válvulas, común mente llamado como manífull y las tomas de alimentación de corriente directa que se vaya a requerir como lo muestra la figura 4.12 en donde vemos la parte central y la parte inferior, esta parte es una de las más importantes ya que es donde se alojan todas las conexiones que se haya diseñado.



**Figura 4.12. Muestra la distribución de la parte central y la parte inferior del gabinete**

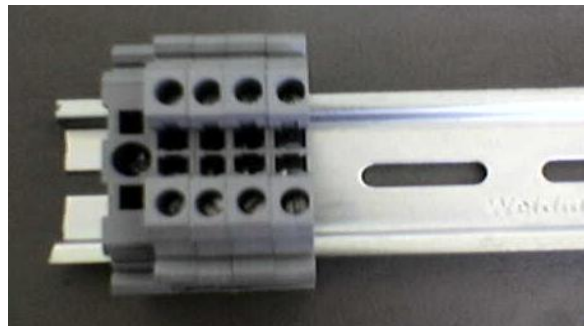
Con esto mantenemos un ordenamiento dentro del gabinete y aseguramos que existirá un mantenimiento preventivo y correctivo exitoso y sobre todo que no sea

excesivo el tiempo de paro de la estación para el debido mantenimiento ya que perjudicaría en el tiempo de producción, así como en control de calidad y mejora de las 5 s. En base a esto comenzaremos a mencionar los diversos elementos eléctricos y electrónicos que se utilizaron para la estación del robot en base al diseño eléctrico.

Lo primero de lo que vamos a tratar es sobre la conexión que vamos a manejar entre los diferentes dispositivos eléctricos. Las clemas es un componente de vital importancia ya que son contactos para que podamos interconectar con los diferentes dispositivos eléctricos; en el circuito del diseño eléctrico nos da la función de nodo para que cuando se le de mantenimiento se ha mucho más fácil y práctico para conectar y desconectar.

Para el proyecto se utilizó clemas tipo dobles y sencillas para las diversas aplicaciones, las sencillas los utilizamos para conectar la alimentación del gabinete y los colocamos en la parte superior del gabinete que es de donde proviene la cometa del cliente pasando por un interruptor general y después a las clemas sencillas.

En la figura 4.13. Se ve una clemas sencillas.



**Figura 4.13. Imagen de una Clemas sencilla**

Cabe señalar que la estación del robot de aplicador se alimenta de 480 vca de corriente alterna lo cual se encuentra ubicada en la cometa del cliente y va al gabinete de control antes pasando por un interruptor general, a su vez esta corriente, está protegida por pastillas de protección trifásicas, en el cual hace cortar la línea que alimenta al gabinete de control así como al robot.



Con esta tensión alimentamos el robot Motoman hp6 (sr2000). Tal muestra la figura 4.14, donde se muestra el interruptor general.



**Figura 4.14. Interruptor General del gabinete de control**

Un transformador trifásico nos hace la conversión de 400- 500 Vca entrada de corriente alterna a 24Vdc salida de corriente directa, con esto alimentamos los módulos del plc, los módulos de las barreras de seguridad, las electro- válvulas, los sensores, etc. Es la principal fuente para los circuitos eléctricos; También alimentamos los botones que existe en el panel de pantalla y la pantalla principal conocida como HMI.

El robot Motoman tiene su propio gabinete de control en el cual contiene un control de mando, con ayuda de este se puede programar el robot.

Este gabinete se muestra en la figura 4.15 y es parte principal ya que en esta es donde procederemos a conectar los dispositivos necesarios para que exista comunicación entre las entradas y salidas del robot con las entradas y salidas del plc.



**Figura 4.15. Gabinete del Robot Motoman**

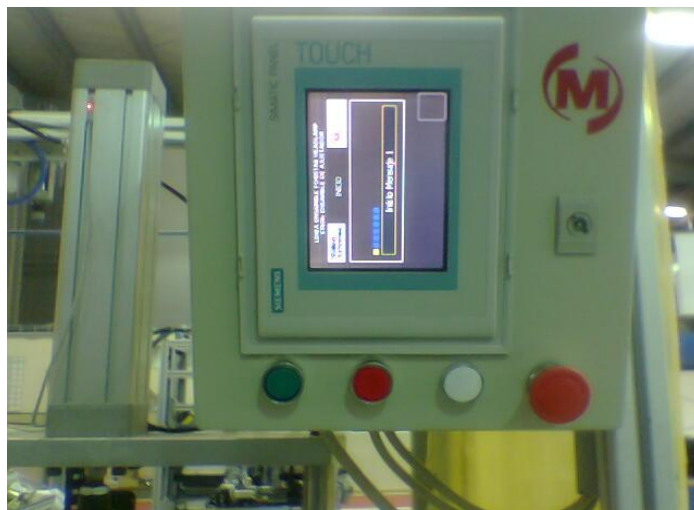
Las clemas dobles se utilizan para conectar y puentear dentro de los circuitos eléctricos tal es el caso de la alimentación del plc que requiere una alimentación de 24 vdc de corriente directa y el común que se le conoce como 0 volts. Tal muestra la figura 4.16.



**Figura 4.16. Muestra de clemas dobles**

#### 4.3. Construcción de La Pantalla Principal y sus Elementos.

El panel de pantalla es un gabinete más pero de menor dimensión en esta colocamos los botones para el cual vamos accionar así como el panel de pantalla marca siemens de touch screen, en ella mostramos 4 botones. Tal como se muestra en la figura 4.17.

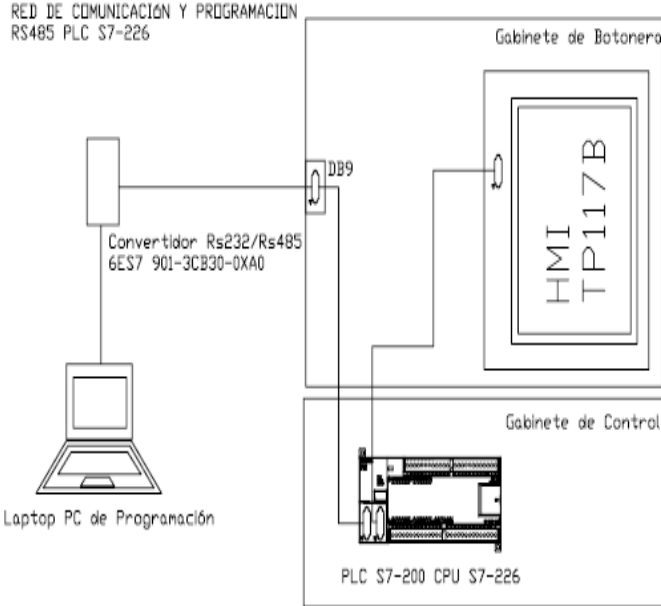


**Figura 4.17. Gabinete de pantalla**

Este gabinete consta de tres botones principales y un botón de paro de emergencia como muestra la figura anterior en el cual el botón verde es para hacer el arranque del robot, el botón rojo para indicarnos si existe un fallo de producción, estos tienen contactos normalmente cerrados, conocidos como NC; el botón blanco es una lámpara que nos indica si está operando la estación o no y el paro de emergencia como su nombre lo indica para una emergencia por ejemplo para cambio de turno o algún accidente de operación del operario.

El diagrama del circuito eléctrico del panel de pantalla se indica en el siguiente diagrama, este alimenta los botones, las conexiones de entradas y salidas de los botones así como el botón del paro de emergencia, van directamente a las entradas y salidas del plc.

La Comunicación del PLC en conjunto con la Maquina y la pantalla HMI esta descrito en el siguiente Diagrama 4.2.



**Diagrama 4.2. Circuito Eléctrico de Comunicación de la Pantalla con el PLC**

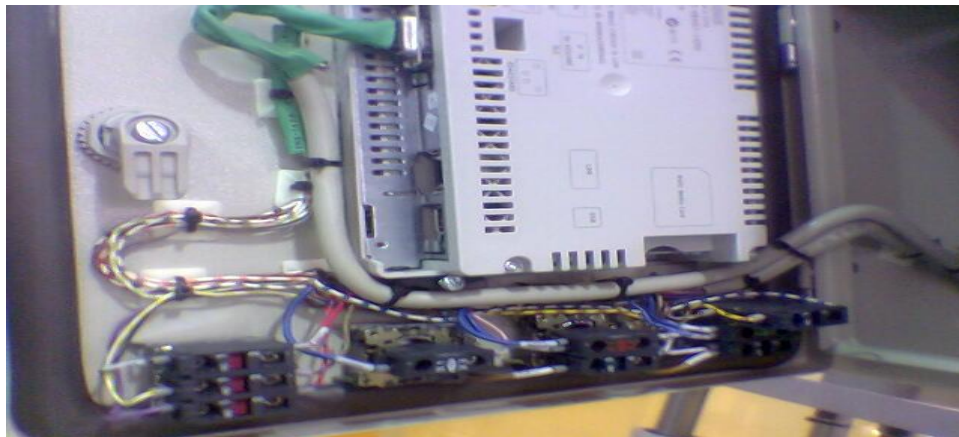
El gabinete de pantalla está formado de una platina y esta de un riel en el que se colocan clemas sencillas para que exista conexión entre estas así como de las canaletas para el cableado tal como muestra la figura 4.18.



**Figura 4.18. Muestra interna del gabinete de pantalla**

A su vez se le pone una clema fusible para proteger la pantalla siemens por si existiera un corto circuito, con esto se logra que no se dañe la pantalla, debido a su gran utilidad y al costo elevado de la misma. El plc controla las salidas y monitorea las entradas del panel de pantalla con lo ayuda de los botones verde, rojo y el paro de emergencia.

Para identificación del cableado y para la alimentación de los botones así como del panel de pantalla se utiliza el color café para la alimentación de 24 Vdc de corriente directa y para el común se utiliza el cable azul, como una estandarización de control de calidad y seguridad mediante la norma NOM. Este cableado que se concentra en el panel de pantalla llega hasta el gabinete de control, de esta forma tenemos comunicación con la pantalla siemens conocida como hmi y el plc. Tal como muestra la figura 4.19.



**Figura 4.19. Cableado del Panel de pantalla**

Dentro del gabinete de control se puso como manera de proteger, cada uno de los módulos así como la lámpara de luz de la estación, el multicontacto que va dentro del gabinete, entre otros, se pone protección de pastillas de electricidad para seguridad ya que son para proteger las luces de la estación, para proteger la alimentación de corriente directa, para la protección del multicontacto, para la protección del plc, para la protección de los módulos de las barreras de seguridad, etc. Tal nos muestra la figura 4.20.



**Figura 4.20. Pastillas de seguridad**

#### 4.4. Construcción y Montaje del Sistema de Seguridad

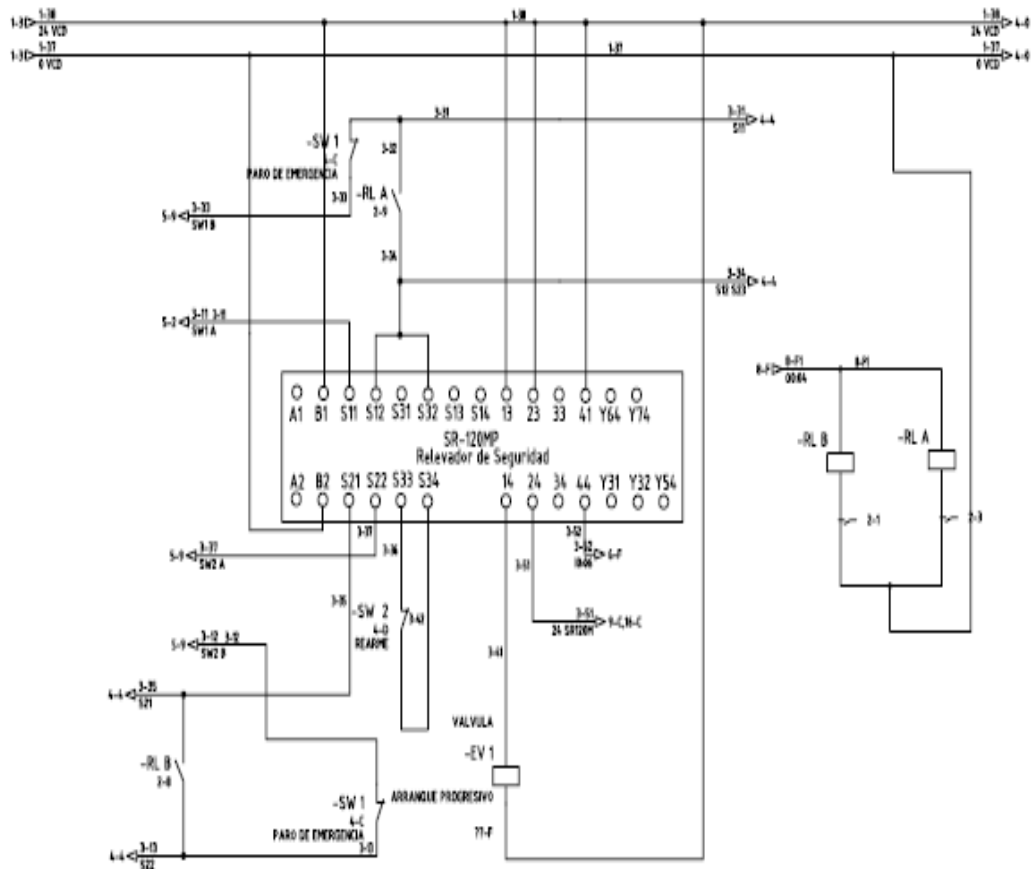
Esta estación se diseñó de tal manera que no exista ningún tipo de problema en el cual pueda correr riesgo la producción así como el operador, este consta de un sistema de seguridad el cual es un módulo, unos interlock, unas barreras de seguridad que se explicará más adelante. El módulo de las barreras de seguridad son de marca MC proveniente de Micro Safe con el modelo LCM series Controllers tiene como función de controlar y detectar si existe una interrupción entre las barreras de seguridad, con esto mandar una señal de respuesta al plc. Como muestra la figura 4.21.



**LCM Series Controllers**

**Figura 4.21. Modulo de Seguridad**

El circuito de conexión es como se muestra en el diagrama 4.3.



**Diagrama 4.3. Circuito Eléctrico de Conexión de Módulo de Seguridad**

Es de categoría cero según la norma EN418 y EN60204-1, este sistema de seguridad es de las mejores.

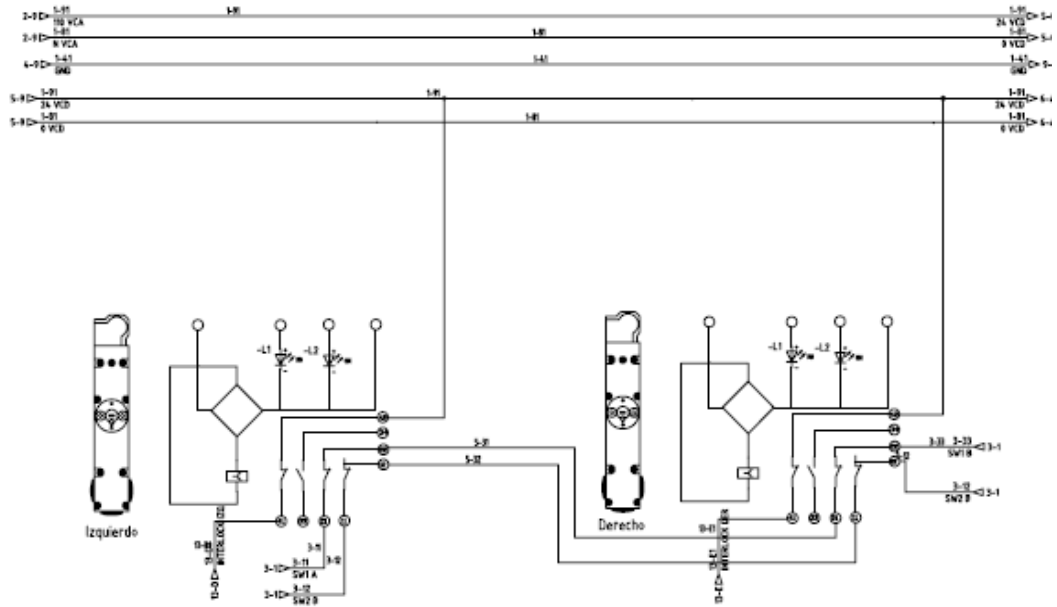
Esta se condicione junto con unos interlock que son módulos de seguridad que van puesto en la jaula del robot con la finalidad de que mientras esté en función el robot y si las rejillas se abren accidentalmente esta le mande un pulso al módulo del plc haciendo que el robot se desactive asi como las electro- válvulas.

Esta no rearmara hasta que la jaula quede completamente cerrada y se inicialice nuevamente. Muestra la figura 4.22 de un interlock.



**Figura 4.22. Modulo del Interlock**

Los módulos de Interlock están conectados como lo muestra el siguiente Diagrama 4.4.



**Diagrama 4.4. Circuito Eléctrico de Conexión de los Interlock**

Este sistema de seguridad para el operario tiene dos barreras que van en la parte frontal de la estación ver figura 4.23 con el fin de que no exista riesgo alguno para el operador mientras la estación de robot este en proceso de producción y con esto proteger también al operador.



**Figura 4.23. Barreras de seguridad puesta en la estación del robot**



Estas barreras de seguridad son de MC Micro Safe modelo MC 4700 y consiste en dos barreras, en el cual nos brinda las características de que una tiene la función de ser una barrera del emisor y la otra del receptor.

Estas se calibran y consiste en que las barreras deben estar justamente bien acopladas estando enfrente una de la otra ya que si no están de esta manera no mandan respuesta de señal, con esto haciendo que inicialice o no la estación para el proceso de producción. Tal muestra en la figura 4.24.



Figura 4.24. Barreras de seguridad

Estas barreras de seguridad son alimentadas por el mismo modulo y a su vez se interconectan en las salidas del modem con señales digitales que mandan respuestas a la pantalla como medida de lectura de falla de barreras de seguridad, tal muestra el diagrama 4.5.

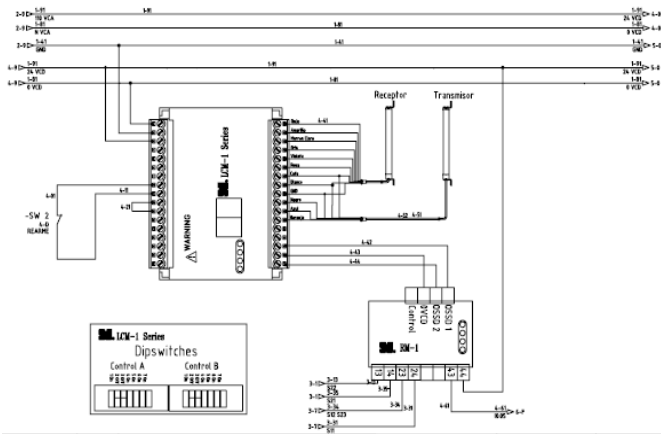
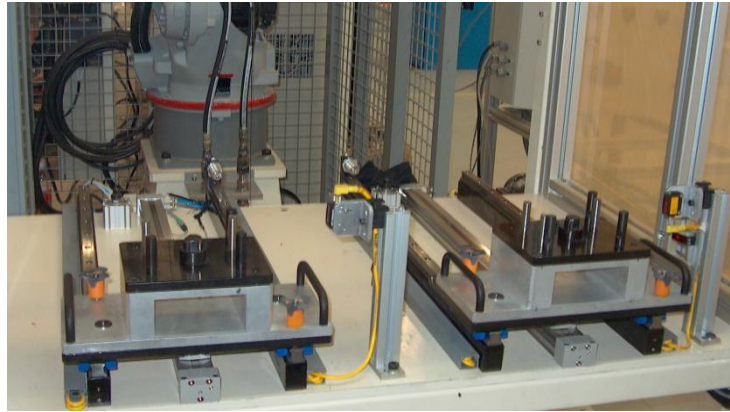


Diagrama 4.5. Circuito Eléctrico de Conexión de las barreras de Seguridad

El robot aplicador de pegamento consta de dos herramientas izquierda y derecha como muestra la figura 4.25; el cual tiene como función de que el operador coloque la pieza y este active el optotouch como inicialización de ciclo, mediante un riel que esta de manera vertical, con esto los herramientas se desplazarán a la posición de trabajo del robot ya que esta aplicará el pegamento.



**Figura 4.25. Herramientales del robot Izquierda y Derecha**

Asi como la inicialización del proceso de producción que es cuando se oprime el optotouch tal muestra la figura 4.26.

Esta funciona como las características de un botón ya que al hacer contacto el operador con el optotouch este le mande un pulso al plc y el plc lo reciba como una señal de entrada para que este de inicio al proceso, se alimenta con corriente directa a 24Vdc.



**Figura 4.26. Figura del optotouch**

Para que el operador ponga la pieza correctamente y no exista una mala colocación se han utilizado sensores de detección de objeto.

Los sensores que se utilizaron para la detección de las piezas en el herramental son sensores ópticos de alto alcance de marca balluff, estos sensores tienen la función de que censen, con esto sabremos si en realidad existe la pieza o no además que sea la posición correcta de colocación para que así no tengamos problemas al momento que el robot está aplicando el sellador y que a su vez no se active accidentalmente.

Tal muestra la figura 4.27 y figura 4.28. El cual muestra los sensores ópticos puestos para los herramentales.



**Figura 4.27. Muestra de un sensor óptico**

Así como la figura 4.28.



**Figura 4.28. Sensores Ópticos puestos en los herramentales**

El movimiento que realiza los herramientales del lado izquierdo como del derecho es usando dos rieles que son accionados por unos cilindros de aire, este a su vez tiene sensores en el cual conocemos el desplazamiento de los cilindros ya sea para saber si esta en modo inicial ó en modo de trabajo; Estos sensores son magnéticos y los usamos debido a que los cilindros internamente producen un campo magnético, es por ello que censa o no. Tal muestra la figura 4.29.



**Figura 4.29. Rieles de movimientos de los herramientales**

Estos sensores magnéticos para los cilindros se alimentan con 24 Vdc de corriente directa y lo identificamos por que están alojados en los cilindro este tiene como función de que censa o no la carrera de trabajo del cilindro, cuando este sensor destelle una luz roja esto significa que está captando el modo de cómo este el cilindro sea en modo inicial o en modo de trabajo. Tal muestra la figura 4.30.



**Figura 4.30. Sensor Magnético utilizado en los cilindros**

Para este proyecto se utilizó pistolas de aire ionizado, esta estación consta de dos pistolas de aire ionizado una extrema izquierda y otra extrema derecha como lo muestra la figura 4.31.



**Figura 4.31. Pistola de aire ionizado**

Estas pistolas tienen como función de limpiar la parte de adentro mediante una presión de aire a la carcasa del faro de centinela ya que puede caerle rebaba de aluminio, basura, entre otro durante el seguimiento de producción, esta además de aventar aire produce un campo ionizado para que una vez limpiando la carcasa, esta no se le pegue ningún tipo de material es por eso que es ionizado.

Esta acción es activada a través de un sensor infrarrojo como se muestra en la figura 4.32. Que no tiene otra función de que si censa la pieza activara un electroválvula para que la pistola ionice y con esto realice la acción de limpiar alguna rebaba existente en la carcasa, se encuentra ubicada en la parte superior de la pistola.



**Figura 4.32. Sensor infrarrojo**

El cableado que se utilizó para las diversas conexiones dentro del gabinete de control fueron de diferentes calibres en el cual va conforme al tipo de trabajo por ejemplo para cablear los dispositivos en el cual se utilice corriente alterna se utilizó esencialmente calibre 12, calibre 10 de color negro que se utilizó para alimentar fase, el rojo que se utilizó para alimentar fase, el blanco para alimentar fase, el verde para alimentar el neutro y el amarillo con verde en el cual nos sirve para la identificación de la tierra física.

Estos cables se utilizaron para la alimentación de la acometida del cliente al gabinete de control, así como a las clemas sencillas y estas a las pastillas de protección. Así mismo para la alimentación general de los dispositivos como es el del plc y los diferentes módulos tanto analógico como digital así como los módulos del sistema de seguridad y para alimentar a todo que requiriera alimentación de corriente directa como es el caso de los sensores, electro- válvulas, entre otros.

Se utilizó calibre 16 de color café para la alimentación de 24Vdc en corriente directa y azul para el común de corriente directa conocido como 0 Vdc, tal muestra la figura 4.33.



**Figura 4.33. Muestra de diversos cableados utilizados en el gabinete**

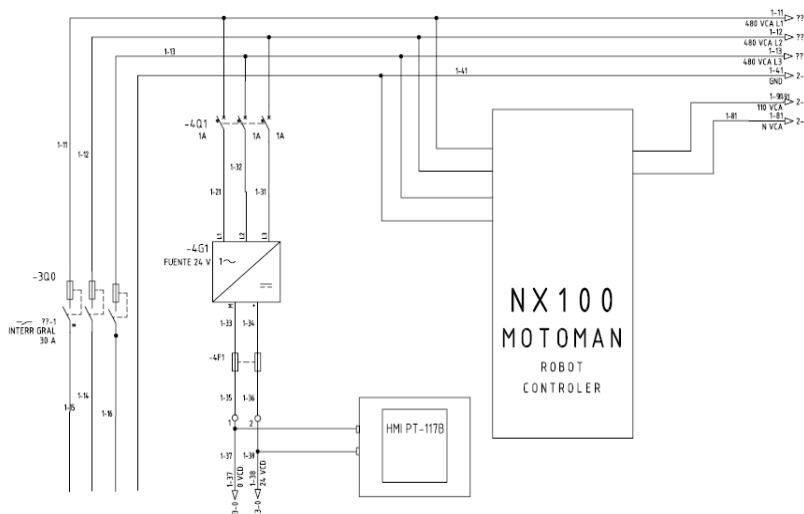
Para el cableado del plc así como los módulos de entradas y salidas digitales como analógicas se utilizó el cable calibre 16 de color azul, a su vez tienen etiquetas de identificación para distinguir una entrada de una salida ya que se nombra con I las entradas seguidas de un número en el cual nos dice que entrada es por ejemplo I0:00, I0:01 y sucesivamente, de igual forma las salidas nombradas como Q seguidas de un número como por ejemplo Q0:00, Q0:01 y sucesivamente. Tal muestra la figura anterior.

El plc siemens consta de 24 entradas y 16 salidas como muestra la figura anterior, así como los módulos del plc que son componentes adicionales para que pueda existir una mayor capacidad de entradas y salidas para las diversas utilidades.

Cabe señalar que para cablear a los sensores se utilizó un distribuidor de señal debido a que es demasiada la distancia existente entre los sensores y el gabinete de control en el cual se alojan todas las señales de estos.

Este robot es alimentado a energía trifásica de 440 Vca desde la alimentación principal del Centro de Carga de la Fabrica, y mediante una fuente de alimentación de 440 Vca a 24 Vcd se energiza todo los componentes eléctricos, electrónicos.

Tal como lo muestra el Diagrama eléctrico 4.6.



**Diagrama 4.6. Circuito Eléctrico de Conexión del Robot**

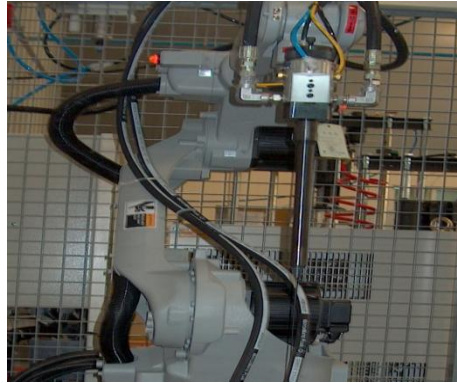
Este tiene sus interruptores de seguridad así como fusibles de protección para que si hubiera alguna sobre carga proteja tanto a la máquina como el robot Motoman mismo.

El robot tiene un sensor de choque en la parte principal de la boquilla, esta tiene como función de que si la boquilla del robot colisiona con algo o que esta choque con una parte de la estación, el sensor le mande una señal al robot Motoman y este se active para que el robot se alarme, haciendo que se desactive el robot y con esto no tenga ningún funcionamiento. Tal muestra la figura 4.34.



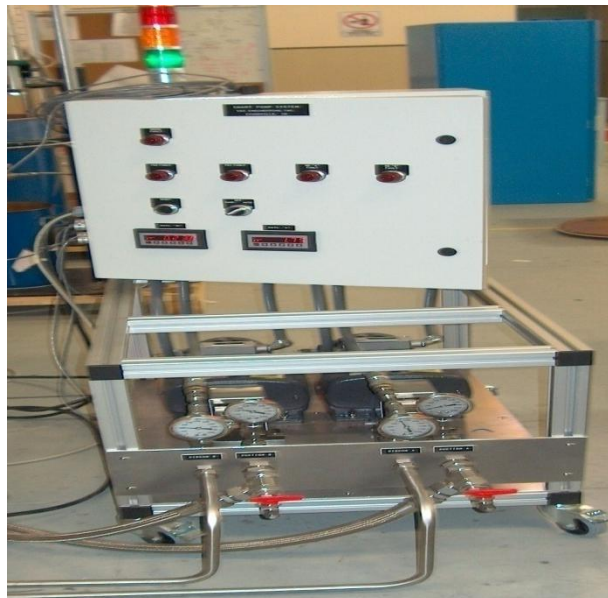
**Figura 4.34. Sensor de Choque del robot**

Este sensor de choque se encuentra en la parte de la mano del robot a su vez está en conjunto con una electro- válvula que tiene como función de abrir y cerrar el paso del líquido el cual aplica para el pegamento tal muestra la figura 4.35 la imagen de la electro-válvula del dispensado.



**Figura 4.35. Imagen de electro- válvula del dispensado**

Para que el robot dispense el pegamento a la carcasa de los faros de centinelas se utiliza una estación dependiente al robot, esta hace la combinación para que realice el pegamento. Esta estación consta de un gabinete para el dispensado de pegamento el cual tiene dispositivos eléctricos tales como relevadores tal muestra la figura 4.36.



**Figura 4.36. Muestra del gabinete del dispensado**



Este gabinete se podría realizar con la ayuda de un plc para no poner tantos relevadores esto sería como una manera de mejoría para el gabinete del dispensado de pegamento, este gabinete consta de una torreta de iluminación el cual tiene como función de indicarnos en qué tipo de tarea está realizando ya sea como verde para encendido, amarillo y rojo para paro total de la máquina, tal muestra la figura anterior y se alimenta con 480Vca de corriente alterna.

Contiene dos compresores uno que está alojado en la parte izquierda y la otra en la derecha, esta tiene como función de mandar ambos líquidos al robot con ayuda de tuberías el cual pase ambas sustancias. Estas sustancias se mezclan para que se realice el pegamento, son dos sustancias una de color blanco y otra de color negro como muestra la figura 4.37.



**Figura 4.37. Muestra de ambas sustancias que realizan el pegamento**

Ambas sustancias constas de recipientes como se muestran en la figura anterior el cual el recipiente pequeño es de la sustancia negra y el recipiente grande de la sustancia blanca, mezclando estas se produce el pegamento en donde tiene un proceso de curado que no es más que el tiempo en que esta se solidifique para que se realice el pegamento, este tiempo de aproximadamente de 20 minutos.

Para controlar el paso de aire que es fundamental en la acción de movimiento de los herramientales entre otros se utiliza un control de aire conocido como arranque progresivo tal nos muestra la figura 4.38.



**Figura 4.38. Modulo de Arranque Progresivo**

Este modulo tiene la función como su nombre lo dice de controlar el aire que se esparce por la estación a través de las mangueras flexibles, se ubica principalmente en la parte de arriba de la estación, en la parte de atrás de la jaula del robot.

Este modulo de arranque progresivo va de la mano de un distribuidor de válvulas conocido como manifull y tiene la función de mantener el aire que proviene del modulo de arranque progresivo esta tiene una forma de trabajo muy peculiar ya primero es el modulo de arranque progresivo después el manifull y por ultimo va a los cilindros tal nos muestra la figura 4.39.



**Figura 4.39. Distribuidor de válvulas**

Existen válvulas de un paso y de doble paso de trabajo, para el proyecto se utilizaron válvulas del tipo de un paso. Tal lo muestra la figura anterior.

Por último se instaló una lámpara tipo balastro de 120 Vca de corriente alterna, tiene la función para iluminar toda la estación del robot debido a que los procesos de producción son en jornadas largas tal es que son en tres turnos durante el día con esto haciendo que la estación este en función las 24 horas.

Es por ello que durante la tarde o noche, se activan las lámparas para poder iluminar la estación y poder trabajar con mayor facilidad y comodidad, a esto se colocó un interruptor para que se pueda a pagar durante el día, con esto logramos que exista un menor consumo de energía tal nos muestra la figura 4.40.



**Figura 4.40. Lámpara de la estación del robot**

Esta lámpara es del tipo estancas el cual tiene dos lámparas fluorescentes, se alimentan como ya aviamos dicho de 120Vca de corriente alterna y genera aproximadamente 800 luxes, es de Poliéster reforzado comprimido, con fuertes fibras de vidrio que proporcionan la máxima protección contra las sustancias químicas, el calor y los impactos, esto se necesita por las normas de control de calidad de iluminocidad del cliente tal muestra la figura 4.41.



**Figura 4.41. Modelo de la Lámpara Estancas**

#### 4.5 Programación del Robot

Para la programación del robot se tiene que tomar muy en cuenta las tareas que le vamos a asignar para que en base a esto se proceda a programar, este se programara para que desde un punto inicial el robot se desplace al lugar del trabajo en donde se encuentra el herramental junto con la carcasa del faro de centinela el cual se va aplicar pegamento.

Los movimientos que tendrá que realizar el robot en la zona de trabajo es el de aplicar el sellador (pegamento) rodeando la carcasa del faro, de tal manera que este realice movimiento circular el cual se ha con un desplazamiento de izquierda a derecha empezando desde un punto inicial de recorrido hasta un punto final y llegando a este deje de dispensar, una vez terminando, el robot deberá regresar a su posición inicial para que al dar nuevamente inicio de ciclo repita la misma operación.

Primero tendremos que tomar en cuenta que el robot trabaja con bits de programación, ya que con esto hacemos que con un bits le podamos asignar la tarea que el robot purgue, que con otro bits, se pueda programar para cambio de boquilla, entre otros.

Para esto tenemos que realizar un grafcet el cual consiste en un diagrama de escalera, esta es los pasos a realizar para programar, primero que conectar las entradas y salidas del robot a las salidas y entradas del plc esto se hace de la siguiente manera:

Tomamos en cuenta los bits del robot el cual es (bits de programación para que purgue cambio de boquilla del software del robot grafcet del robot tiene cuatro rutinas del manual, inicialización, automático).

#### 4.6 Programación del Plc

Para programar al plc debemos tomar en cuenta que también se tiene que configurar las pantallas comúnmente conocido como HMI para que esta, realice la tarea que ejecutara el robot asi como el dispensado de la maquina del pegamento ya que este pegamento se produce haciendo una mezcla de dos sustancias con esta unión se hace el pegamento que servirá para la unión entre el bisel y la mica.

El plc debe estar en comunicación con el robot Motoman ya que esta se activará o no por las entradas que este controlando el plc asi como las salidas, tal es el caso que los sensores que están en el herramental captan o no si existe alguna pieza y a su vez esta sea la correcta.

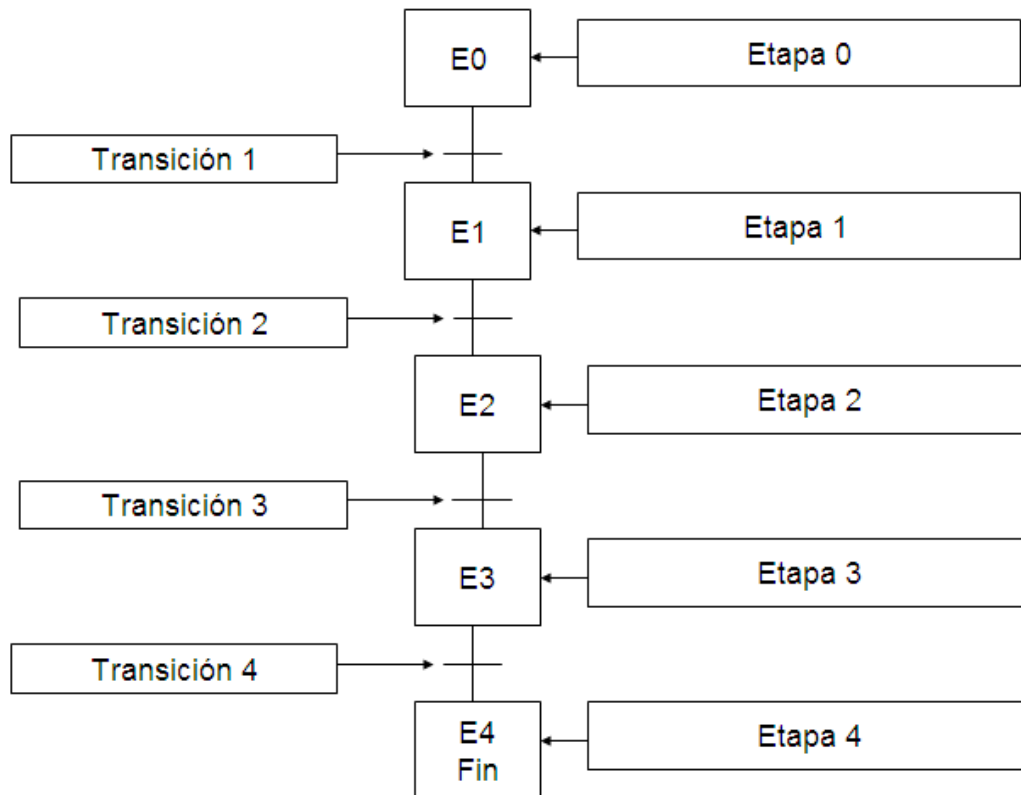
Las salidas que controlará el plc para asi tomar en cuenta en la programación es el de activar en el momento deseado las electro- válvulas asi como las pistolas de aire ionizado, a su vez que se active los rieles del cilindro para que la pieza pueda estar en el lugar de trabajo para que el robot dispense el pegamento.

Para programar se necesita el software del plc siemens este es el software STEP-7 Micro/WIN, este software es de uso exclusivo del plc siemens cabe señalar que cada familia de plc está contemplado su propio lenguaje de programa.

Para empezar tenemos que realizar un grafcet para facilitarnos la programación del plc, este grafcet tiene la función de poder rediseñar la programación con la ayuda de diagrama de escaleras tal nos muestra la figura 4.42.

Sus comienzos del grafcet fueron en los años de 1977 por la asociación francesa para la cibernética económica y técnica conocidos como AFCT en el cual conocían el grafcet como una sucesión de etapas.

En junio de 1982 fue decretado como Diagrama Funcional Grafcet Para Descripción de Sistemas Lógicos por la UTENFC- 03190 y en 1988 por la IEC:



**Figura 4.42. Muestra de un Grafcet**

Este grafcet es ejemplo de las utilidades que nos brinda al realizar un grafcet ya que trabajamos por pasos empezando del paso inicial o reposo conocido como el paso cero hasta llegar al paso final.

Las E son las etapas en la cual se genera una acción y significan las banderas que se van usar sea de m0, m1, m2, etc, hablando del plc siemens s7- 200, en estas contemplamos las salidas como las electro- válvulas, arranque de un motor, una lámpara, etc. Las in son transiciones, las entradas en la cual pueden ser sensores, botones, etc, estas van en un orden desde la entrada cero, entrada uno, entrada dos, etc.

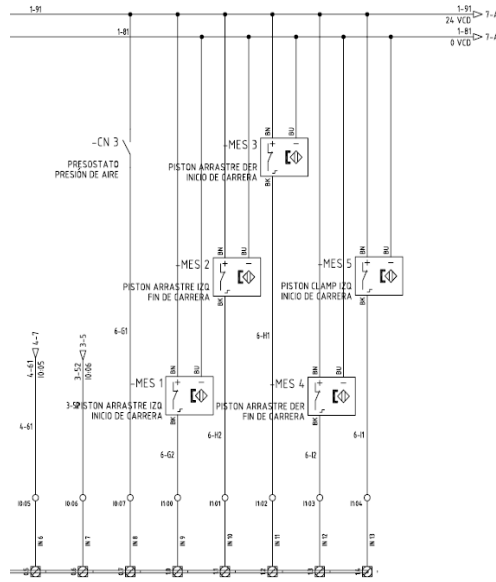
Para la programación del plc s7- 200 se diseña el grafcet en modo de inicialización esto es antes que el robot empieza a trabajar, tiene que existir una serie de condiciones iniciales para poder empezar el proceso de producción.

Para esto tenemos que ordenar las entradas y salidas con el funcionamiento que se requiera para darle una función específica tal es el caso de la lista siguiente como muestra la figura 4.43.

Entrada	Descripción	Salida	Descripción	Función
A I3:01	Arranque	a Q0:00	Lámpara blanca	Automático
B I3:02	Restablecer	b Q0:01	Lámpara verde	Encendido
C I3:03	Paro	c Q0:02	Lámpara roja	Falla
D I0:00	Inicio de ciclo	d1 Q0:03	Cilindro herramental izquierdo	Válvula
E1 I0:01	Presencia de pieza izquierda	e1 Q0:04	Cilindro clamp izquierdo	Válvula
F1 I0:02	Avance herramental izquierdo	d2 Q0:05	Cilindro herramental derecho	Válvula
G1 I0:03	Retroceso herramental izquierdo	e2 Q0:06	Cilindro clamp derecho	Válvula
H1 I0:04	Elevación de clamp izquierdo	f1 Q0:07	Realizar prueba bisel izquierdo	Cámara ifm
I1 I0:05	Retroceso de clamp izquierdo	f2 Q1:00	Realizar prueba bisel derecho	Cámara ifm
E2 I0:06	Presencia de pieza derecha	g Q1:01	Servo motor on	Hardware robot
F2 I0:07	Avance herramental derecho	h Q1:02	Star del robot	Hardware robot
G2 I1:00	Retroceso herramental derecho	l Q1:03	Call master job	Hardware robot
H2 I1:01	Elevación de clamp derecho	J Q1:04	Reset error	Hardware robot
I2 I1:02	Retroceso de clamp derecho	K Q1:05	Bit 1 A posición	Software robot
J1 I1:03	Bisel ok izquierdo	l Q1:06	Bit 2 A posición	Software robot
J2 I1:04	Bisel ok derecho	m Q1:07	Bit 3 A Posición	Software robot
K I1:05	Robot running	n Q2:00	Bit 4 A posición	Software robot
L I1:06	Servo motor on	o Q2:01	Robot en proceso	Software robot
M I1:07	Master job on top	p Q2:02	Dispensar	Equipo de dispens.
N I2:00	Alarma robot	q Q2:03	Lámpara verde torreta	
O I2:01	Bit 1 en posición	r Q2:04	Salidas barreras de seguridad	
P I2:02	Bit 2 en posición	s Q2:05	Hmi mensaje poner Pieza herramental	
Q I2:03	Bit 3 en posición	t Q2:06	Hmi mensaje poner bicel izquierdo	
R I2:04	Bit 4 en posición	u Q2:07	Hmi mensaje poner bicel derecho	
S I2:05	Robot ready	v Q3:00	Hmi mensaje fallo de cilindro izquierdo	
T I2:06	Robot en posición	w Q3:01	Hmi mensaje fallo de cilindro derecho	
U I2:07	Sensor de choque	x Q3:02	Hmi mensaje fallo de clamp izquierdo	
V I3:00	Robot en posición de home	y Q3:03	Hmi mensaje fallo de clamp derecho	
		z Q3:04	Hmi barreras de seguridad activadas	
		Q3:05	Hmi mensaje robot ok	
		Q3:06	Bits para enviar robot dispensar izquierdo	
		Q3:07	Bits para enviar robot dispensar derecho	
		Q4:00	Hmi mensaje robot en posición home	
		Q4:01	ON bits para robot a home	
		Q4:02	ON hmi retirar pieza del herramental	

Figura 4.43. Nombres de Entradas y Salidas del Programa

En el Diagrama 4.7, se muestran entradas Digitales del PLC.



**Diagrama 4.7. Circuito Eléctrico de Señales de Entrada al PLC**

Procedemos a realizar el Grafcet de “Inicialización” mostrada en la figura 4.44.



**Figura 4.44. Figura del grafcet de inicialización**

En la Figura 4.45. Se Continúa explicando el grafcet anterior.

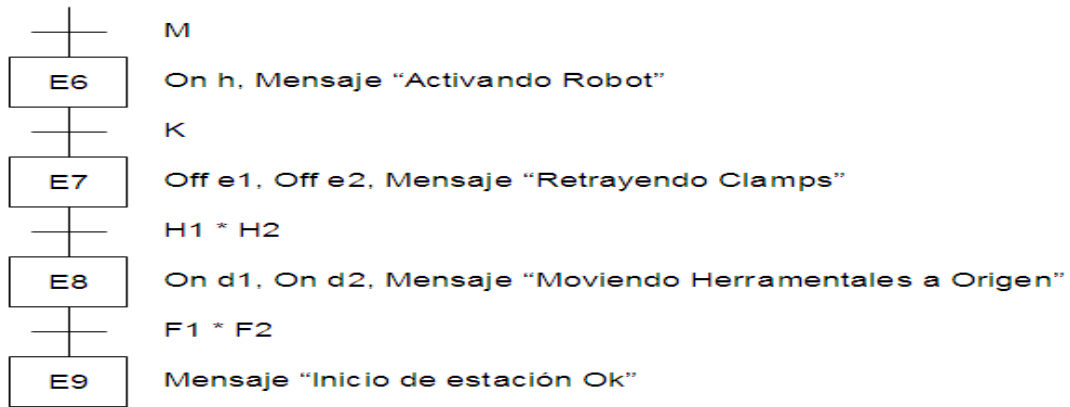


Figura 4.45. Continuación del grafcet de inicialización

En el Diagrama 4.8. Se hace mención de las conexiones eléctricas de entradas de señales digitales del PLC.

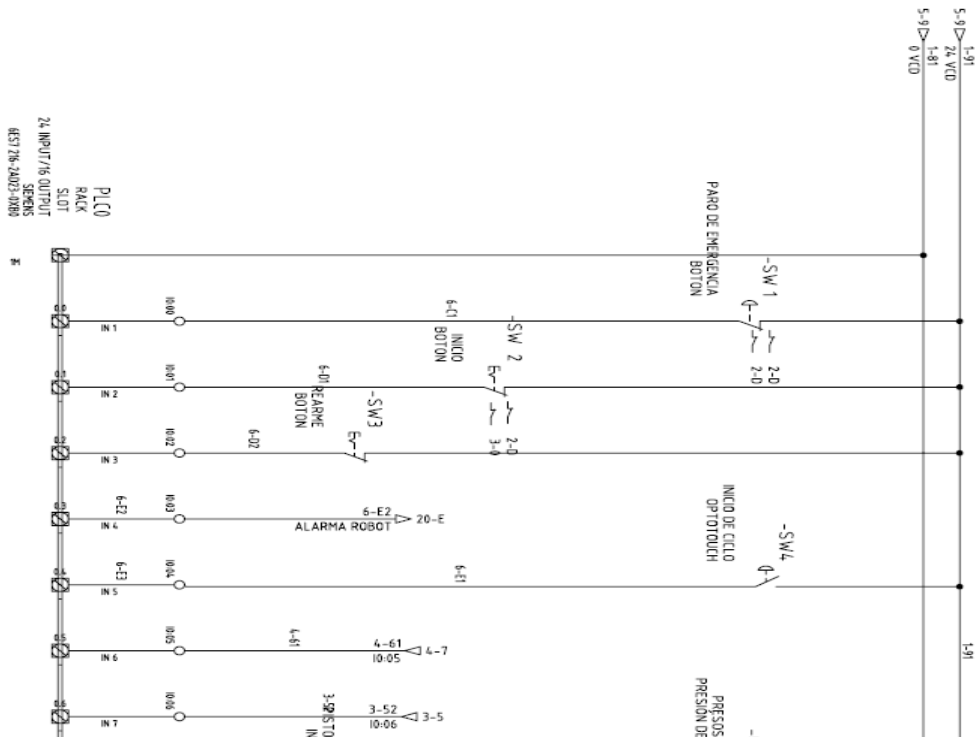


Diagrama 4.8. Circuito Eléctrico de Señales digitales de Entrada del PLC



Las señales de Salidas Digitales al Plc son como se muestran en el Diagrama 4.9.

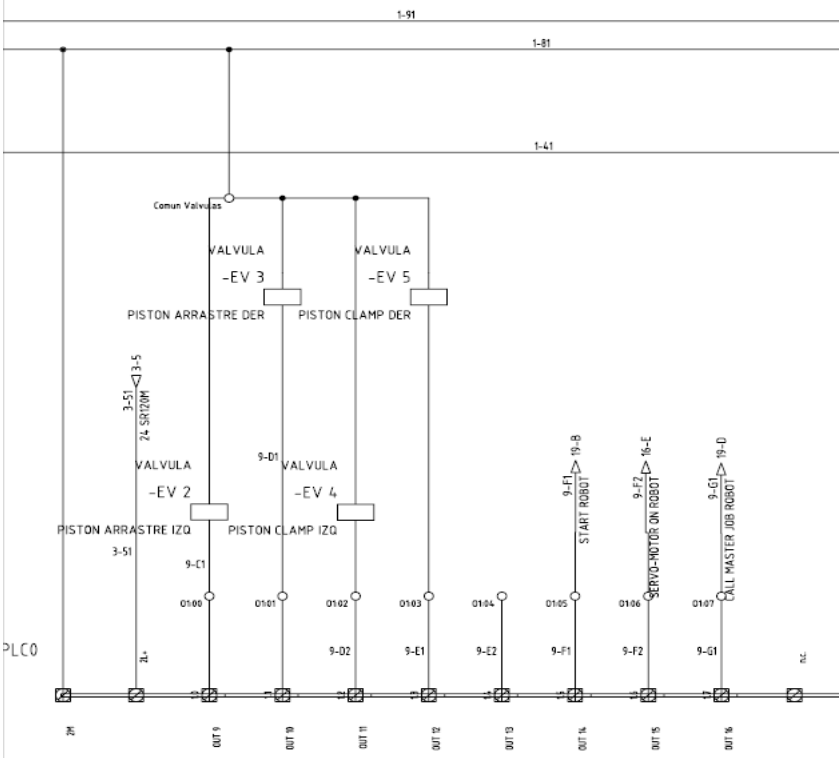
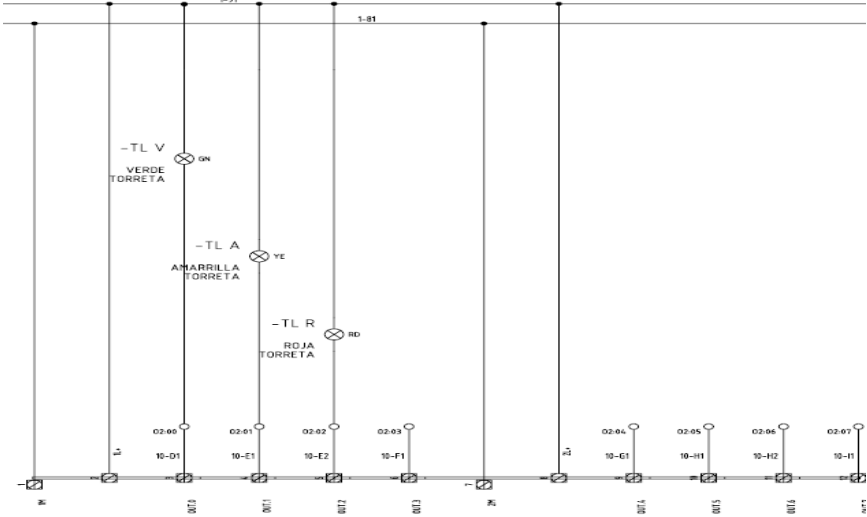


Diagrama 4.9. Circuito Eléctrico de Conexión de las Salidas del PLC

A continuación se muestran otras señales de salida del plc en el diagrama 4.10 de conexión de las salidas del plc.



**Diagrama 4.10. Circuito de Salida de Plc en la torreta de Luz**

La programación usando el step-7 Micro/Win se utiliza en forma de escalera de modo de inicialización tal muestra la figura 4.46.

En el cual son botones de aplicación en la pantalla HMI, al presionar el boton de salida nos muestra todas las señales del plc que podemos activar, tales como válvulas, lámparas, entre otras.

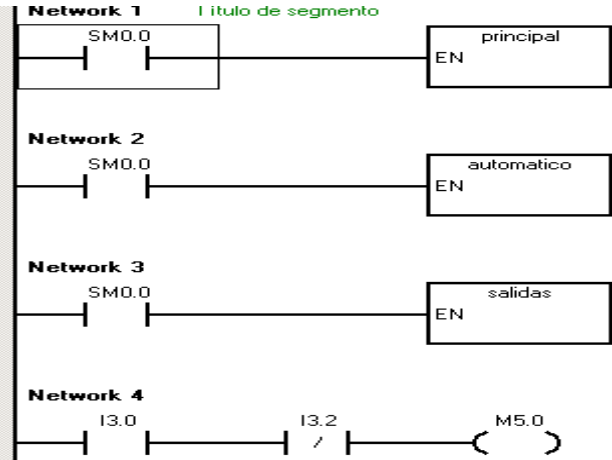
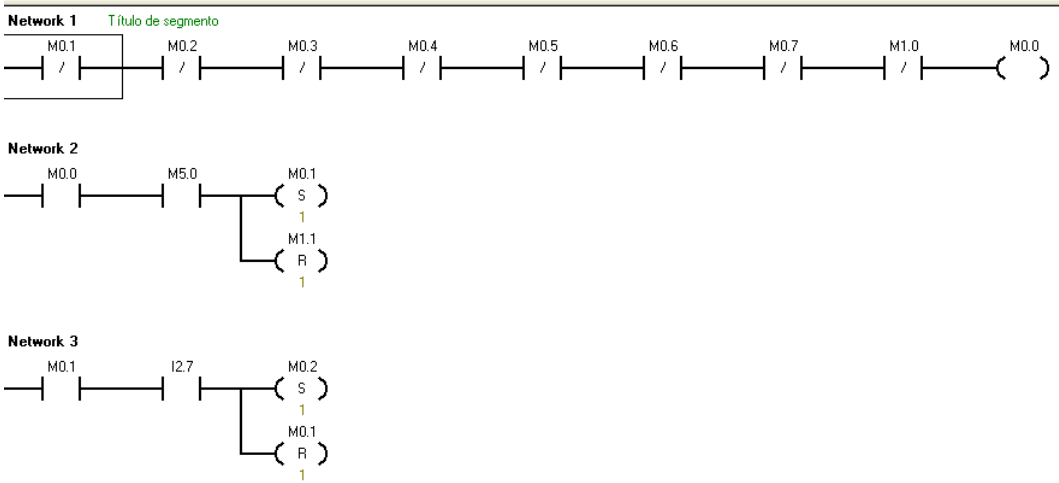
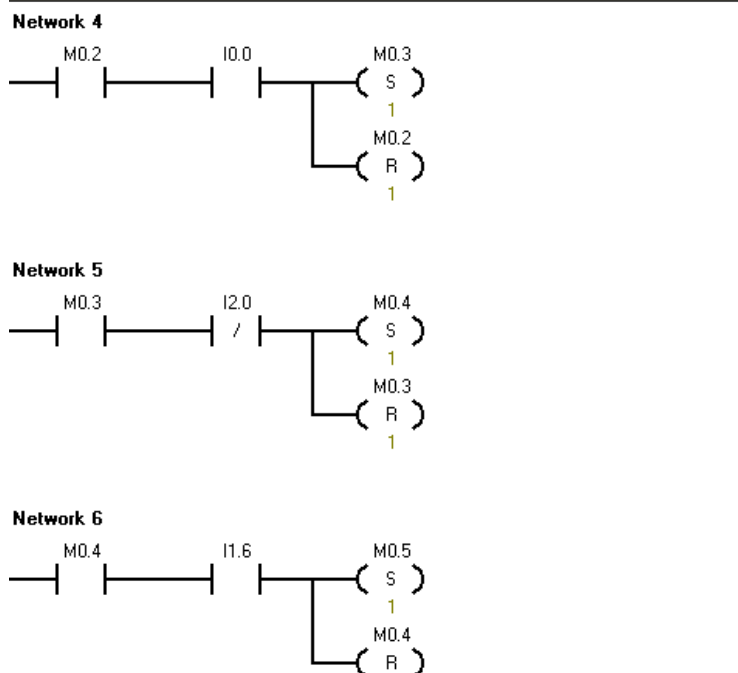


Figura 4.46. Programa de inicialización usando el Step-7

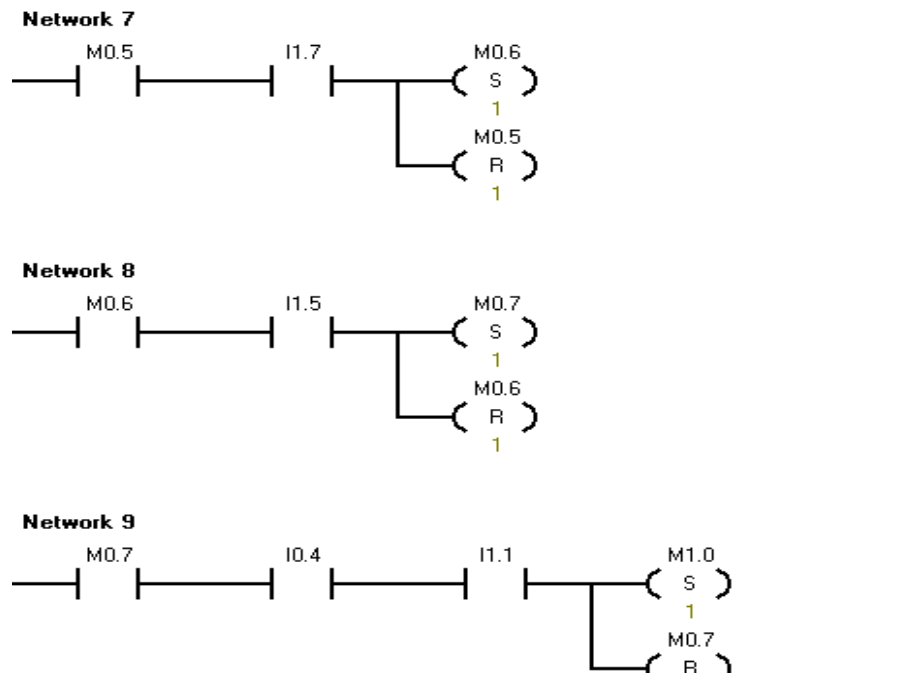
En el Network 1, nos muestra que todas las banderas están normalmente cerradas, es decir si un paro de emergencia se activa manda a detener el funcionamiento de la máquina.



Al presionar el boton de inicio (I0.0) activa el servo motor del robot (I1.6), de tal forma que entra a ciclo de operación.



Activando la entrada de master job on top del robot (I1.7), activa la entrada del robot running (I1.5) de tal forma que entra a ciclo de operación aplicando vitro pegamento a la carcasa del faro de centinela del troquel lado derecho.

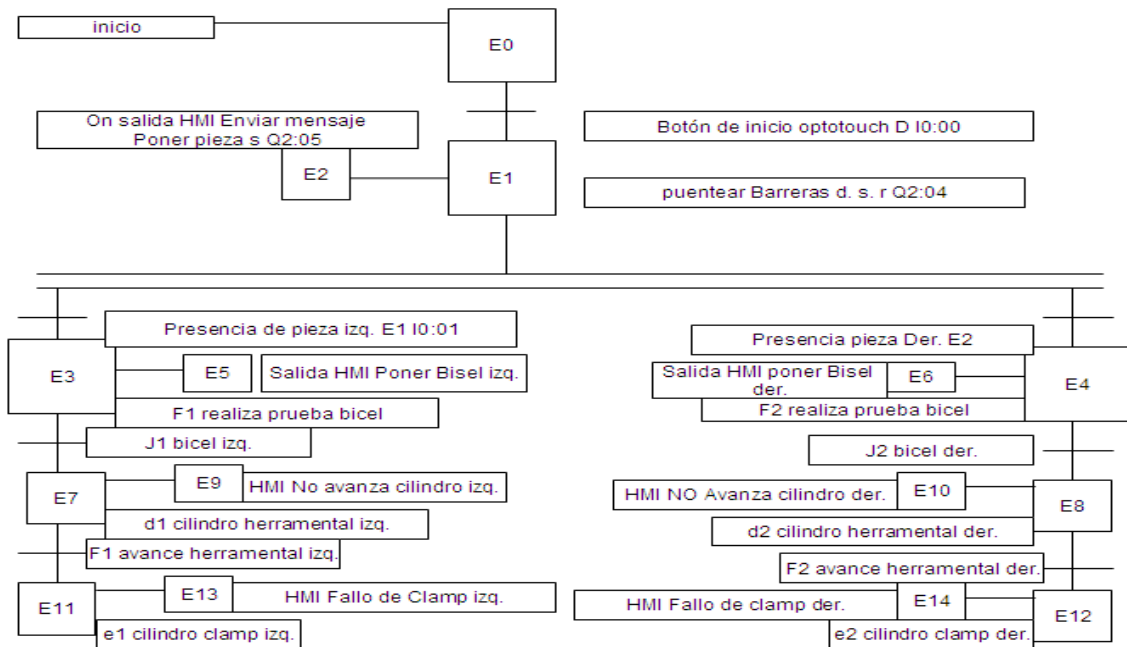


Terminando el ciclo de aplicación de vitro pegamento de un troquel, procede a realizar nuevamente ciclo de aplicación de vitro pegamento del troquel lado izquierdo (I0.2), activando el master job on top del robot (I1.7).



Una vez terminado el proceso de vitro pegamento, el robot y los troqueles regresan a su estado de origen, logrando culminar ciclo de trabajo y queda listo para un nuevo inicio de operación.

Con esto procedemos a realizar el grafcet en modo automático de la estación en la figura 4.47. El cual está constituido en cuatro partes.



**Figura 4.47. Grafcet en modo automático Primera parte**

Se continúa con el graficet en etapa E 15 Figura 4.48.

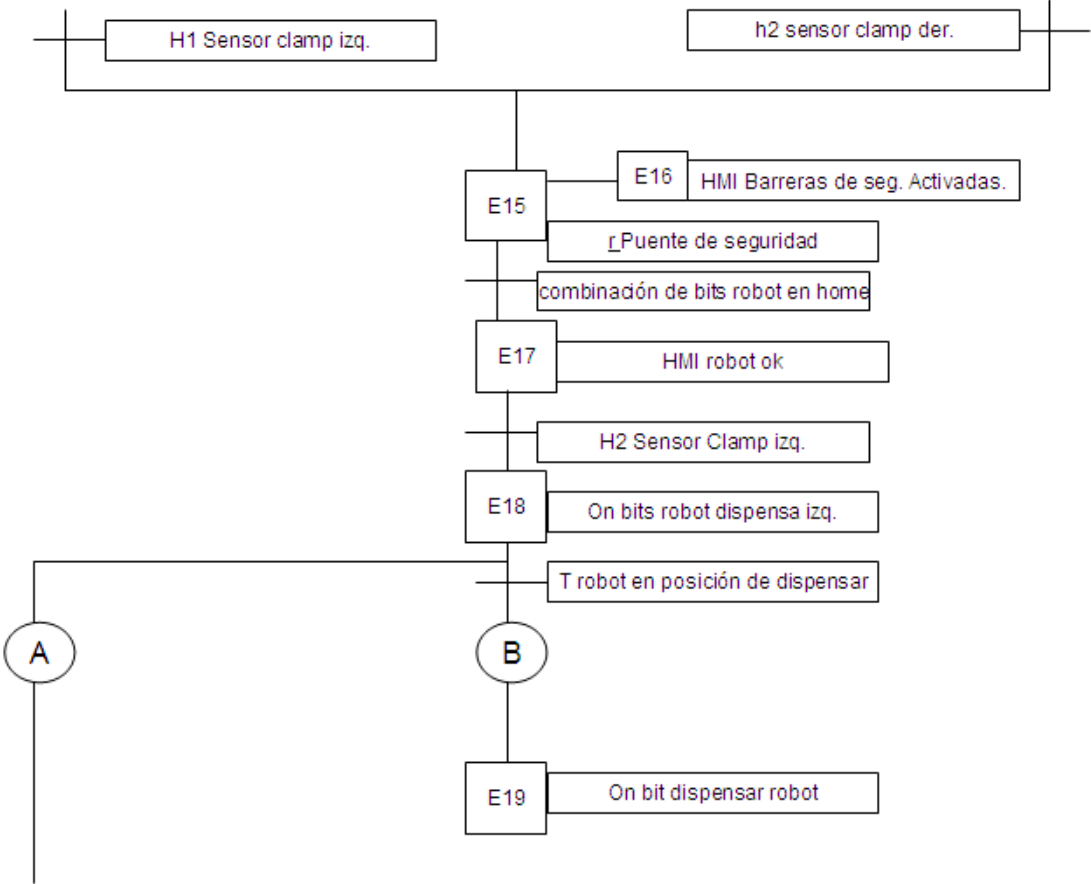
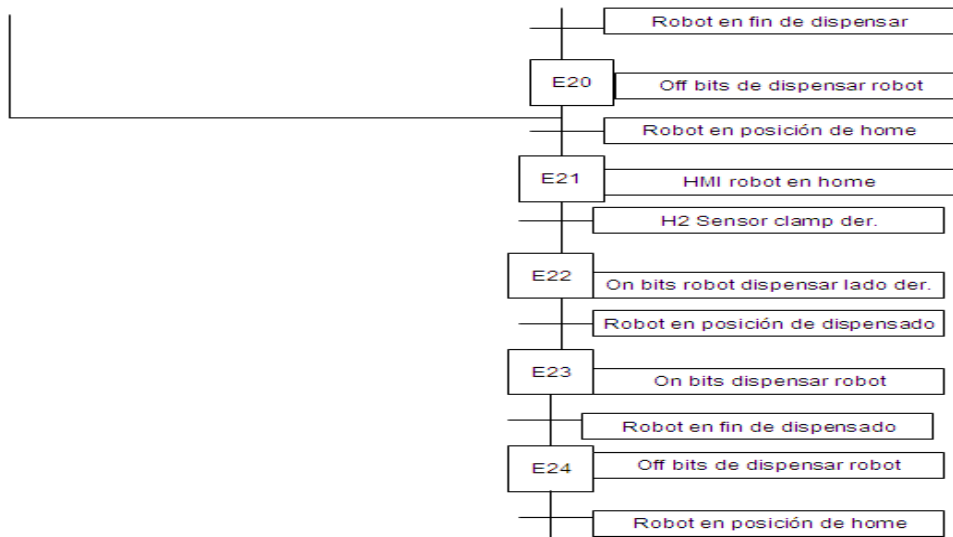


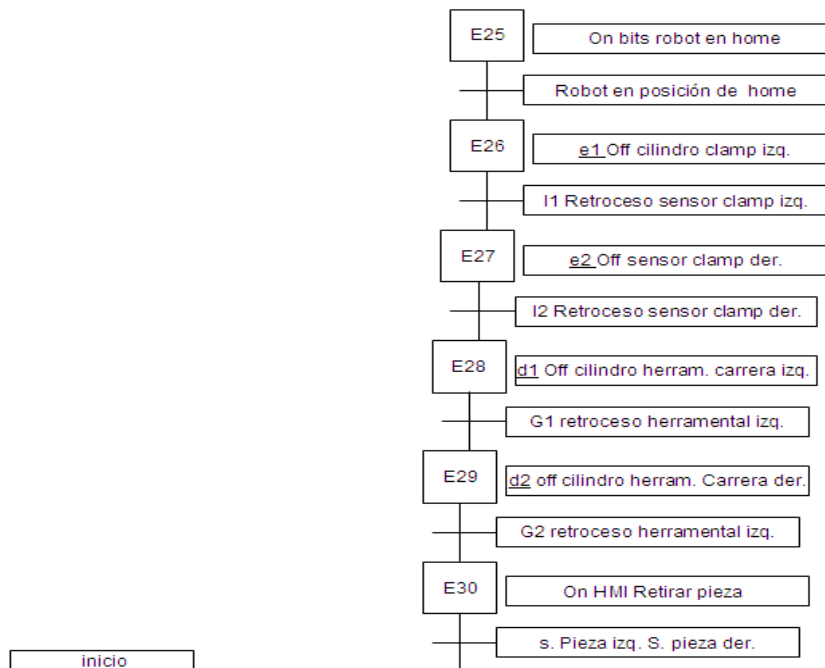
Figura 4.48. Graficet en modo automático segunda parte

En esta etapa se explica la E 20 en la figura 4.49.



**Figura 4.49. Grafcet en modo automático tercera parte**

Finalizando la etapa E 25 del grafcet figura 4.50.



**Figura 4.50. Finalización del Grafcet modo automático**

## **Conclusiones**

En conclusión este proyecto fue muy importante para el cliente ya que cubrimos las necesidades que carecía su empresa y la aplicación de mejoras para el proyecto, como de emplear los conocimientos de ingeniería para el desarrollo de esta.



## Bibliografía

1. Manual del sistema de Automatización S7- 200 Simatic Siemens  
Número de referencia del manual 6ES7298-8FA24-8DH Edición 08/2005.  
A5E00307989--02
2. Manual de Operaciones Motoman NX 1000 Controller  
Motoman, Incorporated  
805 Liberty lane  
West Carrollton, OH 45449  
TEL: (937) 847- 6200  
FAX: (937) 847- 6277  
24 Hour Service Hotline: (937) 847- 3200  
Motoman Otoman Corporate Headquarters 805 Liberty Iberty Lane Ane, West  
Carrollton, Ohio 45449 Tel: 937.847.6200 Fax: 937.847.6277
3. [www.motoman.com](http://www.motoman.com)
4. [www.aicamx.com](http://www.aicamx.com)
5. Comunicaciones Industriales. Una visión práctica con Simatic S7. Universidad Politécnica de Valencia. 2002. Sempere.
6. Desarrollo de Sistemas Secuenciales. Paraninfo. 2000. Rodríguez Mata Corcera Rueda
7. Automatización y Control. Prácticas de Laboratorio. McGraw-Hill. 2004. Dorantes
8. Ingeniería de la Automatización Industrial. Ra-Ma. 2004. Piedrafita
9. Sistemas Scada. Guía Práctica. Marcombo. 2007. Rodríguez Pennin
10. Comunicaciones Industriales. Guía Práctica. Marcombo 2008 Rodríguez Pennin
11. Buses Industriales y de Campo. Prácticas de Laboratorio. Marcombo. 2009. Rubio Calin
12. Ingeniería de la Automatización Industrial 2ª Edición, Incluye CD-ROM. Piedrafita Moreno, Ramón, (aut.) Ra-Ma Editorial, S.A. 2ª ed., 1ª imp. (01/2004)
13. [Caruso00] Caruso J. M., "Application of magnetic sensor for low cost compass systems", Honeywell, ssec. 2000
14. <http://www.iit.upcomillas.es/~alvaro/teaching/Clases/Robots/teoria/Sensores%20y%20actuadores.pdf>

15. [Chow85] Chow W. W., Geo-Banacloche J., Pedrotti L. M., Sanders V. E., Schleich W. Scully M. O., "*The Ring Laser Gyro*". *Reviews of Modern Physics*, 57(1):61-104, 1985.

16. [Cox91] Cox, I. J., "*Blanche- An experiment in Guidance and navigation of and Autonomous Mobile Robot*". *IEEE Transactions Robotics and Automation*, 7(3), pp. 193-204.1991.

17. [Dean95] Dean, T., Allen, J., Aloimonis Y." *Artificial intelligence: Theory and Practice*" Benjamin/Cummings Publishing, 1995.

## Referencias

- [2.1] Sensores y Transductores Editorial Marcombo
- [2.2] [www.macrosensors.com](http://www.macrosensors.com)
- [2.3] [www. rdpelectro.com](http://www.rdpelectro.com)
- [2.4] [www. solartron.com](http://www. solartron.com)
- [2.5] [www. flw.com](http://www. flw.com)
- [2.6] [www. penny -giles. com](http://www. penny -giles. com)
- [2.7] [www. transicoil.com](http://www. transicoil.com)
- [2.8] [www. Trans-tek.com](http://www. Trans-tek.com)
- [2.9] Manual de usuario Simatic S7- 200 CPU 224 Juan Salesianos Alcoy
- [2.10] Manual del sistema de Automatización S7- 200 SIMATIC SIEMENS  
Número de referencia del manual:  
6ES7298-8FA24-8DH0  
Edición 08/2005  
A5E00307989—02
- [2.11] Manual de Operaciones Motoman NX 1000 Controller  
Motoman, Incorporated  
805 Liberty lane  
West Carrollton, OH 45449  
TEL: (937) 847- 6200  
FAX: (937) 847- 6277  
24 Hour Service Hotline: (937) 847- 3200
- [2.12] Motoman Corporate Headquarter s805 Liberty Iberty Laneane, West Carrollton, Ohio 45449 Tel: 937.847.6200 • FAX: 937.847.6277WEB SITE: [www.motoman.com](http://www.motoman.com)
- [2.13] [www.Siemens.com/panels](http://www.Siemens.com/panels) Paneles Simatic; Paneles Para cualquier exigencia
- [2.14] Universidad de Oviedo; Ingeniería de Sistemas y Automática: Autómatas Programables.
- [2.15] Angulo U. José Ma. Y Avilés G., Rafael, Curso de Robótica, Paraninfo s.a., Madrid 1985, Segunda Edición

[2.16] Freddman , Alan, Diccionario de Computación, McGraw-Hill / Interamericana de España, Madrid 1993, 5ta. Ed

[2.17]Fu, K.S. y otros, Robótica: Control, detección, visión e inteligencia, McGraw-Hill / Interamericana de España, Madrid 1988

[2.18] Schildt, Herbet, Utilización de C en inteligencia artificial, McGraw-Hill, Madrid, 1988

[2.19] [http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr\\_01/robotica/industrial.htm#definicion](http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/industrial.htm#definicion)

[3.1] Motoman Corporate Headquarters  
805 Liberty Lane, West Carrollton, Ohio 45449  
Tel: 937.847.6200 • Fax: 937.847.6277  
Web Site: [www.motoman.com](http://www.motoman.com)

[3.2] Motoman Corporate Headquarters  
805 Liberty Lane, West Carrollton, Ohio 45449  
Tel: 937.847.6200 • Fax: 937.847.6277  
Web Site: [www.motoman.com](http://www.motoman.com)  
Manual de control NX 100 (P/N 149201-1)  
Manual de I/O (P/N 149230-1)

[3.3] Fotos del Robot y Gabinete de Control

[3.4] Sti Scientific Technologies Gmbh  
*Freiburg, Alemania*  
Tel: +49 -761-455 26 0  
Sti 020102 PN99584-0010 Rev. J