



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y  
ESTUDIO DEL CONTROL DE UN PROCESO DE SOLDADURA POR PUNTO”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

DEMETRIO STALIN CARRASCO ALDÁS

ALEX GEOVANY ILIJAMA CHIMBOLEMA

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios Creador del mundo por regalarme la vida y permitirme con esta etapa de estudio contribuir a la realización de una propuesta, con el firme propósito de mejorar la calidad de vida.

También dejo constancia de mi reconocimiento al ingeniero Paul Romero director de mi tesis, quien ha dirigido el presente trabajo de investigación con alta calidad científica y a la vez con calidez humana durante el proceso.

Agradezco a las Autoridades, Personal Docente, Personal Administrativo y estudiantes de la Epoch, por la colaboración y la apertura brindada por ellos/as a la realización de mi tema de investigación.

Stalin y Geovany

## **DEDICATORIA**

A mi madre y padre que día a día me ha inculcado valores como: la responsabilidad ante la vida.

A mis queridos hermanos y hermanas que con amor, cariño y perseverancia me han brindado el apoyo incondicional que en cada momento, para culminar con éxito este reto.

A mis sobrino/as, para quienes constituyo en ejemplo de búsqueda de mejorar la calidad de vida con la educación y preparación constante.

**Geovany**

Quiero dedicarle este trabajo, a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de estudio, A mis Padres por estar ahí cuando más los necesité; en especial a mi madre por su ayuda y constante cooperación y a mi familia por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles que con decisión, constancia y perseverancia los supere.

**Stalin**

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

DECANO DE LA FACULTAD DE  
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TESIS

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Diego Barba

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lcdo. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DEL DPTO  
DOCUMENTACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOTA DE LA TESIS

\_\_\_\_\_

“Nosotros DEMETRIO STALIN CARRASCO ALDÁS Y ALEX GEOVANY ILIJAMA CHIMBOLEMA, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

---

Demetrio Stalin Carrasco Aldas.

---

Alex Geovany Ilijama Chimbolema.

AUTORES

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Área
<b>D/A</b>	Digital Análogo
<b>ED</b>	Entradas Digitales
<b>F</b>	Fuerza
<b>F.A</b>	Fuente de Alimentación
<b>K</b>	Bobinas
<b>NA</b>	Normalmente abierto
<b>NC</b>	Normalmente cerrado
<b>PNP</b>	Positivo Negativo Positivo
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>P</b>	Presión
<b>RN</b>	Ejecutar
<b>RTU</b>	Unidad de Transmisión Remota
<b>S</b>	Stop
<b>Se</b>	Sensor
<b>SZ</b>	Sensor Magnético
<b>VAC</b>	Voltaje de corriente alterna
<b>VDC</b>	Voltaje de corriente continua

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

GENERALIDADES.....17

1.1 ANTECEDENTES.....17

1.2 JUSTIFICACIÓN.....18

1.3 OBJETIVOS.....20

1.3.1 General.....20

1.3.2 Específicos.....20

1.4 HIPÓTESIS.....21

CAPITULO II

2. CONCEPTOS BÁSICOS.....22

2.1 Soldadura.....	22
2.1.1 Clasificación de los tipos de soldadura.....	23
2.1.2 soldadura blanda.....	23
2.1.3 Procedimiento para soldar.....	24
2.1.4 Soldadura fuerte.....	24
2.1.5 La soldadura por presión.....	25
2.1.6 Soldadura oxiacetilénica.....	26
2.1.7 Soldadura por arco eléctrico.....	28
2.1.8 Soldadura por arco sumergido.....	30
2.1.9 Soldadura de aluminio térmica.....	31
2.1.10 Soldadura por resistencia eléctrica.....	32
2.1.10.1 Como se produce un punto de soldadura.....	33
2.1.10.2 Factores que influyen en una soldadura.....	33
2.1.11 Metales soldables.....	36
2.2 NEUMÁTICA.....	377
2.2.1 El Aire Comprimido En La Industria.....	388
2.2.2 La Presión y sus Unidades.....	388
2.2.3 Propiedades Del Aire Comprimido.....	399
2.2.4 Ventajas Del Aire Comprimido.....	39
2.3 SISTEMAS NEUMÁTICOS.....	41
2.4 ELECTRONEUMÁTICA.....	41



2.4.1 Sistema Electroneumática.....	42
2.4.2 Interruptor electromecánico para la entrada de señal.....	42
2.4.3 Relés.....	43
2.5 ELECTROVÁLVULAS.....	44
2.5.1 Funcionamiento.....	44
2.5.2 Clasificación de Electroválvulas.....	466
2.5.3 Electroválvulas 2/2 vías monoestables.....	47
2.5.4 Electroválvulas 3/2 vías monoestable.....	47
2.6 Válvulas.....	48
2.6.1 Representación esquemática de las válvulas.....	49
2.7 INGENIERIA AUTOMATICA.....	500
2.8 CONTROL.....	522
2.8.1 Tipos De Sistemas De Control.....	544
2.8.2 Sistemas de control de lazo abierto.....	55
2.8.3 Sistemas de control de lazo cerrado.....	56
2.9 SENSORES.....	588
2.9.1 Tipos de Sensores.....	588
2.9.2 Sensores inductivos.....	59
2.9.3 Sensor capacitivo.....	60
2.9.4 Sensor de proximidad fotoeléctrico.....	62
2.9.5 Sensor fotoeléctrico directo.....	63

### CAPITULO III

3	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	644
3.1	ASPECTOS GENERALES.....	644
	Historia Del PLC.....	64
3.1.2	Estructura del PLC.....	666
3.1.3	Estructura Básica Del Hardware.....	677
3.1.4	Funcionamiento del CPU.....	70
3.2	PARTES DE UN PLC.....	71
3.3	COMPONENTES DE UN PLC.....	722
3.4	SECUENCIA DE OPERACIONES EN UN PLC.....	766
3.5	DESCRIPCIÓN FÍSICA DE UN PLC.....	777
3.6	HARDWARE PLC.....	79
3.7	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PLC.....	79
3.8	PLC SIEMENS S7-1200.....	82
3.8.1	Introducción al PLC S7-1200.....	82
3.8.2	Capacidad de expansión de la CPU.....	833
3.8.3	Módulos de señales.....	844
3.8.3.1	Montaje.....	844
3.8.4	Tareas que realizan en cada ciclo el CPU.....	86
3.9	PROFINET.....	88
3.9.1	Objetivos de PROFINET.....	89

3.9.2 Ventajas de PROFINET.....	89
3.9.3 Arquitectura PROFINET.....	900
3.8.8 Seguridad en PROFINET con PROFIsafe.....	966
CAPITULO IV	
4 DESARROLLO DEL MODULO PARA EL CONTROL DE SOLDADURA POR PUNTO.....	98
4.1 Introducción.....	98
4.2 Componentes Del Módulo.....	99
Descripción de los dispositivos utilizados para el ensamblaje del Modulo.....	99
4.3 Válvulas Solenoide 3/2 vías, serie 3V1.....	1022
4.4 Planificación del Proyecto.....	1077
4.4.1 Descripción del Sistema.....	10707
4.4.2 Especificación de Requerimientos.....	1088
4.12 Diseño.....	10808
4.12.1 Diseño Mecánico e hidráulico.....	10808
4.12.2 Diseño Eléctrico.....	1100
4.12.3 Diseño Neumático.....	1111
4.12.4 Diseño Informático.....	1111
4.13 Implementación.....	1122

4.13.1 Procesos de soldadura.....	1122
4.13.5 Módulo de control (Eléctrico, Neumático e Informático).....	1144
4.14 Programación del PLC.....	11919

## CAPITULO 5

5 PRUEBAS Y RESULTADOS.....	1200
5.1 Definición del ámbito.....	1200
5.2 Pruebas Mecánicas.....	1211
5.3 Pruebas Eléctricas.....	1211
5.4 Pruebas De Software.....	1211
5.5 Pruebas de control del PLC.....	1222
5.6 Pruebas Hardware.....	1233
5.7 Planteamiento del ensayo.....	1233
5.8 Análisis de Aceptación del módulo.....	1233
5.8.6 Tabulación de Datos.....	1244
5.8.7 Tabulación de Datos de cada Pregunta realizada la encuesta.....	1255

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFIA

## RESUMEN

## SUMARY

## ANEXOS

### ***INDICE DE FIGURAS***

Figura II-1. Soldadura blanda .....	23
Figura II-2 Soldadura fuerte .....	24
Figura II-3 Gases a soplete .....	26

Figura II-4 Desplazamiento de piezas .....	27
Figura II-5 Soldadura de arco .....	28
Figura II-6 Soldadura de arco sumergido .....	30
Figura II-7 Soldadura termica.....	31
Fig. II-8 Soldadura por punto .....	32
Figura II-9 Fuente de presion del sistema .....	35
Figura II-10 Interruptor electroneumatico.....	42
Figura II-11 Esquema de conexión .....	43
Figura II-12 Partes de un rele .....	44
Figura II-13 Funcionamiento de una valvula .....	45
Figura II-14 Electrovalvula 2/2 monoestable .....	47
Figura II-15 Electrovalvula 3/2 monoestable .....	47
Figura II-16 Tipos de válvulas .....	48
Figura II-17 Representación de N° de Posiciones de las Válvulas .....	49
Figura.II-18 Representación de N° de Posiciones y Vías de las Válvulas .....	50
Figura II-19 Brazo robotico .....	52
Figura.II-20 Esquema General de un Sistema Automatizado.....	54
Figura II-21 Lazo Abierto.....	55
Figura II-22 Lazo Cerrado.....	56

Figura II-23 Funcionamiento de un sensor.....	58
Figura.II-24 Sensor Inductivo.....	59
Figura II-25 Principio De Funcionamiento Del Sensor Capacitivo.....	60
Figura.II- 27 Sensor Fotoeléctrico Directo.....	63
Figura III-1 Estructura Lógica de un PLC.....	67
Figura III-2 Estructura Básica del PLC.....	67
Figura III-3 Ciclo de funcionamiento .....	70
Figura III-4 Estructura interna del PLC.....	78
Figura III-5 Esquema De Entradas Del PLC.....	78
Figura III-6 Esquema De Salidas Del PLC.....	79
Figura III-7 PLC S7-1200 .....	82
Figura III-8 Partes de Expansión de un PLC S7-1200.....	83
Figura III-10 Modulo de Señales de un PLC S7-1200.....	84
Figura III-11 Almacenamiento De Datos.....	88
Figura III-12 Integración de profibus en profinet .....	95
Figura IV-1 PLC Siemens S7-1200.....	99
Figura IV-2 Valvula 3V1.....	102
Figura IV-3 valvula 4V200.....	102
Figura IV-4 Compresor.....	103

Figura IV-5 Mangueras de Conexión Neumática.....	104
Figura IV-6 Sensor inductivo .....	104
Figura IV-7 Sensor magnético .....	105
Figura IV-8 Reles.....	106
Figura IV-9 Soldadora.....	106
Figura IV-10 Motor de 24v.....	107
Figura IV-11 Vista frontal del sistema de soldadura por punto.....	109
Figura. IV-12 Vista Superior del Sistema de soldadura por puntos .....	109
Figura IV-13 Diseño Eléctrico.....	110
Figura IV-14 Diseño Neumático.....	111
Figura IV-15 Variables Utilizadas en Diseño Informático 1.....	112
Figura IV-16 Modulo de control electrico.....	114
Figura IV-17 Modulo de control informatico .....	114
Figura. IV-18 Estructura e aluminio.....	116
Figura IV-19 Implementacion mecánica.....	117
Figura IV-20 Sensor magnetico.....	117
Figura. IV-21 Sensor de proximidad.....	118
Figura IV-22 Motor DC.....	118
Figura. IV-23 Conexión de entradas y salidas al plc.....	119



## **INDICE DE TABLAS**

Tabla II-1.- Tipos de Sensores Ópticos.....	63
Tabla III-2 Señales Digitales y Signal Boards.....	83
Tabla IV-3 Especificación técnica interfaz PROFINET.....	93

## **INDICE DE ANEXOS**

- ANEXO 1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ALUMINIO PERFILAD
- ANEXO 2. FICHA TECNICA DE LA VALVULA 3/2
- ANEXO 3. FICHA TECNICA DE LA MANAGUERA DE AIRE
- ANEXO 4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DELA VALVULA CON CORREDOR
- ANEXO 5. DESCRIPCION TECNICA DEL CONTROL DE FLUJO
- ANEXO 6. FICHA TECNICA DEL RELE SIEMENS 3UG50
- ANEXO 7. DESCRIPCION DEL PROTOCOLO PROFINET
- ANEXO 8. . FORMATO DE LA ENCUESTA

## **INTRODUCCIÓN**

La implementación de un módulo para la simulación y estudio del control de un proceso de soldadura por punto, servirá para equipar el laboratorio de Control de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales de la ESPOCH y permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático aplicando sus conocimientos teóricos y desarrollando sus habilidades en el área de automatización industrial.

El control de soldadura por punto desarrollado como módulo básico de un sistema completo de transferencia diseñado en base a un modelo industrial.

Adicionalmente a su tarea de dosificación, también es usada para el calentamiento y controlar la temperatura, dependiendo de la temperatura que se desee calentar, para verificación y manipulación lo cual permitirá un desarrollo de práctica óptimo en relación a las tareas desarrolladas en industria.

Adicionalmente el molde de ensamblaje con prensas automatizadas, un sistema de dos ejes x,y para la manipulación de la pinza de soldadura por punto, el sistema controlado de soldadura por punto. El movimiento controlado de los elementos se lo realiza mediante motores y actuadores neumáticos

## **CAPÍTULO I**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

En el mundo de automatización de procesos se persigue mejorar la calidad de las cadenas de proceso de una organización y la gobernabilidad de dichos procesos y de los sistemas sobre los que se asientan en el mejor de los casos, pero día a día se encuentran nuevos problemas y retos a los cuales se les debe dar una adecuada solución.

A medida que pasa el tiempo las industrias van ampliando su nivel de fabricación al igual que las responsabilidades de producción y seguridad. Es por esto que se da una evolución para mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma conjuntamente optimizando las condiciones del trabajo del personal, suprimiendo los trabajos laboriosos e incrementando la seguridad.

En los procesos de manufactura en el campo de la metalmecánica, los productos son ensamblados en moldes o jigs de montaje y luego unidos mediante este proceso de soldadura por punto por ejemplo en el ensamblaje de carrocerías automotrices, mobiliario metálico etc.

La innovación de sistemas automatizados de manufactura marca la diferencia en la competitividad de las empresas del sector metalmecánico y cada vez se impone en este tipo de industria, siendo el proceso de soldadura de punto uno de sus temas principales, por lo que el desarrollo de este proyecto nos permita explorar las posibilidades de automatizar dicho proceso es de suma importancia para el desarrollo de esta industria:

Un molde de ensamblaje con prensas automatizadas, un sistema de dos ejes x,y para la manipulación de la pinza de soldadura por punto, el sistema controlado de soldadura por punto. El movimiento controlado de los elementos se lo realiza mediante motores y actuadores neumáticos

El Sistemas de control debe poder realizarse desde Minicontroladores hasta sistemas de control complejos (PLC) de diversas configuraciones.

De modo que así se pueda realizar un entrenamiento teórico-práctico que pueda simular un ambiente real para que así se demuestre cada uno de los conocimientos adquiridos en la carrera de CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la automatización y el control de procesos son una de las actividades de más requerimiento a nivel industrial, el alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo.

Este proyecto tiene como finalidad diseñar e implementar un módulo para el estudio y simulación de un proceso de soldadura por punto.

Puesto que el proceso a desarrollar está conformado por diferentes etapas en las que intervienen distintos materiales, sensores, actuadores como: electroválvulas, electrodos, motores, que nos permitirán avanzar paso a paso en el proyecto desde la creación de la

estructura, calibración de los sensores de proximidad para que trabajen adecuadamente para la obtención de los puntos precisos en el proceso de soldadura.

Para realizar la soldadura por puntos se aplica sobre las chapas a unir una corriente eléctrica. Esta corriente se transmite a través de unos electrodos con una determinada presión lo que eleva la temperatura de los materiales en ese punto a un estado pastoso en el cual se unen debido a la presión ejercida en el procedimiento

Resultando así un módulo de aprendizaje sumamente practica y acoplable a diferentes procesos complementarios, que permita crear un ambiente simulado totalmente industrial para descubrir las diferentes habilidades que posee los estudiantes de INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES aprovechando los conocimientos de los estudiantes de tan prestigiosa institución.

Los Estudiantes de INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES acogerán diversos beneficios basados en tecnologías de última generación para que facilite el aprendizaje en los laboratorios de Escuela de Ingeniería Electrónica En Control Y Redes Industriales, formando parte un programa piloto, modelo de innovación, empeño y muestra de colaboración para obtener como valor agregado el posicionamiento de nuestra escuela a nivel regional y nacional, ganando de este modo el desempeño brillante de sus egresados y el deseo de muchos Ecuatorianos de formarse y capacitarse en tan prestigiosa institución

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 General**

Diseñar e implementar un módulo para la simulación y estudio del control de un proceso de soldadura por punto.

### **1.3.2 Específicos**

- Diseñar y construir los siguientes sistemas modulares para la simulación y estudio del control de un proceso de soldadura por punto, por medio de PLC.
- Analizar los sistemas de manufactura por soldadura de punto.
- Diseñar un sistema automático y controlado de soldadura por punto consistente de los siguientes módulos.
  - Módulo de montaje consistente en un molde o jigs automático de montaje.
  - Módulo de soldadura, consistente en una soldadora de punto controlada.
  - Módulo de manipulación, consistente en un portal de carga automático de movimientos x,y.
- Desarrollar el programa del PLC para el control de los procesos.
- Integrar las diversas etapas del módulo.
- Realizar pruebas del sistema.
- Elaborar el manual de usuario.

## **1.4 HIPÓTESIS**

Al finalizar la construcción del sistema de Control de soldadura por punto permitirá simular procesos industriales en lo que intervengan, control de la intensidad y de los puntos a soldar, de forma práctica en los laboratorios fortaleciendo los conocimientos teóricos de distintas cátedras por lo cual será de gran ayuda a los estudiantes de la Escuela de Ing. Electrónica en Control y Redes Industriales, fusionando las nociones avanzando así día a día en la formación de un profesional cada vez con mayor nivel de competitividad en el mundo laboral.



## CAPITULO II

### 2 CONCEPTOS BÁSICOS

#### 2.1 Soldadura

La *soldadura* es un proceso de unión entre metales por la acción del calor, con o sin aportación de material metálico nuevo, dando continuidad a los elementos unidos.

Es necesario suministrar calor hasta que el material de aportación funda y una ambas superficies, o bien lo haga el propio metal de las piezas. Para que el metal de aportación pueda realizar correctamente la soldadura es necesario que «moje» a los metales que se van a unir, lo cual se verificará siempre que las fuerzas de adherencia entre el metal de aportación y las piezas que se van a soldar sean mayores que las fuerzas de cohesión entre los átomos del material añadido.

Los efectos de la soldadura resultan determinantes para la utilidad del material soldado.

El metal de aportación y las consecuencias derivadas del suministro de calor pueden afectar a las propiedades de la pieza soldada. Deben evitarse porosidades y grietas añadiendo elementos de aleación al metal de aportación, y sujetando firmemente las piezas que se quieren soldar para evitar deformaciones. También puede suceder que la zona afectada por el calor quede dura y quebradiza. Para evitar estos efectos indeseables, a veces se realizan precalentamientos o tratamientos térmicos posteriores. Por otra parte, el calor de la

soldadura causa distorsiones que puede reducirse al mínimo eligiendo de modo adecuado los elementos de sujeción y estudiando previamente la secuencia de la soldadura.

### **2.1.1 Clasificación de los tipos de soldadura**

Se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

- Soldadura heterogénea. Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.

- Soldadura homogénea. Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas.

Por soldadura autógena se entiende aquella que se realiza sin metal de aportación, de manera que se unen cuerpos de igual naturaleza por medio de la fusión de los mismos; así, al enfriarse, forman un todo único.

### **2.1.2 Soldadura blanda**

Esta soldadura de tipo heterogéneo se realiza a temperaturas por debajo de los 400 oC.

El material metálico de aportación más empleado es una aleación de estaño y plomo, que funde a 230 oC aproximadamente.



*Figura II-1 Soldadura blanda*

### 2.1.3 Procedimiento para soldar.

Lo primero que se debe hacer es limpiar las superficies, tanto mecánicamente como desde el punto de vista químico, es decir, desengrasarlas, desoxidarlas y posteriormente recubrirlas con una capa de material fundente que evite la posterior oxidación y facilite el «mojado» de las mismas. A continuación se calientan las superficies con un soldador y, cuando alcanzan la temperatura de fusión del metal de aportación, se aplica éste; el metal corre libremente, «moja» las superficies y se endurece cuando enfría. El estaño se une con los metales de las superficies que se van a soldar. Comúnmente se estañan, por el procedimiento antes indicado, ambas caras de las piezas que se van a unir y posteriormente se calientan simultáneamente, quedando así unidas.

En muchas ocasiones, el material de aportación se presenta en forma de hilo enrollado en un carrete.

En este caso, el interior del hilo es hueco y va relleno con la resma antioxidante, lo que hace innecesario recubrir la superficie.

Tiene multitud de aplicaciones, entre las que destacan:

- Electrónica. Para soldar componentes en placas de circuitos impresos.
- Soldaduras de plomo. Se usan en fontanería para unir tuberías de plomo, o tapar grietas existentes en ellas
- Soldadura de chapas de hojalata.

Aunque la soldadura blanda es muy fácil de realizar, presenta el inconveniente de que su resistencia mecánica es menor que la de los metales soldados; además, da lugar a fenómenos de corrosión.

### 2.1.4 Soldadura fuerte



*Figura II-2 soldadura fuerte*

También se llama *dura* o *amarilla*. Es similar a la blanda, pero se alcanzan temperaturas de hasta 800 °C. Como metal de aportación se suelen usar aleaciones de plata, y estaño (conocida como soldadura de plata); o de cobre y cinc. Como material fundente para cubrir las superficies, desoxidándolas, se emplea el bórax. Un soplete de gas aporta el calor necesario para la unión. La soldadura se efectúa generalmente a tope, pero también se suelda a solape y en ángulo.

Este tipo de soldadura se lleva a cabo cuando se exige una resistencia considerable en la unión de dos piezas metálicas, o bien se trata de obtener uniones que hayan de resistir esfuerzos muy elevados o temperaturas excesivas. Se admite que, por lo general, una soldadura fuerte es más resistente que el mismo metal que une.

### **2.1.5 La soldadura por presión**

La soldadura en frío es un tipo de soldadura donde la unión entre los metales se produce sin aportación de calor. Puede resultar muy útil en aplicaciones en las que sea fundamental no alterar la estructura o las propiedades de los materiales que se unen. Se puede realizar de las siguientes maneras:

*Por presión en frío o en caliente.* Consiste en limpiar concienzudamente las superficies que hay que unir; y, tras ponerlas en contacto, aplicar una presión sobre ellas hasta que se produzca la unión.

*Por fricción.* Se hace girar el extremo de una de las piezas y, después, se pone en contacto con la otra. El calor producido por la fricción une ambas piezas por deformación plástica.

### 2.1.6 Soldadura oxiacetilénica (con gases al soplete)

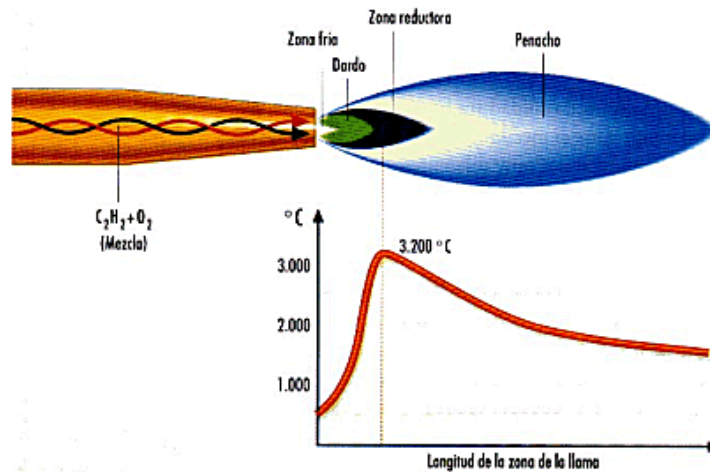


Figura II-3 Gases a soplete

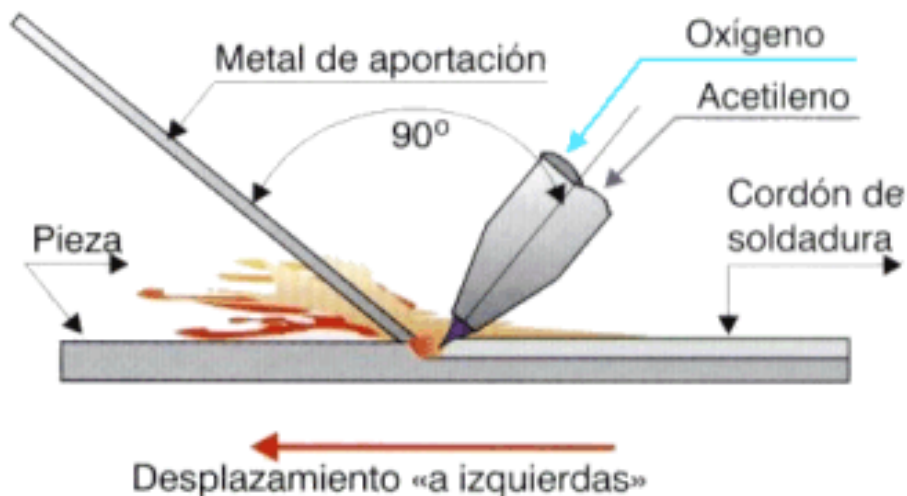
El calor aportado en este tipo de soldadura se debe a la reacción de combustión del acetileno ( $C_2H_2$ ): que resulta ser fuertemente exotérmica, pues se alcanzan temperaturas del orden de los  $3500^{\circ}C$ .  $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$ .

En la llama se distinguen diferentes zonas, claramente diferenciadas: Una zona fría a la salida de la boquilla del soplete donde se mezclan los gases, a continuación el dardo que es la zona más brillante de la llama y tiene forma de tronco de cono, posteriormente se encuentra la zona reductora que es la parte más importante de la llama, donde se encuentra la mayor temperatura (puede llegar a alcanzar los  $3150^{\circ}C$ ) y por último el penacho o envoltura exterior de la llama.

Según la relación oxígeno/acetileno la llama puede ser *oxidante* si tiene exceso de  $O_2$ , es una llama corta, azulada y ruidosa. Alcanza las máximas temperaturas. *Reductora* si tiene falta de  $O_2$ , es una llama larga, amarillenta y alcanza menos temperatura. *Neutra o normal* que es aquella ideal para soldar acero  $O_2/C_2H_2 = 1$  a  $1'14$ . Para llevar a cabo esta soldadura es necesario disponer de:

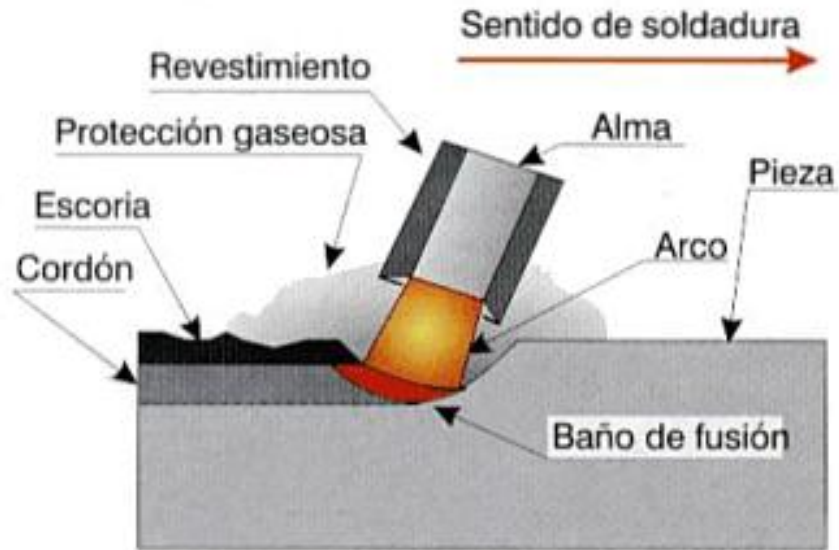
- Una botella de acetileno disuelto en acetona (lo que reduce el riesgo de explosiones indeseables). La botella va provista de válvulas de seguridad, de una llave de cierre y reducción de presión y de un manómetro de control de baja y alta presión. O bien, un generador de acetileno, aparato para producir acetileno a partir del  $C_2Ca$  y el agua.

- Una botella de oxígeno a gran presión provista también de manómetros de control de baja y alta presión, y de válvulas de cierre y reducción. La presión de trabajo se consigue abriendo la válvula de cierre por completo, y la de reducción hasta que el manómetro de baja indique la presión adecuada.
- Como material de aportación se emplean varillas metálicas de la misma composición que el metal que se desea soldar.
- El **desoxidante** depende de la naturaleza de los metales que se suelden. Suele presentarse en forma de polvo que recubre las varillas del material de aportación.
- Tuberías, por lo general de goma, que conducen el acetileno y el oxígeno hasta el soplete, permitiendo además que éste se pueda mover con facilidad. Suelen ser de distinto color, lo que permite diferenciarlas.
- Soplete. Es el dispositivo en el que se realiza la combustión de la mezcla de acetileno y oxígeno, cuya composición se regula adecuadamente por medio de dos válvulas situadas en la empuñadura. También suele disponer de boquillas intercambiables que permiten trabajar con piezas de distintos grosores.
- Material de protección adecuado (gafas protectoras, ropa, guantes...).
- Puesto de trabajo. Suele ser una mesa compuesta por un tablero de material refractario



*Figura II-4 Desplazamiento de piezas*

### 2.1.7 Soldadura por arco eléctrico



*Figura II-5 soldadura de arco*

En la actualidad, la soldadura eléctrica resulta indispensable para un gran número de industrias. Es un sistema de reducido coste, de fácil y rápida utilización, resultados perfectos y aplicable a toda clase de metales. Puede ser muy variado el proceso.

El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico. Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan íntimamente, formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea.

Al ponerse en contacto los polos opuestos de un generador se establece una corriente eléctrica de gran intensidad. Si se suministra la intensidad necesaria, la sección de contacto entre ambos polos -por ser la de mayor resistencia eléctrica- se pone incandescente. Esto puede provocar la ionización de la atmósfera que rodea a la zona de contacto y que el aire se vuelva conductor, de modo que al separar los polos el paso de corriente eléctrica se mantenga de uno a otro a través del aire.

Antes de iniciar el trabajo de soldadura se deben fijar las piezas sobre una mesa o banco de trabajo, de manera que permanezcan inmóviles a lo largo de todo el proceso. Durante la operación, el soldador debe evitar la acumulación de escoria, que presenta una coloración más clara que el metal. El electrodo ha de mantenerse siempre inclinado, formando un

ángulo de 15° aproximadamente sobre el plano horizontal de la pieza, y comunicar un movimiento lento en zigzag -de poca amplitud-, para asegurar una distribución uniforme del metal que se va desprendiendo del electrodo.

El arco eléctrico genera un cráter en la pieza. Es fundamental, para que la soldadura presente una penetración eficaz, tener en cuenta la longitud del arco (distancia entre el extremo del electrodo y la superficie del baño fundido). Si el arco es demasiado pequeño, la pieza se calienta exageradamente y la penetración resulta excesiva; en ese caso, puede llegar a producirse una perforación peligrosa. Por el contrario, si el arco es demasiado largo, se dispersa parte de su calor, y la penetración resulta insuficiente. El operario soldador ha de ser lo bastante hábil como para mantener el arco a la longitud adecuada. Las temperaturas que se generan son del orden de 3 500 oC.

Este tipo de soldadura puede realizarse con electrodos metálicos o de carbón. Esto ha dado lugar, a lo largo de la historia de la soldadura por arco, a varios procedimientos distintos:

- Procedimiento Zener. Con este método, de patente alemana, el arco salta entre dos electrodos de carbón, y mediante un electroimán se dirige hacia la junta que se desea soldar para mejorar la aportación de calor.

Actualmente este procedimiento ha caído en desuso, debido a que se forma óxido en la soldadura y a que resulta excesivamente complicada tanto la construcción de los porta electrodos como la posterior retirada de los mismos.

- Procedimiento Bernárdez. Sustituye uno de los electrodos de carbón por la pieza que hay que soldar, de manera que el arco salta entre ésta y el otro electrodo de carbón. Constituye una mejora del método de Zener, y aún se emplea en algunas máquinas de soldadura automática con corriente continua.

- Procedimiento Slavianoff. Este método, de origen ruso y que data de 1891, realiza la soldadura mediante el arco que salta entre la pieza y un electrodo metálico. Estas soldaduras son bastante deficientes, pues se oxidan con el oxígeno del aire.

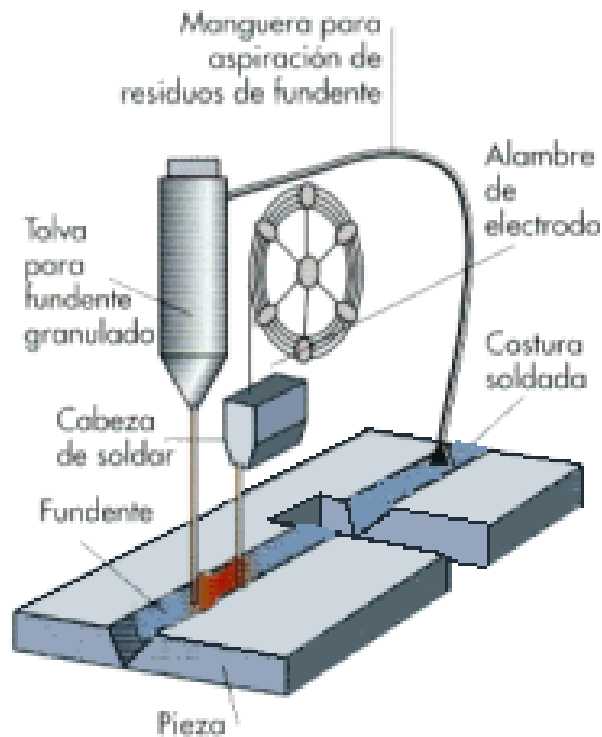
- Procedimiento Kjellberg. Finalmente, en el año 1908, Kjellberg comenzó a utilizar electrodos metálicos recubiertos de cal. Este revestimiento, aunque no es el más adecuado, mejora mucho la soldadura. Efectivamente, la idea respondió al fin deseado, de manera que en la actualidad se están obteniendo importantes avances en la investigación de recubrimientos apropiados (recubrimiento ácido, básico, oxidante, de rutilo...) para los



electrodos, que son cada vez más gruesos y completos. El recubrimiento, además, tiene otros fines como son: añadir elementos de aleación al baño fundido, formar una escoria fluida, estabilizarse el arco, etc.

Todos estos procedimientos son manuales pero hay otros procedimientos semiautomáticos o totalmente automáticos.

### 2.1.8 Soldadura por arco sumergido

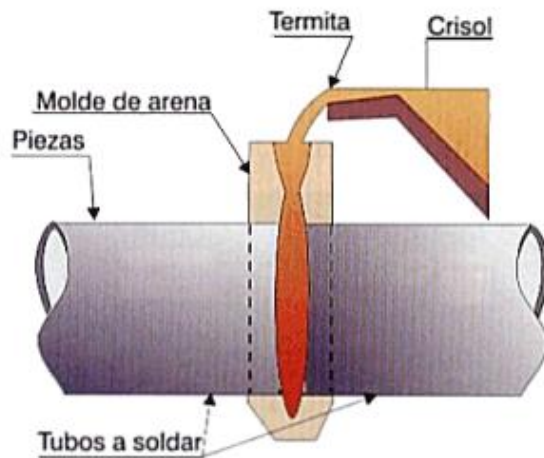


*Figura II-6 Soldadura por arco sumergido*

Utiliza un electrodo metálico continuo y desnudo. El arco se produce entre el alambre y la pieza bajo una capa de fundente granulado que se va depositando delante del arco.

Tras la soldadura se recoge el fundente que no ha intervenido en la operación.

### 2.1.9 Soldadura aluminio térmica o con termita



*Figura II-7 Soldadura térmica*

Utiliza como fuente de calor para fundir los bordes de las piezas a unir y metal de aportación el hierro líquido y sobrecalentado que se obtiene de la reacción química que se produce entre el óxido de hierro y el aluminio de la cual se obtiene la alúmina (óxido de aluminio), hierro y una muy alta temperatura.  $3 \text{Fe}_3\text{O}_4 + 8 \text{Al} \rightarrow 4 \text{Al}_2\text{O}_3 + 9 \text{Fe} + \text{calor}$  La alúmina forma una escoria en la parte superior de la unión evitando la oxidación.

Para efectuar la soldadura se realiza un molde de arena alrededor de la zona de soldadura y se vierte el metal fundido en él.

#### 2.1.9.1 Procedimientos de energía radiante

Un reducido número de procesos utilizan para la soldadura energía radiante. Su importancia, dentro del volumen total del producto industrial es todavía muy reducida; pero merecen ser destacados por lo que aportan de perspectiva de futuro.

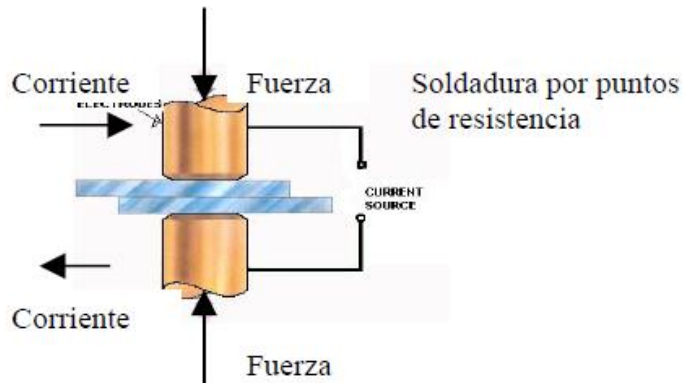
Lo que caracteriza a estos procedimientos es su extraordinario poder para aportar la energía en la zona exacta donde se necesita, mediante el enfoque de la fuente radiante sobre el objeto que se va a soldar. Como consecuencia se reduce al mínimo la zona afectada por la unión, no produciendo deformaciones apreciables.

Por todo ello, y como excepción en los procesos de soldadura, estos procedimientos aparecen como procesos de acabado, ejecutados como últimos pasos de la fabricación.

De todos ellos, el único que ya ha tomado forma de procedimiento industrial es la soldadura por haz de electrones.

El procedimiento se basa en aprovechar la energía cinética de un haz de electrones para bombardear la pieza en la zona que se desea fundir. El proceso tiene lugar en una cámara de vacío a partir de un cañón de electrones.

### 2.1.10 Soldadura por resistencia eléctrica



*Figura II-8 soldadura por punto*

Este tipo de soldadura se basa en el efecto Joule: el calentamiento se produce al pasar una corriente eléctrica a través de la unión de las piezas. El calor desprendido viene dado por la expresión:

$$Q = 0.24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

Siendo:

**Q** = calor (en calorías).

**I** = intensidad de corriente eléctrica (en amperios).

**R** = resistencia (en ohmios) al paso de la corriente eléctrica.

**t** = tiempo (en segundos).

La soldadura por resistencia puede realizarse de las siguientes maneras:

- Por puntos. Las piezas -generalmente chapas- quedan soldadas por pequeñas zonas circulares aisladas y regularmente espaciadas que, debido a su relativa pequeñez, se denominan puntos. Las chapas objeto de unión se sujetan por medio de los electrodos y, a través de ellos, se hace pasar la corriente eléctrica para que funda los puntos. Cuando se

solidifican, la pieza queda unida por estos puntos, cuyo número dependerá de las aplicaciones y de las dimensiones de las chapas que se unen.

Este tipo de soldadura por puntos tiene gran importancia en la industria moderna, sobre todo en chapa fina. Se emplea en la fabricación de carrocerías de automóviles, electrodomésticos (por ejemplo, neveras), y en las industrias eléctrica y de juguetería.

Existen algunas variantes de la soldadura por puntos: por puntos individuales, por puntos múltiples, bilateral, unilateral, etc.

#### **2.1.10.1 Como se produce un punto de soldadura**

Una corriente eléctrica circula desde un electrodo al otro atravesando las láminas a ser soldadas y en su camino encuentra unas resistencias a su paso, las cuales disipan una energía que se convierte en calor. El calor producido es directamente proporcional al valor de la resistencia.

#### **2.1.10.2 Factores que influyen en una soldadura**

Importante para la formación apropiada del área fundida entre las piezas a ser soldadas es la magnitud de la corriente, el tiempo durante el cual esta corriente fluye, y la fuerza al presionar las partes juntas. El valor óptimo de esos parámetros varía con el tipo de metal y su grosor. Para el acero bajo en carbón usado comúnmente de 1/16" de grosor, un valor típico de corriente es de 10.000 amperios, por un tiempo de ¼ de segundo, y una fuerza en los electrodos de 600 libras. Programas de soldadura por resistencia están disponibles a través de la Sociedad Americana de Soldadura, Asociación de Fabricantes de Soldadura de Resistencia y la mayoría de los fabricantes de máquinas soldadoras

#### **Corriente**

Una corriente de 10.000 amperios no está disponible en cualquier tomacorriente estándar. La máxima corriente disponible en los tomacorrientes de casa y oficinas es de 15 amperios. Aún en las fábricas donde se utilizan grandes cantidades de energía eléctrica, 200 amperios es la corriente disponible en los circuitos de distribución eléctrica. Sin embargo, para conseguir los 10.000 amperios necesarios para la soldadura por resistencia hay algunos

dispositivos que deben usarse para aumentar la corriente desde un nivel relativamente bajo de la línea de energía.

El dispositivo usado generalmente es un transformador. Los transformadores son considerados como un variador ya sea para aumentar o disminuir el voltaje, pero la corriente también puede ser transformada de la misma manera. Un transformador consiste de 2 bobinas de alambre, llamadas primaria y secundaria, enrolladas en un núcleo de hierro. La energía es transferida del primario al secundario por medio de las propiedades magnéticas del hierro. El factor por el cual la corriente o voltaje es aumentada o disminuida es aproximadamente igual al cociente entre el número de vueltas del alambre en las bobinas formando los enrollados primario y secundario del transformador. En el ejemplo precedente, donde 10.000 amperios se requerían, un transformador puede estar hecho con 100 vueltas en el primario y 2 vueltas en el secundario; un "cociente de vueltas" de 50. Una corriente de 200 amperios en el primario sería entonces transformado en  $200 \times 50$ , ó 10.000 amperios en el secundario, suficiente para hacer el trabajo de soldadura.

### **Tiempo**

La duración del tiempo que la corriente de soldadura fluye a través de las dos piezas de metal a ser soldadas es también importante. Sin embargo, dispositivo usado para encender y apagar la corriente es una parte crítica del sistema. Un relay o un switch operado manualmente puede ser considerado como un dispositivo de conmutación, pero cualquiera de los dos será inadecuado porque operan a una velocidad relativamente lenta. En el ejemplo precedente, la corriente debe ser conectada por sólo  $\frac{1}{4}$  de segundo. Es muy difícil conectar y desconectar un switch nuevamente en  $\frac{1}{4}$  de segundo, y aún más dificultoso será hacerlo consistentemente.

Sin embargo, debería usarse algunos aparatos electrónicos que no tengan partes movibles. Hay dos de estos dispositivos disponibles. El tubo de ignitron, que se ha utilizado durante muchos años es uno de ellos, y el rectificador controlado con silicón (SCR), recientemente desarrollado, es el otro. Ambos operan en virtud del hecho de que una pequeña señal eléctrica aplicada al aparato le permite a éste conectar en una pequeña fracción de segundo y conducir una gran cantidad de corriente. Removiendo la señal eléctrica se permitirá al dispositivo des- conectarse nuevamente. La rapidez en el conectarse y desconectarse es

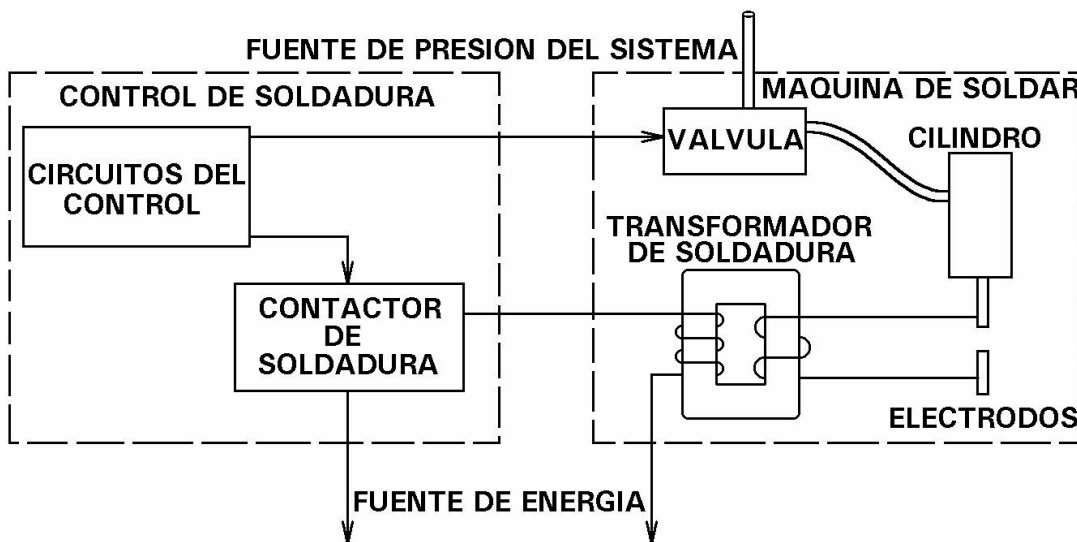
posible porque no hay partes mecánicas en movimiento. Los tubos de ignitron operan con el principio de ionización del vapor de mercurio, mientras los rectificadores controlados de silicón operan en el principio de los semi conductores de estado sólido similar a los transistores.

### Fuerza en los electrodos

El tercer factor crítico en la soldadura de resistencia es la fuerza de presión sobre los metales juntos (Fuerza de Electrodo).

Esta fuerza es necesaria para asegurar un buen contacto eléctrico entre las partes que van a ser soldadas, y para mantener las partes fijas hasta que el metal derretido que forma la junta sólida tenga tiempo de solidificarse. Dependiendo del tamaño y tipo de máquina soldadora, se usan varios métodos de desarrollo de los electrodos, pero el más común es usar aire comprimido.

En un cilindro con un pistón. El cilindro va rígidamente unido al marco de la máquina soldadora y el pistón movable está conectado al electrodo superior. Aire comprimido introducido en el cilindro desarrolla una fuerza en el pistón que, en su tiempo, empuja hacia abajo el electrodo contra el metal a ser fundido. El monto de la fuerza aplicada depende del área del pistón y de la presión del aire comprimido. En el ejemplo precedente donde 600 libras de fuerza del electrodo se requería, un pistón de diámetro de cinco pulgadas necesitaría una presión de aire de 30 libras por pulgada cuadrada.



*Figura II-9 fuente de presión del sistema*

**Tiempo de Presión**

Es el intervalo de tiempo entre la aplicación inicial de la fuerza de electrodos en el trabajo y la primera aplicación de la corriente. Nótese que esta es la definición del proceso. La definición del control es el intervalo de tiempo entre activación de secuencia y el inicio de la corriente de soldar. El tiempo de presión es necesario para retardar la corriente de soldar hasta que la fuerza del electrodo haya alcanzado el nivel deseado.

**Tiempo de Soldar**

Es el tiempo durante el cual es aplicada la corriente de soldar a la pieza de trabajo para hacer una suelda. Es medida en ciclos de línea de voltaje, como lo son todas las funciones de tiempo. Un ciclo es 1/60 de segundos en un sistema de 60 Hz de potencia.

**Tiempo de Sostenido**

Es el tiempo durante el cual la fuerza de electrodos es mantenida en la pieza de trabajo después de que el último impulso de corriente de soldar cesa. El tiempo de sostenido es necesario para permitir al botón de soldadura solidificar antes de soltar las partes soldadas.

**2.1.11 Metales soldables**

La soldabilidad de los metales y aleaciones depende de su resistencia eléctrica. De acuerdo con este criterio, los diversos materiales pueden agruparse en dos tipos:

- De elevada resistencia eléctrica y baja conductividad térmica, como los aceros, que se sueldan con intensidades relativamente pequeñas y tiempos de paso largos.
- De baja resistividad eléctrica y elevada conductividad térmica, tales como el aluminio y sus aleaciones y las aleaciones de cobre que se sueldan con altas intensidades y tiempos muy cortos.

Los aceros suaves se sueldan fácilmente, al igual que los de bajo contenido en elementos especiales. Los aceros de temple son soldables, pero precisan un recocido después de soldar debido a que por el rápido enfriamiento la soldadura se vuelve frágil. Este recocido se realiza automáticamente en algunas máquinas de soldar.

Los aceros inoxidable al cromo-níquel se sueldan muy bien con una corriente moderada, fuerte presión y un tiempo de soldadura corto y preciso. El níquel y sus aleaciones se sueldan fácilmente con una intensidad muy elevada.

El aluminio, el magnesio y sus aleaciones pueden soldarse a condición de que se emplee una corriente muy intensa durante un tiempo muy corto y se controle rigurosamente la cantidad de energía suministrada.

El latón se suelda más fácilmente que el aluminio aplicando una corriente elevada durante un tiempo corto. El zinc y sus aleaciones son delicadas de soldar por su baja temperatura de fusión. El cobre es imposible de soldar con cobre. En mejor de los casos, la soldadura es muy mala. Las aleaciones rojas y los bronce fósforos se sueldan mejor.

Los metales y las aleaciones de distinta naturaleza son soldables por puntos si forman una aleación y sus temperaturas de fusión no son muy diferentes.

## **2.2 NEUMÁTICA**

### **Definición**

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria.

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.



### 2.2.1 El Aire Comprimido En La Industria

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se desunifica y se filtra. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

### 2.2.2 La Presión y sus Unidades

Bajo presión se entiende la parte de una fuerza  $F$  que se aplica sobre una superficie determinada ( $A$ ). En consecuencia, el cociente de la presión es el siguiente:

$$p = \frac{F}{A}$$

Considerando la libre movilidad térmica de sus moléculas, los gases tienen la propiedad de llenar cualquier espacio cerrado en el que se encuentran. Ese espacio cerrado puede ser un depósito.

Las partículas oscilantes del gas chocan con la pared interior del depósito, con lo que aplican brevemente una fuerza en dicha pared. La suma de estas fuerzas redonda en la aplicación de una fuerza constante que se expresa como presión aplicada a la pared exterior del depósito. Siendo constante la temperatura, dicha fuerza es proporcional a la cantidad de moléculas contenidas en el depósito.

En el sistema internacional de unidades (sistema internacional SI) en 1978, el Pascal (Pa) se aceptó como unidad oficial de la presión, siendo:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/ms}^2$$

$$10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar}$$

### 2.2.3 Propiedades Del Aire Comprimido

- **Expansión:** Aumento de volumen de una masa de aire al verse reducida la presión ejercida por una fuerza o debido a la incorporación de calor.
- **Contracción:** Reducción de volumen del aire al verse presionado por una fuerza, pero este llega a un límite y el aire tiende a expandirse después de ese límite.
- **Fluidez:** Es el flujo de aire de un lugar de mayor a menor concentración sin gasto de energía
- **Presión atmosférica:** Fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen:** Es el espacio que ocupa el aire.
- **Densidad:** Es de  $1,18 \text{ kg/m}^3$  (a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- **Viscosidad:** Es de  $0,018 \text{ cP}$  (a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )

### 2.2.4 Ventajas Del Aire Comprimido

En la industria manufacturera el aire comprimido constituye una fuente de energía muy útil para realizar trabajos, debido a sus propiedades y ventajas. Entre las ventajas del aire están:

- Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- El aire comprimido es limpio y, en caso de estancarse en elementos, no produce ningún contaminante, esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.

- La concepción de los elementos de trabajo es simple, por tanto, un precio económico.
- Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa trabajar sin riesgo alguno de sobrecargas.

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado
- La presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bares), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).
- El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales silenciadores.
- El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y de buen rendimiento.

### **Aplicaciones de la Neumática**

- Industria Alimentaria
- Industria del Automóvil
- Industria del Plástico

- Industria Química y Petroquímica
- Industria de la Madera
- Industria Mecánica y Metalúrgica, etc.

#### **4.1 SISTEMAS NEUMÁTICOS**

Los accionamientos neumáticos para herramientas se aplican cuando se exige un movimiento rápido y la fuerza no sobrepasa 30.000 N (3.000 kp). Para esfuerzos superiores, no conviene aplicar cilindros neumáticos.

El accionamiento neumático sufre otra limitación cuando se trata de movimientos lentos y constantes. En tal caso no puede emplearse un accionamiento puramente neumático. La compresibilidad del aire, que muchas veces es una ventaja, resulta ser en este caso una desventaja.

Para trabajos lentos que requieren el uso de una gran fuerza y constantes se busca la ayuda de la hidráulica y se reúnen las ventajas de ésta con las de la neumática:

Elementos simples de mando neumático, velocidades regulables y en algunos casos fuerzas grandes con cilindros de pequeño diámetro. El mando se efectúa a través del cilindro neumático. La regulación de la velocidad de trabajo se realiza por medio de un cilindro hidráulico.

Este sistema se emplea con gran frecuencia en procedimientos de trabajo con arranque de virutas, como en el taladrado, fresado y torneado, así como en dispositivos de amplificación de la presión, prensas y dispositivos de sujeción.

#### **4.2 ELECTRONEUMÁTICA**

##### **Definición**

La Electro neumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. Se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro neumático en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.

En la electro neumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la Neumática básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido. Las electroválvulas son convertidores electroneumática que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática. Por otra parte los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con lo que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas

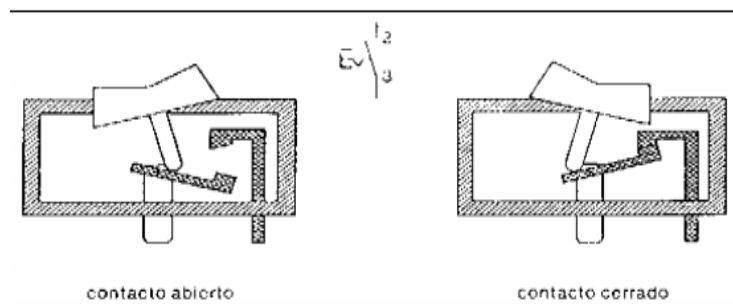
### 2.4.1 Sistema Electroneumática

Un sistema electroneumático consta de un circuito neumático simple y en paralelo circuitos Eléctricos, en ocasiones bastante complejos, donde tiene una gran importancia la forma de Representación de cada elemento. El circuito eléctrico está formado por:

- Elementos eléctricos para la entrada de señales
- Elementos eléctricos o electrónicos para el procesamiento de señales.

### 2.4.2 Interruptor Electromecánico Para La Entrada De Señal

Al pulsar el botón queda mecánicamente enclavado. Al volver a accionarlo, queda Nuevamente desenclavado

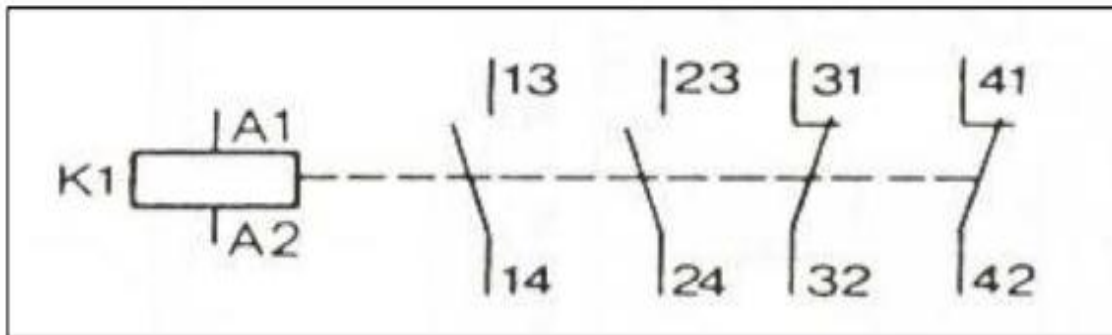


*Figura II-10 Interruptor Electromecánico*

### 2.4.3 Relés

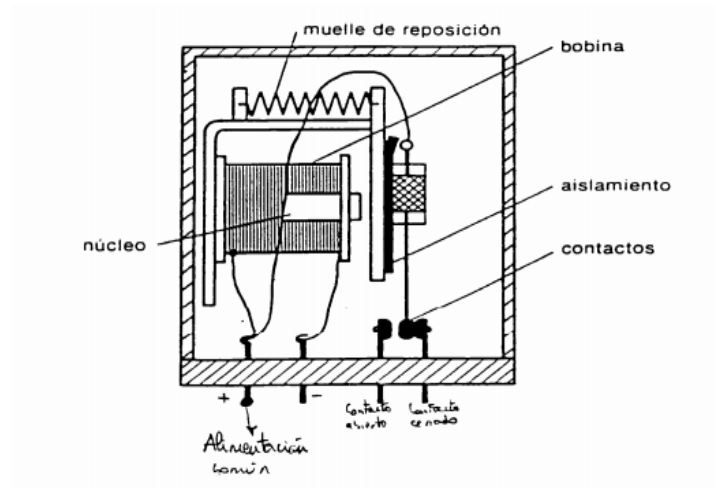
Los relés son elementos eléctricos que conectan y mandan con un coste energético relativamente bajo. Aplicando tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina.

Dicha armadura está unida mecánicamente a los contactos, que se abre o cierran (según su disposición). Si desaparece la tensión, la armadura retorna a su posición inicial por la fuerza del muelle. En la práctica se utilizan símbolos que facilitan su representación. Cuando hacen falta contactos distintos, se emplean relés con contactos de apertura y de cierre en un mismo elemento. En el siguiente ejemplo, se dispone de un relé K1 con su alimentación (A1 – A2), dos Contactos de apertura y dos de cierre:



*Figura II-11 Esquema de Conexión*

Tienen la ventaja de poder trabajar a diferentes tensiones y en un marco amplio de temperaturas. Sus principales desventajas son la abrasión de los contactos (por el arco), el espacio que ocupan con relación a los transistores, el ruido que producen, el efecto que puede producir el efecto en sus contactos.



*Figura II-12 Partes de Un Relé*

### 4.3 ELECTROVÁLVULAS

#### Definición

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

Las electroválvulas resultan del acoplamiento de un sistema electromecánico (solenoide – electroimán de accionamiento) a una válvula de distribución neumática elemental convirtiéndola a una de accionamiento eléctrico.

#### 2.5.1 Funcionamiento

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es normal que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y

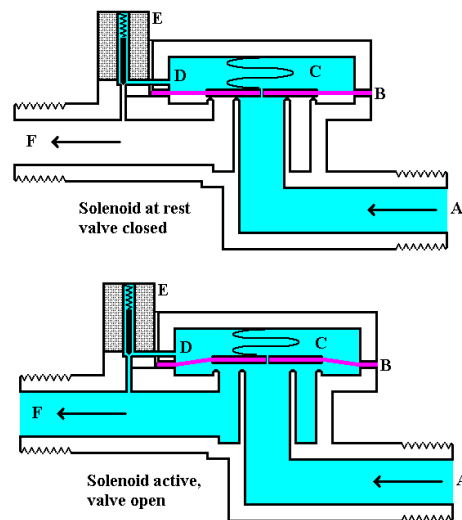
que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.



*Fig. II-13 Funcionamiento de una válvula*



En la parte superior vemos la válvula cerrada. El aire bajo presión entra por **A**, **B** es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil.

El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de aire. Esto hace que el aire llene la cavidad **C** y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es igual a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Ahora estudiamos el conducto **D**. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide **E** al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el aire desde la cavidad **C** hacia la salida con lo cual disminuye la presión en **C** y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de aire desde la entrada **Aa** a la salida **F** de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto **D** y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad **C**.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla.

Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

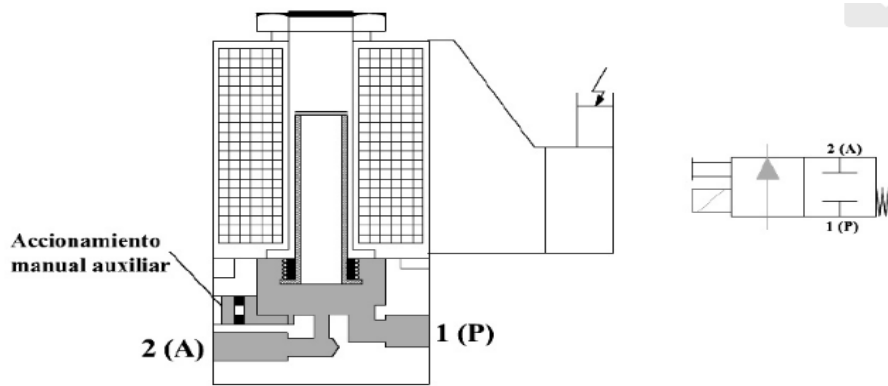
### **2.5.2 Clasificación de Electroválvulas**

Podemos citar cuatro tipos principales de electroválvulas:

- Electroválvula 2/2 vías
- Electroválvula 3/2 vías
- Electroválvula 4/2 vías
- Electroválvula 5/2 Vías

### 2.5.3 Electroválvula 2/2 Vías Monoestable

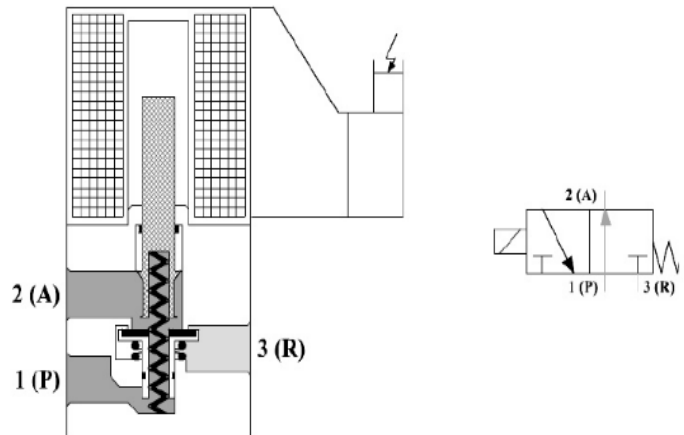
En estado de reposo esta válvula se encuentra cerrada, se trata de una válvula de asiento accionada unilateralmente.



*Figura II-14 Electroválvula 2/2 Monoestable*

### 2.5.4 Electroválvula 3/2 Vías Monoestable

Por su construcción este tipo se denomina de asiento y es accionada unilateralmente con reposición por muelle. La válvula está abierta en reposo.



*Figura II-15 Electroválvula 3/2 Monoestable*

#### 4.4 Válvulas



*Figura II-16 Tipos de Válvulas*

Una válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 300 ft (90 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in<sup>2</sup> (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

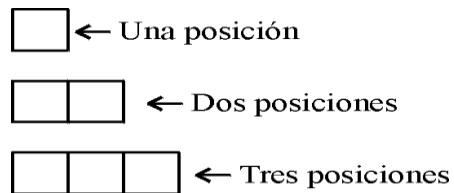
### 2.6.1 Representación esquemática de las válvulas

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

1. Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
2. Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados como se muestra en la fig.II-3.La cantidad de cuadrados indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.

El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros). Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.

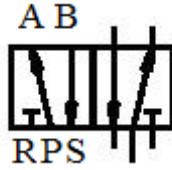


*Figura II-17 Representación de N° de Posiciones de las Válvulas*

La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.

La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos.

La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.



*Figura II-18 Representación de N° de Posiciones y Vías de las Válvulas*

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas:

Rige lo siguiente:

Tuberías o conductos de trabajo A, B, C

Empalme de energía P

Salida de escape R, S, T

Tuberías o conductos de pilotaje Z, Y, X. (8)

#### **4.5 INGENIERIA AUTOMATICA**

La ingeniería automática conocida también como ingeniería de control es el uso de elementos sistemáticos (como control numérico (NC), controladores lógicos programables (PLC) y otros sistemas de control industrial) relacionados con otras aplicaciones de la tecnología de la información, para el control industrial de maquinaria y procesos, reduciendo la necesidad de intervención humana.

En el ámbito de la industrialización, la automatización está un paso por delante de la mecanización. Mientras que la mecanización provee operadores humanos con maquinaria para ayudar a exigencias musculares de trabajo, la automatización reduce

considerablemente la necesidad para exigencias humanas sensoriales y mentales. Los procesos y los sistemas también pueden ser automatizados.

La ingeniería automática es un área multidisciplinar encargada de la concepción y desarrollo de autómatas y de otros procesos automáticos en las siguientes áreas:

- Automatización de edificios (domótica)
- Simulación de Procesos Químicos
- Ingeniería mecánica
- Automóviles
- Aeronáutica y astronáutica
- Robótica
- Biología
- Medicina
- Mecatrónica

Dentro de la ingeniería automática se encuentran, entre otras, las siguientes subdisciplinas:

- Instrumentación automática
- Tecnología de sensores
- Regulación automática
- Control de procesos
- Ingeniería automática
- Vigilancia
- Diagnóstico de fallos
- Optimización
- Visualización de procesos

El diseño, implementación y puesta en marcha de sistemas automáticos es un proceso muy metódico. Estos métodos de la ingeniería automática están en parte divididos en procesos.

Hoy en día, la ingeniería electrónica es una parte integrante de la ingeniería de control. Casi todos los sistemas automáticos funcionan con ayuda de la electrónica, quedando los sistemas automáticos basados en la mecánica en un segundo plano.

La mayoría de los métodos generales de la ingeniería de control se basan en el uso de modelos analíticos del proceso que se quiere estudiar obtenidos de forma teórica o experimental. A partir de estos modelos se pueden usar métodos científicos para obtener sistemas de control para los mismos.

Con estos métodos se pueden diseñar sistemas inteligentes con reguladores basados en modelos que se auto-actualizan y con control de fallos, que pueden tomar decisiones en función de la información que obtienen a través de sus sensores. Los mismos son también de gran importancia en Mecatrónica y son usados también en el control digital de robots, máquinas herramienta, motores, automóviles y sistemas neumáticos e hidráulicos.

#### **4.6 CONTROL**



*FiguraII-19 Brazo Robótico controlado para Mover figuras*

El control es un área de la ingeniería y forma parte de la Ingeniería de Control. Se centra en el control de los sistemas dinámicos mediante el principio de la realimentación, para conseguir que las salidas de los mismos se acerquen lo más posible a un comportamiento predefinido. Esta rama de la ingeniería tiene como herramientas los métodos de la teoría de sistemas matemática.

La ingeniería de control es una ciencia interdisciplinar relacionada con muchos otros campos, principalmente las matemáticas y la informática. Las aplicaciones son de lo más variado: desde tecnología de fabricación, instrumentación médica, Subestación eléctrica, ingeniería de procesos, robótica hasta economía y sociología. Aplicaciones típicas son, por ejemplo, el piloto automático de aviones, barcos y el ABS de los automóviles.

El control de temperatura en una habitación es un ejemplo claro y típico de una aplicación de ingeniería de control. El objetivo es mantener la temperatura de una habitación en un valor deseado, aunque la apertura de puertas y ventanas y la temperatura en el exterior hagan que la cantidad de calor que pierde la habitación sean variables (perturbaciones externas). Para alcanzar el objetivo, el sistema de calefacción debe modificarse para compensar esas perturbaciones.

La ingeniería de control moderna se relaciona de cerca con la Ingeniería eléctrica y la electrónica, pues los circuitos electrónicos pueden ser modelados fácilmente usando técnicas de la teoría de control.

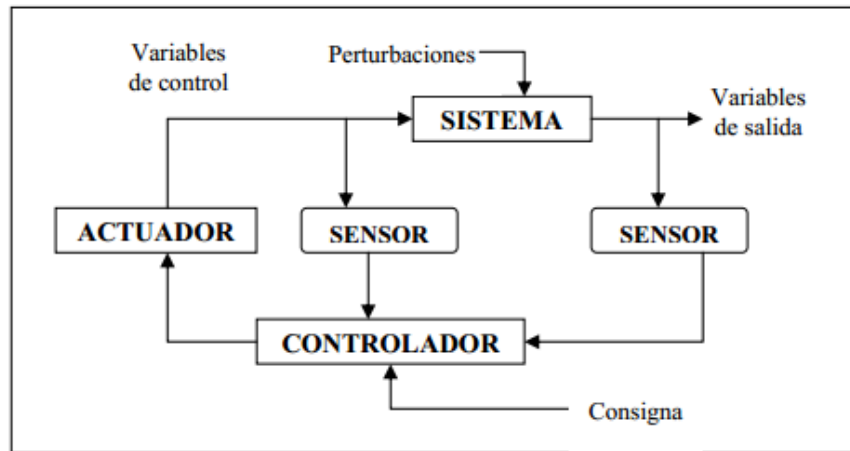
Anterior a la electrónica moderna, los dispositivos para el control de procesos eran diseñados por la ingeniería mecánica, los que incluían dispositivos tales como levas junto con dispositivos neumáticos e hidráulicos. Algunos de estos dispositivos mecánicos siguen siendo usados en la actualidad en combinación con modernos dispositivos electrónicos.

El control aplicado en la industria se conoce como control de procesos. Se ocupa sobre todo del control de variables como temperatura, presión, caudal, etc, en un proceso químico de una planta. La ingeniería de control es un área muy amplia y cualquier ingeniería puede utilizar los mismos principios y técnicas que esta utiliza.

La ingeniería de control se ha diversificado a tal punto que hoy se aplica incluso en campos como la biología, las finanzas, e incluso el comportamiento humano.



La ingeniería de control comienza con el uso de la matemática elemental y la transformada de Laplace (llamada teoría de control clásica). En el control lineal, se hace análisis de los sistemas en el dominio de la frecuencia y del tiempo mientras que en los sistemas no lineales y en el control digital se requiere el uso del álgebra lineal y de la transformada Z respectivamente.



*Figura II-20 Esquema General de un Sistema de Control*

### 2.8.1 Tipos De Sistemas De Control

Varios son los criterios que pueden seguirse para clasificar los sistemas de control:

En función de que el estado de la salida intervenga o no en la acción de control

- Lazo Abierto
- Lazo Cerrado

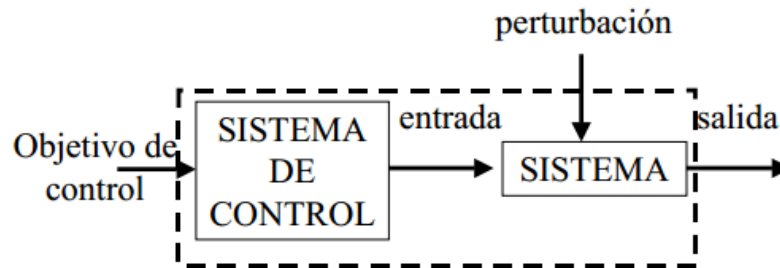
Según las tecnologías puestas en juego

- Mecánicos
- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos
- Electrónicos

Atendiendo a las técnicas de procesamiento de la señal

- Analógicas
- Digitales

### 2.8.2 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO



*Figura II-21 Lazo Abierto*

La acción de control se calcula conociendo la dinámica del sistema, las consignas y estimando las perturbaciones. Esta estrategia de control puede compensar los retrasos inherentes del sistema anticipándose a las necesidades del usuario. Sin embargo, el lazo abierto generalmente es insuficiente, debido a los errores del modelo y a los errores en la estimación de las perturbaciones. Por ello, es común la asociación de lazo cerrado-lazo abierto, de modo que el lazo cerrado permite compensar los errores generados por el lazo abierto

El control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos (event-driven) o por tiempo (timed-driven). Se programa utilizando PLCs (controladores de lógica programable)

#### **Las desventajas que tiene el control por lazo abierto son:**

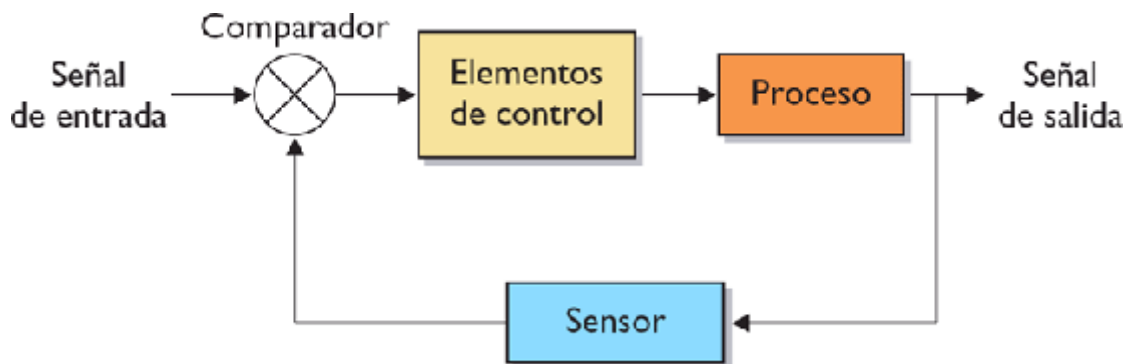
- Jamás se conoce la planta, a lo más se puede conocer un modelo aproximado, por lo que no se puede lograr el inverso perfecto.

- No se puede usar para controlar plantas inestables.
- No compensa perturbaciones en el sistema.
- Si la planta tiene grado relativo mayor que cero, no se puede crear un controlador que la invierta, ya que no se puede hacer una función de transferencia con grado menor que cero.
- Es imposible invertir perfectamente una planta, si esta tiene retardos, ya que su inverso sería un adelanto en el tiempo (se debería tener la capacidad de predecir el futuro).

Una idea más avanzada, y más ampliamente implementada, es el concepto de feedback o realimentación, en que se usa la medición de la salida del sistema, como otra entrada del mismo, de tal forma que se puede diseñar un controlador que ajuste la actuación para variar la salida y llevarla al valor deseado.

Por ejemplo en un automóvil con control de crucero la velocidad se censa y se retroalimenta continuamente al sistema que ajusta la velocidad del motor por medio del suministro de combustible al mismo, en este último caso la salida del sistema sería la velocidad del motor, el controlador sería el sistema que decide cuanto combustible echar de acuerdo a la velocidad y la actuación sería la cantidad de combustible suministrado.

### 2.8.3 SISTEMA DE CONTROL DE LAZO CERRADO



*Figura II-22 Lazo Cerrado*

La acción de control se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada. Las perturbaciones, aunque sean desconocidas son consideradas indirectamente mediante sus efectos sobre las variables de salida. Este tipo de estrategia de control puede aplicarse sea cual sea la variable controlada. La gran mayoría de los sistemas de control que se desarrollan en la actualidad son en lazo cerrado.

Aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control).

Los sistemas de control en lazo cerrado se definen como aquellos en los que existe una realimentación de la señal de salida, o dicho de otra forma, aquellos en los que la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. En algunas ocasiones, la señal controlada y la señal de referencia no son de la misma naturaleza, por ejemplo, la señal controlada puede ser una velocidad, y la señal de referencia una tensión. El instrumento encargado de detectar la señal de salida para utilizarla de nuevo en el captador. Este elemento mide la señal controlada y la transforma en una señal que puedan entender los demás componentes del sistema del controlador. Los tipos más habituales de señales empleadas suelen ser neumáticas o eléctricas.

**Las ventajas que tiene el control por retroalimentación son:**

- Puede controlar sistemas inestables
- Puede compensar perturbaciones
- Puede controlar sistemas incluso si estos tienen errores de modelado

**Desventajas:**

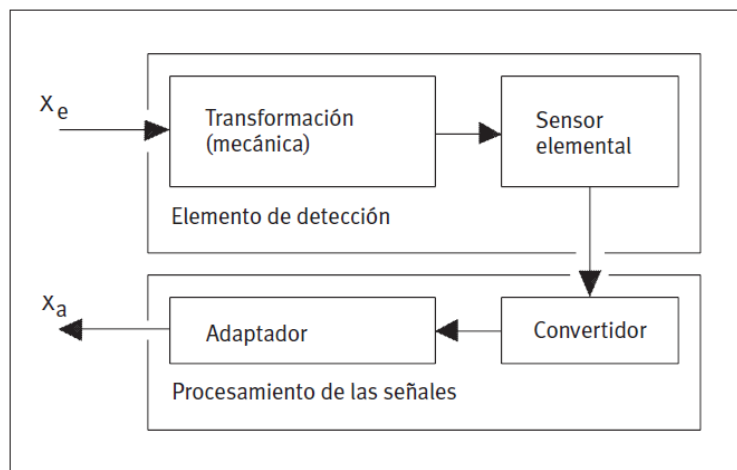
- El uso de sensores hace más costoso el control
- Se introduce el problema del ruido, al hacer la medición

## 2.9 SENSORES

### Definición

Los sensores son unos dispositivos que transforman parámetros físicos en parámetros eléctricos. Se usan diferentes tipos de sensores dependiendo de la variable física que se desee tratar.

En la fig. III-7 se muestra un esquema que explica el funcionamiento general de un sensor. Se puede apreciar que, por regla general, es necesario procesar de alguna manera las señales (procesamiento previo) antes de que la información llegue a un sistema ejecutor constituido por actuadores. La función del sensor aprovecha para la primera conversión de señales recurriendo a diversos principios físicos.



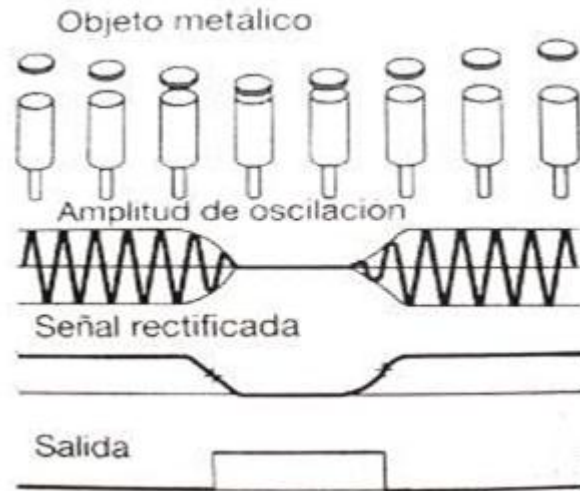
*Fig. II-23.- Funcionamiento de un sensor*

### 2.9.1 Tipos de Sensores

Dependiendo del tipo de material o proceso a automatizar se puede elegir diversos tipos de sensores, existe una gran variedad de sensores en el mercado entre los más conocidos tenemos:

### 2.9.2 Sensores Inductivos

Como se puede observar en la fig.III-28, los sensores de proximidad inductivos están formados por un oscilador que empieza a oscilar si consume cierta corriente, entonces se crea un campo alterno de alta frecuencia que sobresale.



*Fig.II-24 Sensor Inductivo*

Si en este campo irrumpe un objeto metálico (no hace falta que sea ferromagnético), se induce en el objeto una corriente que se opone al campo. Entonces el consumo de corriente disminuye, esta pérdida de corriente nos da mucha información: por ejemplo podemos medir y controlar posiciones o también podemos calcular la velocidad y las revoluciones del objeto en movimiento.

#### **Ventajas:**

- No hay contacto con el objeto.
- No están expuestos al desgaste.
- No necesita mantenimiento.
- La respuesta del detector es clara y rápida.
- Insensibles a los golpes, a las vibraciones y al polvo.
- Resistentes a muchos productos químicos.
- Son de tamaño pequeño.
- Se puede instalar en cualquier lugar.

**Inconvenientes:**

- Solo puede medir distancias pequeñas
- Solo se puede medir velocidades de hasta 50.000 r.p.m.

**Aplicaciones:**

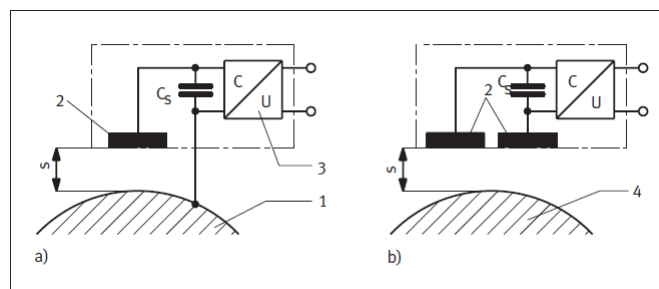
Su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos ya que sus aplicaciones son muchas y es de larga duración, sin mantenimiento y muy eficaz.

Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca para facilitar su montaje, puede medir magnitudes tales como distancia o velocidad.

Una buena aplicación industrial podría ser la de una cadena de montaje de objetos metálicos de tal forma que los sensores inductivos avisarían si falta algún objeto o si alguno no está en su posición correcta.

**2.9.3 Sensor Capacitivo**

Los detectores de proximidad capacitivos funcionan como un condensador. Pueden utilizarse para la detección de objetos conductores o dieléctricos. En la fig. III-29 se muestra su principio de funcionamiento. En este caso, se mide la distancia "s". La distancia de conmutación puede ser de máximo 60 mm aproximadamente. Los detectores capacitivos se utilizan especialmente para la medición precisa de recorridos. En el caso de construcción estubulares, los recorridos pueden llegar a ser de hasta 2 metros.



**Figura. II-25 Principio De Funcionamiento Del Sensor Capacitivo**

**Funcionamiento:**

Las sustancias metálicas y las no metálicas, tanto si son líquidas como sólidas, disponen de una cierta conductividad y una constante eléctrica. Los sensores capacitivos detectan los cambios provocados por estas sustancias en el campo eléctrico de su área de detección. Se observa que hay un campo estático provocado por el oscilador del sensor, ya que está situado detrás del electrodo de base. Durante ese periodo de encendido y apagado del oscilador, la evaluación de los cambios nos da información exacta sobre el objeto.

**Ventajas:**

- Alto nivel de estabilidad con temperatura.
- Alcances de detección mejorados para reservas funcionales.
- Inmunidad contra:
  - Interferencias electromagnéticas (por ejemplo: las que da un teléfono móvil)
  - Choques, vibraciones y polvo.
  - No están expuestos al desgaste.
  - No necesita mantenimiento.
  - Resistentes a muchos productos químicos.
  - Son de tamaño pequeño.
  - Se puede instalar en cualquier lugar.

**Inconvenientes:**

El principio capacitivo tiene como desventaja la detección adicional de depósitos de suciedad y humedad en la superficie misma del detector. El polvo, aceite y agua constituyen fuentes de posibles errores, ya que tienen un efecto aislante. En esos casos, el error consiste en que la distancia total medida es menor que la distancia real.

Para solucionar este problema se utilizan detectores capacitivos provistos de un electrodo de compensación, con lo que en la mayoría de los casos se evita una conmutación indebida.



**Aplicaciones:**

Como los sensores inductivos, su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos. Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca para facilitar su montaje. Se utiliza generalmente en procesos de automatización para detectar la presencia y/o niveles de líquidos, detectar polvo en los objetos, y también para identificar sólidos.

**2.9.4 Sensor de Proximidad Fotoeléctrico**

La detección de la posición de objetos puede realizarse con detectores optoelectrónicos que funcionan con luz del espectro luminoso visible o con luz infrarroja.

Estos sensores se utilizan especialmente para la detección de objetos no metálicos, ya que son capaces de detectar vidrio, de comprobar el nivel de llenado, de controlar la presencia de piezas, además de muchas otras aplicaciones nuevas que van surgiendo constantemente.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los sistemas ópticos son sensibles a la suciedad y a la humedad. Por ello, los modernos detectores de este tipo disponen de un sistema de indicación de reserva operativa para informar sobre su capacidad de recepción.

Si en el ambiente hay mucha suciedad, es posible limpiar las lentes de los detectores con chorros de aire comprimido.

Los sistemas más conocidos son las barreras de luz y los detectores de reflexión directa. En la tabla III-1 se incluye una lista no exhaustiva de este tipo de sensores. (14Blue DigestonAutomation Pag.25-45)

Denominación	Esquema	Explicación
Barrera de luz sin reflexión		Emisor y receptor separados y opuestos. Para efectuar la medición se aprovecha la interrupción del haz de luz. Utilización en distancias de hasta 30 metros.
Barrera de luz con reflexión		Emisor y receptor en un solo cuerpo. Adicionalmente se necesita un reflector en el lado opuesto. Se mide la interrupción del haz. Utilización en distancias de hasta 4 metros.
Detector de reflexión directa		Emisor y receptor en un solo cuerpo. La luz se refleja y vuelve al receptor. En este caso, el propio objeto hace de reflector. Utilización en distancias desde 0,1 hasta 0,4 metros.
Detector de transmisión		Emisor y receptor separados y opuestos. Ambos están enfocados en el punto de paso de los objetos. Utilización para la detección de objetos transparentes o de superficies claras.
Barreras de haces múltiples		Barreras de corta distancia, con un emisor y varios receptores. Por ello, la disposición de los emisores "S" y de los receptores "E" tiene que ser alterna.

*Tabla II-26- Tipos de Sensores Ópticos*

### 2.9.5 Sensores Fotoeléctricos Directos.

Como se muestra en la fig.III-11 el emisor (integrado en el sensor juntamente con el receptor) genera un flujo de luz modulado. Si un objeto se sitúa en este flujo de luz entonces la luz se refleja en el objeto, una parte de esta luz reflejada va a parar en el sensor. El receptor la capta y dependiendo de la superficie, intensidad y color se puede evaluar los cambios, estos nos da información exacta sobre el objeto.



*Fig.II-27 Sensor Fotoeléctrico Directo*

## **CAPITULO III**

### **3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)**

#### **3.1 ASPECTOS GENERALES**

##### **Historia Del PLC**

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores.

Los PLC fueron inventados en respuesta a las necesidades de la automatización de la industria automotriz norteamericana por el ingeniero Estadounidense Dick Morley. Antes

de los PLC, el control, la secuenciación, y la lógica para la manufactura de automóviles era realizada utilizando relés, contadores, y controladores dedicados.

El proceso para actualizar dichas instalaciones en la industria año tras año era muy costoso y consumía mucho tiempo, y los sistemas basados en relés tenían que ser recableados por electricistas especializados. En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) ofertó un concurso para una propuesta del reemplazo electrónico de los sistemas cableados.

La propuesta ganadora vino de Bedford Associates de Boston, Massachusetts. El primer PLC, fue designado 084, debido a que fue el proyecto ochenta y cuatro de Bedford Associates. Bedford Associates creó una nueva compañía dedicada al desarrollo, manufactura, venta y servicio para este nuevo producto: Modicon (MODularDIGitalCONtroller o Controlador Digital Modular).

Una de las personas que trabajó en ese proyecto fue Dick Morley, el que es considerado como "padre" del PLC. La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía Alemana AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño.

Uno de los primeros modelos 084 que se construyeron se encuentra mostrado en la sede de Modicon en el Norte de Andover, Massachusetts. Fue regalado a Modicon por GM, cuando la unidad fue retirada tras casi veinte años de servicio ininterrumpido.

La industria automotriz es todavía una de las más grandes usuarias de PLC, y Modicon todavía numera algunos de sus modelos de controladores con la terminación ochenta y cuatro. Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores.

Algunas marcas con alto prestigio son ABB Ltd., Koyo, Honeywell, Siemens, TrendControls, Schneider Electric, Omron Rockwell (Allen-Bradley), General Electric,

frazmax, TescoControls, Panasonic (Matsushita), Mitsubishi e IsiMatrix machines. También existe un rango de PLCs fabricados para aplicaciones en automotores, embarcaciones, ambulancias y sistemas móviles para el mercado internacional de SCM International, Inc.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

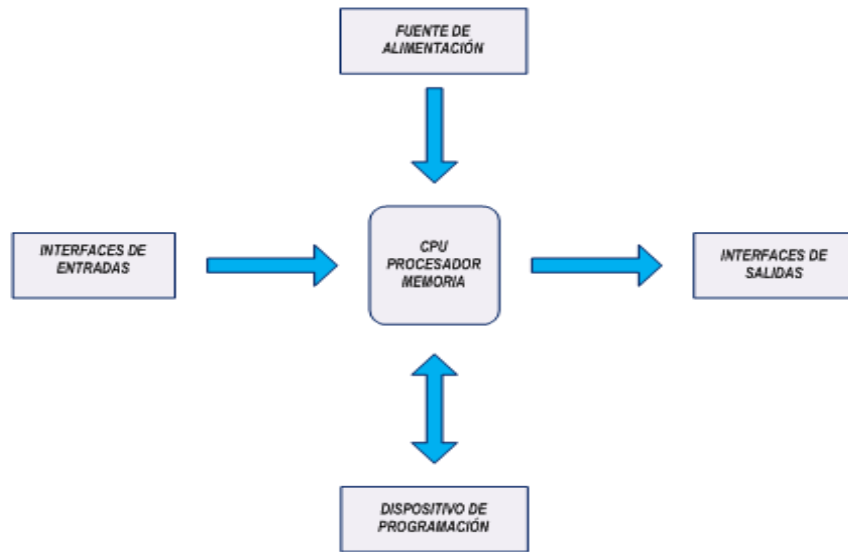
Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés FunctionBlockDiagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operadores, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

### **3.1.2 Estructura del PLC**

Un Controlador Lógico Programable es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa. En la fig. V-24 se muestra la estructura de un PLC.

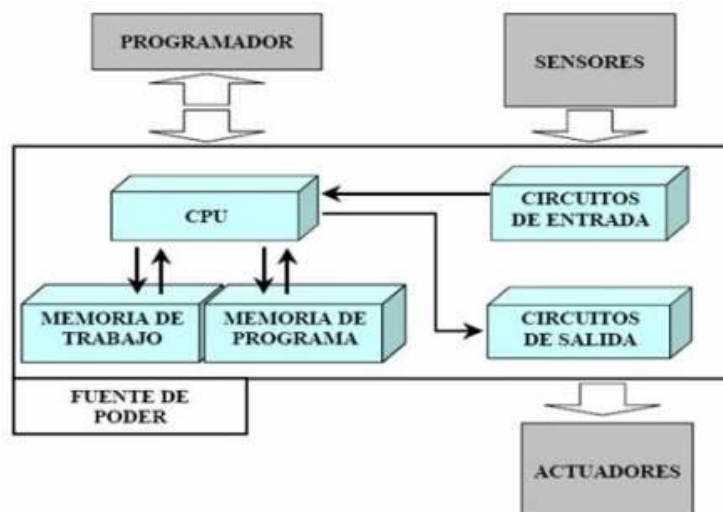


*Figura III-1 Estructura Lógica de un PLC*

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora.

### 3.1.3 Estructura Básica Del Hardware



*Figura. III-2 Estructura Básica del PLC*

La estructura básica del hardware de una consola Programable propiamente dicha está constituida por:

- a. Fuente de alimentación
- b. Unidad de procesamiento central (CPU)
- c. Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- d. Modulo de memorias
- e. Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen Módulos Inteligentes.

#### **a. Fuente De Alimentación**

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

+ 5 V para alimentar a todas las tarjetas

+ 5.2 V para alimentar al programador

+ 24 V para los canales de lazo de corriente 20 mA.

#### **b. Unidad De Procesamiento Central (C.P.U.)**

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, que en otros términos podría considerarse el cerebro del controlador.

La unidad central está diseñada a base de microprocesadores y memorias; contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas, etc. Su misión es leer

los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

### **c. Módulos o Interfaces De Entrada y Salida (E/S)**

Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

#### **Tipos de Módulos de Entrada y Salida**

Debido a que existen gran variedad de dispositivos exteriores (captadores, actuadores), encontramos diferentes tipos de módulos de entrada y salidas, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o analógica) a determinado valor de tensión o de corriente en DC o AC.

- Módulos de entradas discretas
- Módulos de salidas discretas
- Módulos de entrada analógica
- Módulos de salida analógica

### **d. Módulos de Memorias**

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente.

Se cuenta con dos tipos de memorias:

- Volátiles (**RAM**)
- No volátiles (**EPROM y EEPROM**)

### **e. Unidad de Programación**

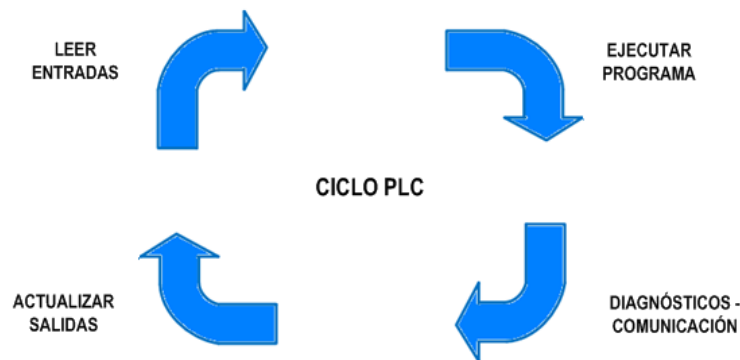
Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización.



Existen tres tipos de programadores los manuales (Hand Held) tipo de calculadora, Los de video tipo (PC), y la (computadora).

### 3.1.4 Funcionamiento del CPU

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído, en la fig.V-25 se muestra el ciclo de funcionamiento del CPU. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.



*Figura III-3 Ciclo de Funcionamiento del CPU de un PLC*

Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- Flexibilidad.- Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- Tiempo.-Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.
- Cambios.- Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.
- Confiabilidad

- Espacio
- Modularidad
- Estandarización

### **3.2 PARTES DE UN PLC**

Cada Controlador Lógico Programable se compone de dos partes básicas:

- Sección operativa (SO)
- Sección de comando (SC)

#### **3.2.1 Sección Operativa (SO).**

Es la que opera la materia prima y el producto en general. Se compone de los medios y herramientas necesarias para transformar la materia prima, por ejemplo: bombas, utensilios, taladros, etc.

Los accionadores destinados a mover y poner en funcionamiento estos medios, por ejemplo:

- Motores eléctricos para accionar una bomba.
- Gatos hidráulicos para cerrar una válvula.
- Gatos neumáticos para taladrar un cabezal de perforación.

#### **3.2.2 Sección De Comando (SC)**

Es la que emite las órdenes hacia la sección operativa (SO) y recoge las señales de retorno para sus acciones. Cada vez más, la sección de comando (SC) se basa en técnicas de lógica programada. Como parte central de la sección de comando (SC) está el tratamiento, que conste en la unión de tres diálogos:

### **1. El Diálogo con la Máquina:**

Consiste en el comando de los accionadores, (motores) a través de los pre-accionadores (contadores, distribuidores, variadores), y de la adquisición de las señales de la retroalimentación provenientes de los sensores que dependen de la evolución del proceso.

### **2. El Diálogo Hombre-Máquina:**

Para manejar, regular, calibrar la máquina, el personal introduce mensajes y comandos y recoge informaciones del autómeta.

### **3. El Diálogo con otras Máquinas:**

Varias máquinas pueden operar en una misma producción. Su coordinación está asegurada por el diálogo entre las secciones de comando.

## **3.3 COMPONENTES DE UN PLC**

### **a. Entradas**

Constituyen la etapa de entrada del PLC. Desde la parte externa del PLC lucen como una bornera donde se deben colocar los cables con las señales que provienen de los transductores, pero internamente están conformadas por circuitos electrónicos que acoplan esas señales a las especificaciones de señales que el PLC puede manipular.

Según la naturaleza de la señal que se recibe de los transductores, las entradas se clasifican en:

#### **1. Entradas digitales**

Estas entradas se diseñan para recibir señales cuantificadas de los sensores de campo. Dichas señales varían sólo entre dos estados. El PLC codifica estas señales según su

amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, y 0 lógico para el nivel de amplitud menor. Los niveles de amplitud que el PLC entenderá son definidos por el fabricante.

Este tipo de señales generalmente provienen de transductores como: interruptores, botoneras, sensores de fin de carrera, etc.

## **2. Entradas analógicas**

Son las que reciben señales analógicas de los transductores de campo. Estas señales generalmente provienen de sensores que miden el valor instantáneo de una variable física. Ejemplos de este tipo de señales son: la salida de una tacométrica, de un foto sensor o de un sensor de nivel.

El valor de la señal analógica se transforma en una señal digital de tal forma que el procesador la pueda manipular. Un aspecto importante de esta transformación es la resolución con que se realiza en el interior del PLC. Por resolución se entenderá la cantidad de valores cuantificados disponibles para representar una señal analógica.

Por ejemplo, si se tiene sólo dos valores cuantificados para representar una señal que varía de 0 a 5 V, se dice que se tiene una resolución de dos. La resolución depende de las características de la entrada.

La cantidad de valores cuantificados es igual a  $2^n$ , con  $n$  el número de bits del registro donde se almacena la variable digital que resulta de la transformación. Generalmente, en los controladores más sofisticados, se asocia un registro de 16 bits a cada una de las entradas analógicas, con lo que se tiene una resolución de 216.

Según el tipo de señal eléctrica que reciban, las entradas también se clasifican en: de corriente y de voltaje. A las entradas está asignado un espacio de memoria del PLC llamado imagen de entradas, el cual contiene la información de todas las entradas en todo momento.

## **b. Salidas**

Internamente son circuitos electrónicos que realizan el acople entre las señales digitales utilizadas por el PLC y las señales analógicas o cuantificadas que utilizan los actuadores. Externamente lucen como una bornera donde se realizan las conexiones entre el PLC y los actuadores.

Las salidas se clasifican, al igual que en el caso de las entradas, en digitales y analógicas. Las salidas digitales se aplican a actuadores como bobinas de contactores, electroválvulas, etc.

Existen salidas digitales: de voltaje y de relé. Las salidas de voltaje asignan una magnitud de voltaje, que depende del fabricante, al estado 1 lógico y de 0 V al estado 0 lógico. Las salidas de relé consisten en un contacto seco que se cierra en el estado 1 y se abre en el estado 0.

En el caso de salidas analógicas, los valores de salida están generalmente entre 0 Vdc a 10 Vdc para las salidas de voltaje y de 4 mA a 10 mA para las de corriente, aunque estos valores varían según el fabricante. Estas señales comandan actuadores como válvulas solenoides, servomotores, etc.

A las salidas se les asigna un espacio de memoria del PLC llamado imagen de salida, el cual contiene la información de todas las salidas en todo momento.

## **c. Unidad central de proceso**

CPU por sus siglas en inglés. Es el elemento principal de procesamiento del PLC. Una vez digitalizadas, las señales de entrada son pasadas al CPU, el cual les aplica el algoritmo de control para generar las salidas. El algoritmo de control está almacenado en la memoria interna del PLC en forma de un programa, el cual es creado y almacenado por el usuario.

Además de ejecutar el programa, el CPU realiza acciones como verificación del sistema, actualización de las imágenes de entrada y salida y la medición del tiempo de ejecución del programa.

#### **d. Memoria del PLC**

Es el lugar físico donde residen el sistema operativo, el programa, los datos de ejecución y las imágenes de entrada y salida. El sistema operativo es un programa que utiliza el PLC para iniciar su operación y realizar las configuraciones propias de su funcionamiento.

La memoria del PLC se clasifica en diferentes clases dependiendo de su modo de acceso y volatilidad.

- **EEPROM:** es una memoria de sólo lectura que puede ser escrita por medios electrónicos.

No necesita de una fuente de poder para mantener sus datos. Por su característica no volátil, se utiliza para guardar datos esenciales, tal como el sistema operativo y el programa.

- **RAM:** es una memoria que se puede sobrescribir, de acceso aleatorio que se utiliza para guardar los datos generados mientras se ejecuta el programa. Es volátil, por lo que los datos almacenados se pierden si se le suspende la alimentación.

#### **e. Fuente De Poder:**

Es el elemento que brinda la alimentación a todos los componentes del PLC. Generalmente los componentes funcionan a bajos voltajes de corriente continua. La fuente realiza la transformación de los voltajes corriente alterna de las líneas de potencia a esos niveles corriente continua.

### 3.4 SECUENCIA DE OPERACIONES EN UN PLC.

1. Al encender el procesador, este efectúa un auto chequeo de encendido e inhabilita las salidas. Entra en modo de operación normal.
2. Lee el estado de las entradas y las almacena en una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de entradas.
3. En base a su programa de control, el PLC modifica una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
4. El procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
5. Vuelve paso 2

A cada ciclo de ejecución de esta lógica se le denomina ciclo de barrido(scan) que generalmente se divide en:

- I/O scan
- ProgramScan

En la actualidad estamos habituados a compartir nuestra vida con unas máquinas llamadas ordenadores.

El autómatas también llamado PLC o dispositivo lógico programable podemos definirlo como un ordenador especializado en la automatización de procesos ya sean estos industriales, domésticos, militares y otros.

Como los ordenadores, el PLC, va a constar de dos partes fundamentales (fig. V-54):

-Hardware: es la parte física o tangible del ordenador y del autómatas.

-Software: es la parte que no es tangible; es el programa o programas que hacen que el ordenador o el autómatas hagan un trabajo determinado.

### **3.4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE UN PLC**

La imagen muestra la arquitectura interna de un PLC, ya teniendo el concepto de todo su esquema externo, ahora profundizaremos las características del interior de un PLC:

#### **Memoria Programable**

En esta parte se encuentra las instrucciones para la secuencia de control lógico.

#### **Memoria De Datos**

En esta parte se ubican las condiciones de los cambios, interbloqueo, valores pasados de datos y otros datos de trabajo.

#### **Procesador Central**

En esta parte se encuentra la lógica que será manipulada por el software de la Unidad de Programación, aquí se encuentra el lenguaje ensamblador del PLC.

#### **Circuito De Entrada**

En esta parte se encuentran los equipos de entradas como:

- Botoneras
- Selectores
- Interruptor de Límite
- Interruptor de Nivel
- Sensores Fotoeléctricos
- Sensores de Proximidad
- Contactores de Arrancador de Motor.

#### **Circuito De Salida**

En esta parte se encuentran los equipos de salidas como:

- Válvulas

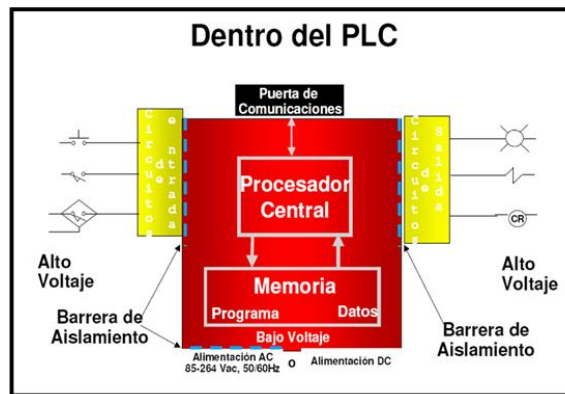


- Arrancador de Motor
- Solenoides
- Alarmas
- Luces
- Ventiladores
- Bocinas

### 3.4.2 Puerto De Comunicaciones

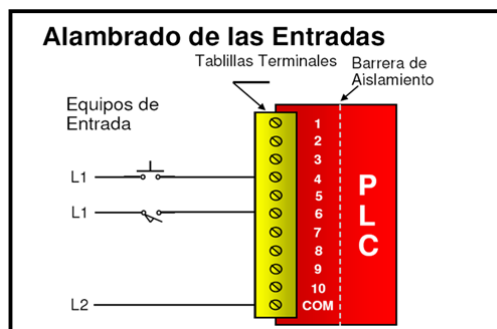
Es la parte que enlaza con la PC, para poder editar, monitorear la secuencia lógica del PLC.

La fig.V-34 muestra el esquema al detalle de todo lo que conforma un PLC internamente:

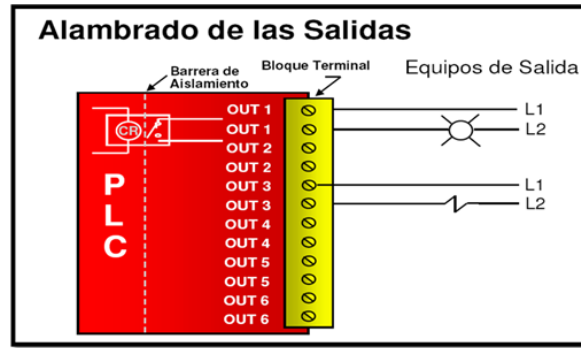


*Figura III-4 Estructura interna del PLC*

La siguiente imagen muestra (fig.IV-55), el esquema al detalle del lado izquierdo que conforma un PLC internamente:



*Figura III-5 Esquema De Entradas Del PLC*



*Figura. III-6 Esquema De Salidas Del PLC*

### HARDWARE PLC

El hardware del autómatas, al ser básicamente un ordenador, podemos dividirlo de la siguiente forma:

- La Fuente de Alimentación, provee a suministrar lo que necesitan los circuitos electrónicos del autómatas para poder funcionar.
- La CPU o Unidad de Control de Proceso, en la que va alojado el microprocesador que es el cerebro del sistema, junto con los dispositivos necesarios para que éste realice su función; las tarjetas de memoria, el reloj, las VIAS (Integrados que ayudan al microprocesador en sus tareas de comunicación con otros dispositivos).
- Las tarjetas de entradas/salidas o tarjetas I/O, en las que otros circuitos integrados se encargan de que el microprocesador sea capaz de comunicarse con otros dispositivos, ya sean estos otros microprocesadores, un teclado, una pantalla, etc.

Debajo del bastidor central, junto en la parte inferior, existen unos ventiladores que tiene por misión refrigerar todos los elementos que componen el PLC, ya que tanto la Fuente de Alimentación como la CPU pueden alcanzar temperaturas peligrosas para la circuitería de uno y otro componente; un fallo en dichos ventiladores provocará una alarma que nos saldrá por pantalla e impresora ("Avería ventiladores PLC").

### 3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN PLC

Las condiciones favorables son las siguientes:

a) Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.

b) Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.

c) Mínimo espacio de ocupación

d) Menor coste de mano de obra de la instalación

e) Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.

f) Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

g) Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

h) Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el autómata útil para otra máquina o sistema de producción.

Las condiciones desfavorables son las siguientes:

a) Hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a unos de los técnicos de tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades y/o institutos superiores ya se encargan de dicho adiestramiento.

b) El costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio

entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidimos por uno u otro sistema conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

### **3.6 CLASIFICACION DEL PLC**

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

#### ***PLC tipo Nano:***

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

#### ***PLC tipo Compactos:***

Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas
- Módulos contadores rápidos
- Módulos de comunicaciones
- Interfaces de operador
- Expansiones de I/O

#### ***PLC tipo Modular:***

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

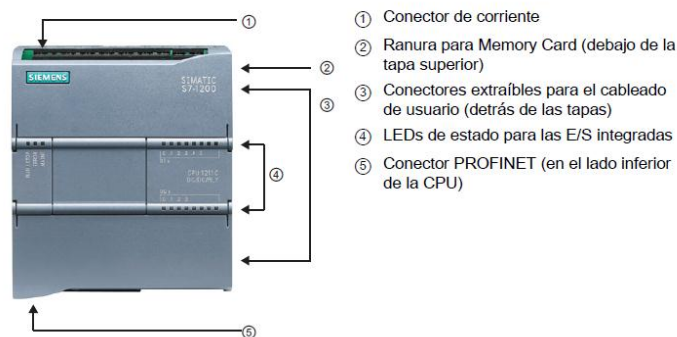
De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O. (12)

### 3.7 PLC SIEMENS S7-1200

#### 3.7.1 Introducción al PLC S7-1200

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

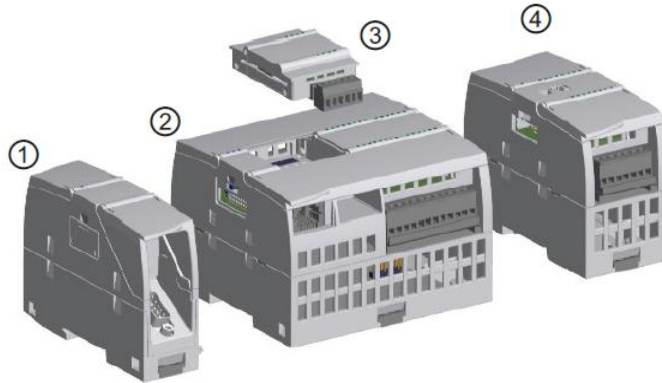
La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.



**Figura III-7 PLC S7-1200**

### 3.7.2 Capacidad de expansión de la CPU

La familia S7-1200 ofrece diversos módulos y placas de conexión para ampliar las capacidades de la CPU con E/S adicionales y otros protocolos de comunicación. Para más información sobre un módulo en particular.



**Figura III-8 Partes de Expansión de un PLC S7-1200**

1. Módulo de comunicación (CM), procesador de comunicaciones (CP) o TS Adapter
2. CPU
3. Signal Board (SB) o placa de comunicación (CB)
4. Módulo de señales (SM)

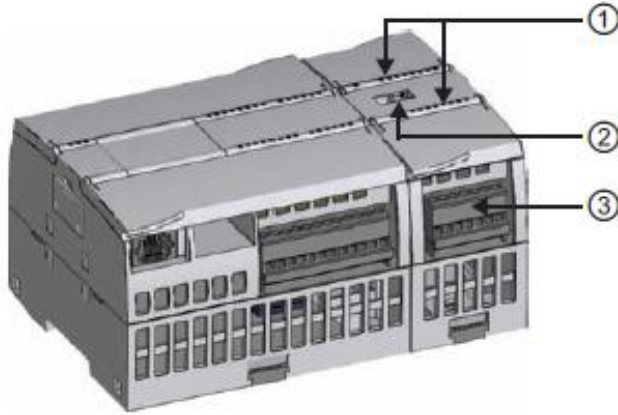
Tabla 1-3 Módulos de señales digitales y Signal Boards

Tipo	Sólo entradas	Sólo salidas	Combinación de entradas y salidas
③ SB digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada: 4 x 24 V DC, 200 kHz</li> <li>• Entrada: 4 x 5 V DC, 200 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida: 4 x 24 V DC, 200 kHz</li> <li>• Salida: 4 x 5 V DC, 200 kHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada: 2 x 24 V DC / Salida: 2 x 24 V DC</li> <li>• Entrada: 2 x 24 V DC / Salida: 2 x 24 V DC, 200 kHz</li> <li>• Entrada: 2 x 5 V DC / Salida: 2 x 5 V DC, 200 kHz</li> </ul>
④ SM digital	• Entrada: 8 x 24 V DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida: 8 x 24 V DC</li> <li>• 8 salidas de relé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada: 8 x 24 V DC / Salida: 8 x 24 V DC</li> <li>• Entrada: 8 x 24 V DC / 8 salidas de relé</li> <li>• 8 x 120/230VAC In / 8 x salidas de relé</li> </ul>
	• Entrada: 16 x 24 V DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida: 16 x 24 V DC</li> <li>• 16 salidas de relé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada: 16 x 24 V DC / Salida: 16 x 24 V DC</li> <li>• Entrada: 16 x 24 V DC / 16 salidas de relé</li> </ul>

**Tabla III-9 Señales Digitales y Signal Boards**

### 3.7.3 Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU



*Figura III-10 Modulo de Señales de un PLC S7-1200*

1. LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
2. Conector de bus
3. Conector extraíble para el cableado de usuario

#### 3.7.3.1 Montaje

Como regla general para la disposición de los dispositivos del sistema, los aparatos que generan altas tensiones e interferencias deben mantenerse siempre alejados de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, tales como el S71200.

Al configurar la disposición del S7-1200 en el panel, se deben tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico. Si se reduce la exposición a entornos de alta temperatura, aumentará la vida útil de cualquier dispositivo electrónico.

También se debe considerar la ruta del cableado de los dispositivos montados en el panel.

Evite tender las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en un mismo canal junto con los cables AC y DC de alta energía y conmutación rápida.

La refrigeración de los dispositivos S71200 se realiza por convección natural. Para la refrigeración correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos. Asimismo, se deben prever como mínimo 25 mm de profundidad entre el frente de los módulos y el interior de la carcasa

### **3.7.3.2 Corriente Necesaria**

La CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra energía eléctrica a la CPU, los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación, así como otros equipos consumidores de 24 V DC.

En los datos técnicos (Página 293) encontrará más información sobre la corriente de 5 V DC que suministra la CPU y la corriente de 5 V DC que requieren los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación. En "Calcular la corriente necesaria" encontrará más información sobre cómo determinar cuánta energía (o corriente) puede proveer la CPU para la configuración.

La CPU provee una alimentación de sensores de 24 V DC que puede suministrar 24 V DC a las entradas y bobinas de relé de los módulos de señales, así como a otros equipos consumidores. Si los requisitos de corriente de 24 V DC exceden la capacidad de la alimentación de sensores, es preciso añadir una fuente de alimentación externa de 24 V DC al sistema. En los datos técnicos se indica la corriente necesaria para la alimentación de sensores de 24 V DC de las distintas CPUs S7-1200.

Si se requiere una fuente de alimentación externa de 24 V DC, vigile que no se conecte en paralelo con la alimentación de sensores de la CPU. Para aumentar la protección contra interferencias, se recomienda conectar los cables neutros (M) de las distintas fuentes de alimentación.

Algunos puertos de entrada de alimentación de 24 V DC del sistema S7-1200 están interconectados, teniendo un circuito lógico común que conecta varios bornes M. Por



ejemplo, los circuitos siguientes están interconectados si no tienen aislamiento galvánico según las hojas de datos técnicos: la fuente de alimentación de 24 V DC de la CPU, la entrada de alimentación de la bobina de relé de un SM, o bien la fuente de alimentación de una entrada analógica sin aislamiento galvánico. Todos los bornes M sin aislamiento galvánico deben conectarse al mismo potencial de referencia externo.

#### **3.7.4 Tareas que realizan en cada ciclo el CPU**

El ciclo ofrece una lógica coherente durante la ejecución del programa de usuario en un ciclo determinado y previene fluctuaciones en las salidas físicas, cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas. En cada ciclo se escriben valores en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano.

En condiciones estándar, todas las E/S digitales y analógicas utilizan un área de memoria interna denominada "memoria imagen de proceso" para actualizar las E/S de forma síncrona con el ciclo. La memoria imagen de proceso contiene una instantánea de las entradas ("memoria I") y salidas ("memoria Q") físicas de la CPU, la Signal Board y los módulos de señales. El ciclo ofrece una lógica coherente durante la ejecución del programa de usuario en un ciclo determinado y previene fluctuaciones en las salidas físicas, cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas. En cada ciclo se escriben valores en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano.

En condiciones estándar, todas las E/S digitales y analógicas utilizan un área de memoria interna denominada "memoria imagen de proceso" para actualizar las E/S de forma síncrona con el ciclo. La memoria imagen de proceso contiene una instantánea de las entradas ("memoria I") y salidas ("memoria Q") físicas de la CPU, la Signal Board y los módulos de señales.

Estado Operativo de Arranque

- A El área de entradas de la memoria imagen de proceso (memoria I) se borra.
- B Las salidas se inicializan con el último valor.
- C Se ejecuta la lógica de arranque (contenida en bloques lógicos especiales).
- D El estado de las entradas físicas se copia en la memoria I.
- E Los eventos de alarma se ponen en cola de espera para ser procesados en el estado operativo RUN.
- F Se habilita la escritura del área de salidas de la memoria imagen de proceso (memoria Q) en las salidas físicas.

#### Estado Operativo de RUN

1. La memoria Q se escribe en las salidas físicas.
2. El estado de las entradas físicas se copia en la memoria I.
3. Se ejecuta la lógica del programa de usuario.
4. Se realiza el autodiagnóstico.
5. Las alarmas y comunicaciones se procesan en cualquier parte del ciclo.

### 3.7.5 Datos Almacenados en bits, bytes y palabras

Un "bit" (o "dígito binario") es la unidad de información más pequeña en un sistema digital.

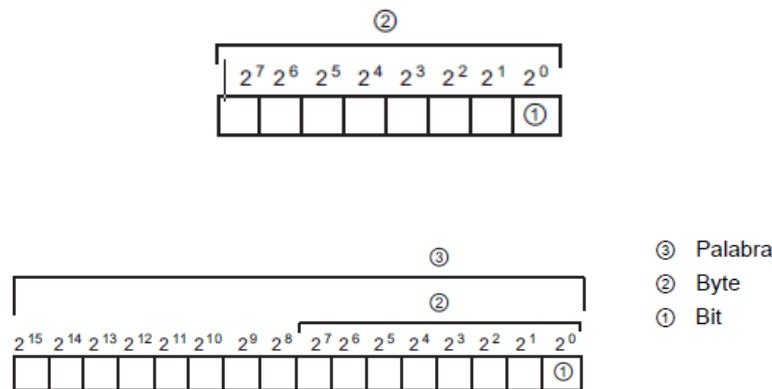
Un bit almacena uno de dos estados posibles, bien sea "0" (falso) ó "1" (verdadero).

Un interruptor de luz es un ejemplo de un sistema "binario" con sólo dos estados. El interruptor de luz determina el estado "encendido" o "apagado" y este "valor" se puede guardar en un bit. El valor digital del interruptor de luz responde a la pregunta: "¿Está encendida la luz?" Si la luz está encendida ("verdadero"), el valor es 1. Si la luz está apagada ("falso"), el valor es 0.

La CPU organiza los bits de datos en grupos. Un grupo de 8 bits ① se denomina byte ②

Cada bit del grupo está definido exactamente por una posición propia con una dirección específica. Todo bit tiene una dirección de byte y direcciones de bit de 0 a 7.

Un grupo de 2 bytes se denomina "palabra". Un grupo de 4 bytes se denomina "palabra doble". El sistema numérico binario (en base 2) se utiliza para contar los números. Una palabra puede representar un número entero comprendido entre -32768 y +32767. El bit con el valor 215 se utiliza para indicar un número negativo (si la posición 215 tiene el valor "1", significa que el número es negativo).



*Figura III-11 Almacenamiento de Datos*

### 3.8 PROFINET

#### Introducción

**PROFINET** es el abierto de Industrial Ethernet estándar de PROFIBUS & PROFINET International (PI) para la automatización. PROFINET utiliza los estándares de TCP / IP y TI, y es, en efecto, Ethernet en tiempo real.

El concepto de PROFINET cuenta con una estructura modular, de modo que los usuarios pueden seleccionar las funciones propias en cascada. Se diferencian esencialmente por el tipo de intercambio de datos para cumplir los requisitos en parte muy altas de velocidad.

En conjunto con PROFINET, los dos puntos de vista PROFINET IO y PROFINET CBA existen. PROFINET CBA es adecuado para la comunicación basada en componentes a través de TCP / IP y la comunicación en tiempo real para los requerimientos de tiempo real

en ingeniería de sistemas modulares. Ambas opciones de comunicación se puede utilizar en paralelo.

PROFINET IO fue desarrollado por el tiempo real (RT) y isócrona en tiempo real (IRT), la comunicación con la periferia descentralizada. Las denominaciones RT e IRT se limitan a describir las propiedades en tiempo real para la comunicación dentro de PROFINET IO.

PROFINET IO y PROFINET CBA se pueden comunicar en el momento mismo en el sistema mismo bus. Se puede funcionar por separado o combinados de manera que un subsistema PROFINET IO aparece como un sistema PROFINET CBA desde una perspectiva de sistema

### **3.8.1 Objetivos de PROFINET**

- Ser un Estándar abierto para la automatización basada en Industrial Ethernet
- Que los componentes de Industrial Ethernet y Standard Ethernet puedan utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de Industrial Ethernet sean más robustos y, por consiguiente, más apropiados para el entorno Industria
- Usar estándares TCP/IP y de tecnología de la información.
- Automatización con Ethernet en tiempo Real
- Integrar de forma directa sistemas con bus de campo

PROFINET especifica las funciones para la realización de una solución total de automatización desde la instalación de la red hasta el diagnóstico basado en la web. Gracias a su estructura modular, PROFINET puede ampliarse fácilmente con funciones futuras.

### **3.8.2 Ventajas de PROFINET**

- Flexibilidad gracias al empleo de Ethernet y de los acreditados estándares IT.
- Ahorro de Ingeniería y puesta en marcha gracias a la modularización.
- Protección de la Inversión para equipos y aplicaciones Profibus.
- Más rápido que los actuales buses especiales en el ámbito de Motion Control
- Amplio abanico de productos de la PROFIBUS International tuvo en cuenta principalmente los siguientes aspectos para la arquitectura de PROFINET:

- Comunicación entre aparatos de campo como p. ej. los aparatos de la periferia y los accionamientos.
- Las arquitecturas PROFIBUS existentes pueden integrarse. De este modo, se protege la inversión para equipos PROFIBUS y aplicaciones.
- Comunicación entre autómatas como componentes de sistemas distribuidos.
- La estructura modular técnica es una garantía de ahorro tanto en la ingeniería como en el mantenimiento.
- Técnica de instalación con conectores y componentes de red estandarizados. Así se aprovecha el potencial innovador de Ethernet y de los estándares de TI disponibles en el mercado.

### **3.8.3 Arquitectura PROFINET**

La PROFIBUS International tuvo en cuenta principalmente los siguientes aspectos para la

Arquitectura de PROFINET:

- Comunicación entre aparatos de campo como p. ej. los aparatos de la periferia y los accionamientos.
- Las arquitecturas PROFIBUS existentes pueden integrarse. De este modo, se protege la inversión para equipos PROFIBUS y aplicaciones.
- Comunicación entre autómatas como componentes de sistemas distribuidos
- La estructura modular técnica es una garantía de ahorro tanto en la ingeniería como en el mantenimiento.
- Técnica de instalación con conectores y componentes de red estandarizados:
- Así se aprovecha el potencial innovador de Ethernet y de los estándares de TI.

### **3.8.4 PROFINET en Siemens**

Sea realizado los aspectos de la arquitectura PROFINET de la manera siguiente:

- La comunicación entre los autómatas y los aparatos de campo se realiza con PROFINET IO.

- La comunicación entre los autómatas como componentes de sistemas distribuidos se realiza mediante PROFINET CBA (Component Based Automation).
- La técnica de instalación y los componentes de red se comercializan con la marca SIMATIC NET.
- Los dispositivos PROFINET de la familia de productos SIMATIC disponen de interfaces PROFINET con y sin switch integrado.

Los dispositivos PROFINET con switch integrado poseen generalmente 2 puertos para configurar la red con arquitectura en línea.

### **Ventajas**

La interfaz PROFINET con 2 o más puertos permite configurar el sistema con una arquitectura en línea sin necesidad de switches externos adicionales.

### **Características**

Todo dispositivo PROFINET puede ser identificado en la red de forma unívoca a través de su interfaz PROFINET. Para ello cada interfaz PROFINET dispone de:

- Una dirección MAC (ajustada de fábrica)
- Una dirección IP
- Un nombre (NameOfStation)

### **Conexiones físicas de redes industriales**

La interconexión de dispositivos PROFINET en plantas industriales se puede realizar básicamente de dos maneras físicas diferentes:

- Por cable
  - Con pulsos eléctricos a través de cables de cobre
  - Con pulsos ópticos a través de cables de fibra óptica
- Sin cable por el aire mediante ondas electromagnéticas

### **3.8.5 Redes por cable**

#### **3.8.5.1 Tecnología**

##### **3.8.5.1.1 Fast Ethernet**

Con Fast Ethernet se transfieren datos a una velocidad de 100 Mbit/s. Esta tecnología utiliza para ello el estándar 100 Base-T

##### **3.8.5.1.2 Industrial Ethernet**

Industrial Ethernet es una técnica que permite transferir datos a prueba de fallos en un entorno industrial.

Gracias a que el estándar PROFINET es un estándar abierto, se pueden utilizar componentes Ethernet estándar. Se recomienda configurar PROFINET como Industrial Ethernet.

##### **3.8.5.1.3 Elementos de la Red**

#### **Componentes de red pasivos**

##### **Cables para PROFINET IO**

Dependiendo de las exigencias que se impongan a la transferencia de datos y al entorno en que se utilicen los cables, se puede elegir entre cables eléctricos y cables ópticos.

#### **Cables**

Para la transferencia de datos, utilice los cables indicados en la tabla siguiente:

Propiedad física	Técnica de conexión	Tipo de cable / medio de transmisión	Velocidad de transferencia / Servicio	Long. máx. segmento	Ventajas
		Estándar			
Eléctrica	Conector RJ 45 ISO/IEC 61754-24	100Base-TX Cable de cobre de par trenzado, simétrico y apantallado exigencia de transmisión según CAT 5 IEC 61158	100 Mbit/s / dúplex	100 m	Conexión de cable simple y económica
Óptica	SCRJ 45 ISO/IEC 61754-24	100Base-FX Cable de fibra óptica POF (Polymer Optical Fiber, POF) 980/1000 $\mu\text{m}$ (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 60793-2	100 Mbit/s / dúplex	50 m	Uso con grandes diferencias de potencial Insensible contra radiación electromagn. Baja amortiguación del cable Mayor seguridad de escucha
		Fibra óptica recubierta de plástico (Polymer Cladded Fiber, PCF) 200/230 $\mu\text{m}$ (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 60793-2	100 Mbit/s / dúplex	100 m	
	BFOC (Bayonet Fiber Optic Connector) ISO/IEC 60874-10	Cable de fibra óptica – fibra monomodal 60/125 $\mu\text{m}$ (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 9314-4	100 Mbit/s / dúplex	26 km	
	Cable de fibra óptica – fibra multimodal 60/125 $\mu\text{m}$ (sección del núcleo/sección externa) ISO/IEC 9314-4	100 Mbit/s / dúplex 50/125 $\mu\text{m}$ (sección del núcleo/sección externa)	3000 m		

**Tabla IV-III** Especificación técnica interfaz PROFINET

Los conectores para cables de fibra óptica deberán ser confeccionados únicamente por personal aleccionado y sólo con herramientas especiales. Si se montan de la forma correcta, dichos conectores ofrecen una amortiguación muy reducida y una elevada reproducibilidad del valor incluso tras varios ciclos de inserción.



### **3.8.6 Velocidad de transferencia**

Para PROFINET se requiere por lo general una velocidad de transferencia mínima de 100 Mbit/s (Fast Ethernet) dúplex.

#### **Componentes de red activos**

##### **Componentes de redes por cable**

Los siguientes componentes de red activos están disponibles en PROFINET IO:

- Switch
- Router

##### **Switch**

Los switches están disponibles en dos variantes constructivas: Como switches externos con carcasa o como componente de una CPU S7 o de una CP S7 como switch integrado, p. ej. en el caso de la CPU S7 41x-3 PN.

Si una estación debe ser conectada con varios interlocutores, dicha estación se conecta al puerto de un switch. A los demás puertos del switch se pueden conectar entonces otras estaciones (también switches). La conexión entre una estación y el switch es una conexión punto a punto.

Así pues, un switch tiene la tarea de regenerar y distribuir las señales recibidas. El switch "aprende" la(s) dirección(es) Ethernet de un dispositivo PROFINET conectado o de otros Switches y simplemente reenvía las señales destinadas al dispositivo PROFINET o switch conectado.

En nuestra familia de dispositivos SCALANCE X se encuentran switches p. ej. con 4 puertos eléctricos y 2 puertos ópticos para el montaje sobre un raíl DIN en un armario eléctrico.

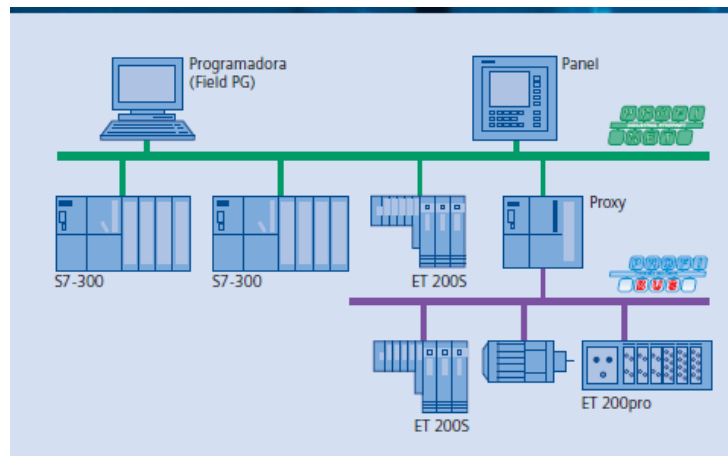
Los switches de la familia de dispositivos SCALANCE X pueden configurarse, diagnosticarse y activarse como dispositivo PROFINET IO con STEP 7.

## Router

Un router funciona de manera similar a un switch. Además, en el caso del router se puede determinar qué estaciones pueden comunicarse a través del router y cuáles no. Las estaciones en los distintos lados de un router solamente pueden comunicarse entre sí, si se ha habilitado expresamente la comunicación entre estas estaciones a través del router. El elevado grado de comunicación en la Ethernet de la oficina podría repercutir negativamente en la comunicación a través de Industrial Ethernet. El router impide que esto ocurra y limita la carga de la red.

Si desea acceder p. ej. Directamente desde SAP a los datos de producción, conecte su industrial Ethernet en la planta de producción con la Ethernet de su oficina a través de un router. Un router limita por consiguiente una subred.

### 3.8.7 Integración de PROFIBUS en PROFINET



*Figura III-12 Integración de PROFIBUS en PROFINET a través de un proxy*

PROFINET permite integrar redes PROFIBUS y otros sistemas de bus de campo ya existentes. De esta forma es posible estructurar cualquier sistema formado por subsistemas basado en Ethernet o en un bus de campo, así como convertirlo en un sistema PROFINET.

El esquema con proxy facilita la integración de sistemas de bus de campo existentes, todo ello con una mayor transparencia.

El proxy representa en Ethernet a uno o varios dispositivos de bus de campo (por ejemplo, en PROFIBUS).

Se encarga de convertir la comunicación entre las redes de forma transparente (sin utilización de protocolos) y, por ejemplo, hace pasar los datos cíclicos a los dispositivos de bus de campo.

Como maestro PROFIBUS, el proxy coordina el intercambio de datos entre los nodos de la red PROFIBUS. Al mismo tiempo es un nodo Ethernet con comunicación PROFINET.

Los proxy pueden funcionar como controladores o como gateways puros.

Además de los proxy con cable para Industrial Ethernet, SIMATIC NET también dispone de estos dispositivos con conexión a redes inalámbricas IWLAN.

Un dispositivo PROFIBUS tiene como mínimo una conexión PROFIBUS con una interfaz eléctrica (RS485) o una interfaz óptica (PolymerOpticalFiber, POF).

Un dispositivo PROFIBUS no puede participar directamente en la comunicación PROFINET, sino que debe integrarse a través de un maestro PROFIBUS con conexión PROFINET o de un Industrial/Ethernet/PROFIBUS-Link (IE/PB-Link) con funcionalidad Proxy

### **3.8.8 Seguridad en PROFINET con PROFI-safe**

Para garantizar una comunicación segura, PROFINET utiliza el perfil PROFI-safe. Éste es el primer estándar de comunicaciones según la norma de seguridad IEC 61508 que permite la comunicación estándar y segura por un único cable de bus. Sus ventajas: una reducción significativa de los trabajos de cableado y una menor variedad de componentes. Al utilizar el perfil PROFI-safe de PROFIBUS también en redes

PROFINET, es posible ampliar las instalaciones con gran facilidad.

## **Estándar abierto**

PROFIsafe es una de las soluciones abiertas para la comunicación segura a través de buses de campo estándar. En el marco de PROFIBUS International, un gran número de Fabricantes de componentes de seguridad y usuarios finales del sector de las tecnologías de seguridad han participado en el desarrollo de este estándar abierto y universal.

Como parte de SIMATIC Safety Integrated, PROFINET con PROFIsafe está certificado según IEC 61508 (hasta SIL 3), EN 954 (hasta la categoría 4), NFPA 79-2002, NFPA 85.

De esta forma se garantiza que cumple los requisitos más exigentes para las industrias de fabricación y de procesos.

## **Protección frente a posibles errores**

Para garantizar unas comunicaciones seguras, PROFIsafe utiliza la comunicación de tiempo real (RT) de PROFINET.

Entre una CPU y un dispositivo de campo de seguridad positiva se intercambian no sólo datos útiles, sino también información de estado y de control. Para ello no es necesario utilizar ningún hardware adicional.

Durante la transmisión de datos existen distintas fuentes de error potenciales: falsificación de direcciones, retardos o pérdida de datos, etc. PROFIsafe se enfrenta a ellas con cuatro tipos de medidas:

- Numeración consecutiva de los datos de PROFIsafe
- Vigilancia de tiempo
- Vigilancia de autenticidad mediante contraseñas

## **CAPITULO IV**

### **4 DESARROLLO DEL MODULO PARA EL CONTROL DE SOLDADURA POR PUNTO.**

#### **4.7 Introducción**

En el presente capítulo se va especificar todo lo referente a nuestro proyecto en el cual conlleva las diferentes etapas del proceso entre las cuales se pueden nombrar la planificación, diseño, desarrollo e implementación de la tesis “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y ESTUDIO DEL CONTROL DE UN PROCESO DE SOLDADURA POR PUNTO, el cual fue realizado paso a paso y detalle tras detalle, lo cual ha permitido que el proyecto se lo realice de forma rápida, sencilla, sin complicaciones y con resultados excelentes.

Cada parte de diseño e implementación mecánica, eléctrica, neumática e informática para lograr cada uno de los objetivos. Donde se encuentra un sistema de soldadura por punto.

## 4.8 Componentes Del Módulo

Para el diseño se utilizó los siguientes materiales listados a continuación:

- Estructura de aluminio perfilado
- Sensores
- PLC SIEMENS S7-1200
- Válvulas 4V120-06
- Relés
- Motor de 24v a 2 amperios para el movimiento en el eje x
- Motor de 24v a 2 amperios para el movimiento en el eje Y
- Compresor
- Botoneras de START,STOP, SELECTOR.
- Borneras
- Mangueras

### Descripción de los dispositivos utilizados para el ensamblaje del Modulo

#### PLC Siemens S7-1200



*Figura IV-1. PLC SIEMENS S7-1200*

## Características generales

El Simatic S7-1200 ofrece a los profesionales de la instalación un amplio abanico de características técnicas entre las cuales cabe destacar las siguientes:

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado
- Entradas analógicas integradas
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLC open
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v11 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.

El nuevo sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con tres modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.

Un **SignalBoard** puede añadirse en la parte frontal de cualquiera de las CPUs de manera que se pueden expandir fácilmente las señales digitales y analógicas sin afectar al tamaño físico del controlador.

A la derecha de la CPU pueden colocarse los módulos de ampliación de E/S digitales y analógicos.

La CPU 1212C está capacitada para aceptar hasta dos módulos y la CPU 1214C hasta un total de ocho módulos de señal.

## Comunicaciones Industriales

Todas las CPUs Simatic S7-1200 pueden equiparse hasta con tres Communication Modules a la izquierda del controlador, lo que permite una comunicación sin discontinuidades, de entre las que destacan:

- **Industrial Ethernet/PROFINET**, La interfaz PROFINET integrada garantiza una comunicación con el sistema de ingeniería STEP 7 Basic integrado y con **PROFINET IO devices**. Esta interfaz permite la programación y la comunicación con los Basic Panels para la visualización, con controladores adicionales y con equipos de otros fabricantes.
- Los **protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP native e ISO-on-TCP** hacen posible la conexión y la comunicación con varios equipos de otros fabricantes.

## Funciones tecnológicas integradas

- Entradas de alta velocidad para contaje y medición
- Salidas de alta velocidad para regulación de velocidad, posición y punto de operación.
- Bloques de función para control de movimiento conforme a PLCopen
- Funcionalidad PID para lazos de regulación



#### 4.9 Válvulas Solenoide 3/2 vías, serie 3V1



*Figura IV-2 Válvula 3V1*

#### 4.4 Válvulas Solenoide 5/2 vías serie 4V200



*Figura. IV-3 Válvula 4V200*

## 4.5 Compresor



*Figura IV-4 Compresor*

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

## 4.6 Manguera



*Figura IV-5 Mangueras de Conexión Neumática*

Alta resistencia al desgarro y a la tracción. Su vida es prácticamente ilimitada, dada sus resistencias al desgaste. Muy buena capacidad de amortiguación. Buena Resistencia a los aceites, grasas, oxígeno y ozono. Baja resistencia al ataque de ácidos y álcalis fuertes.

## 4.7 Sensor inductivo



*Figura IV-6 Sensor inductivo*

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

funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.

#### **4.8 Sensores de proximidad magnéticos**



*Figura IV-7 sensor magnético*

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación. 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.

## 4.9 Relés



*Figura IV-8 relés*

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

## 4.10 Soldadora



*Figura IV-9 soldadura*

La soldadura por puntos es un método de soldadura por resistencia que se basa en presión y temperatura, en el que se calienta una parte de las piezas a soldar por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión y se ejerce una presión entre las mismas. Generalmente se destina a la soldadura de chapas o láminas metálicas, aplicable normalmente entre 0,5mm y 3mm de espesor.

## **Motor**



*Figura IV-10 motor de 24 V*

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

## **2.11 Planificación del Proyecto**

### **4.11.1 Descripción del Sistema**

El proceso consta de una soldadora la cual se mueve en el plano (x,y) con la ayuda de dos motores de 24V la cual posee sensores de proximidad que controlan la distancia para poder

manipular los puntos a ser soldados en el plano (x,y), podemos aumentar o disminuir la intensidad de corriente.

Adicionalmente consta de una electroválvula para sujetar las planchas de aluminio a ser soldadas.

#### **4.11.2 Especificación de Requerimientos**

1. El sistema debe permitir el soldado en diferentes puntos para su mayor seguridad
2. El sistema contará con una botonera desde el cual se podrá controlar el sistema.
3. El sistema contara con monitoreo del proceso.

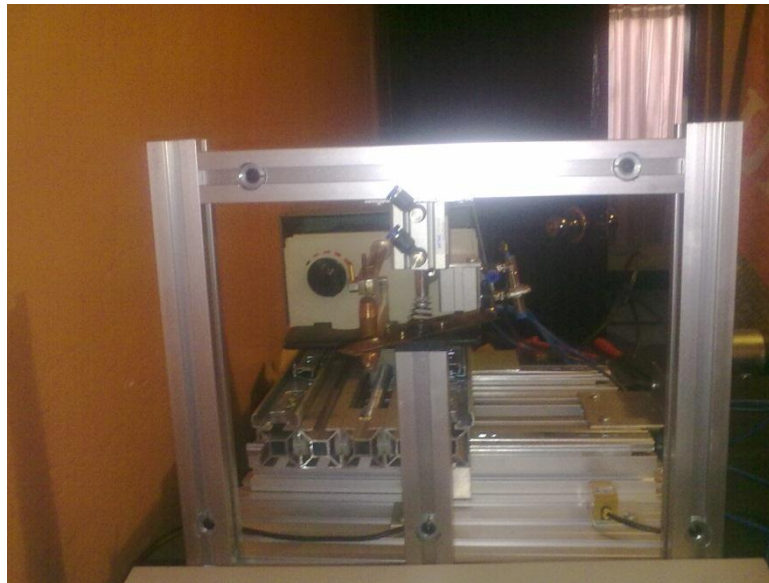
#### **4.12 Diseño**

##### **4.12.1 Diseño Mecánico e hidráulico**

El Modulo del equipo de soldadura está equipada de un armazón de Aluminio perfilado, en las dos siguientes figuras se puede observar cómo se encuentra distribuida la parte mecánica y la neumática respectivamente.



*Figura. IV-11 Vista frontal del sistema de soldadura por punto*



*Figura. IV-12 Vista Superior del Sistema de soldadura por puntos*

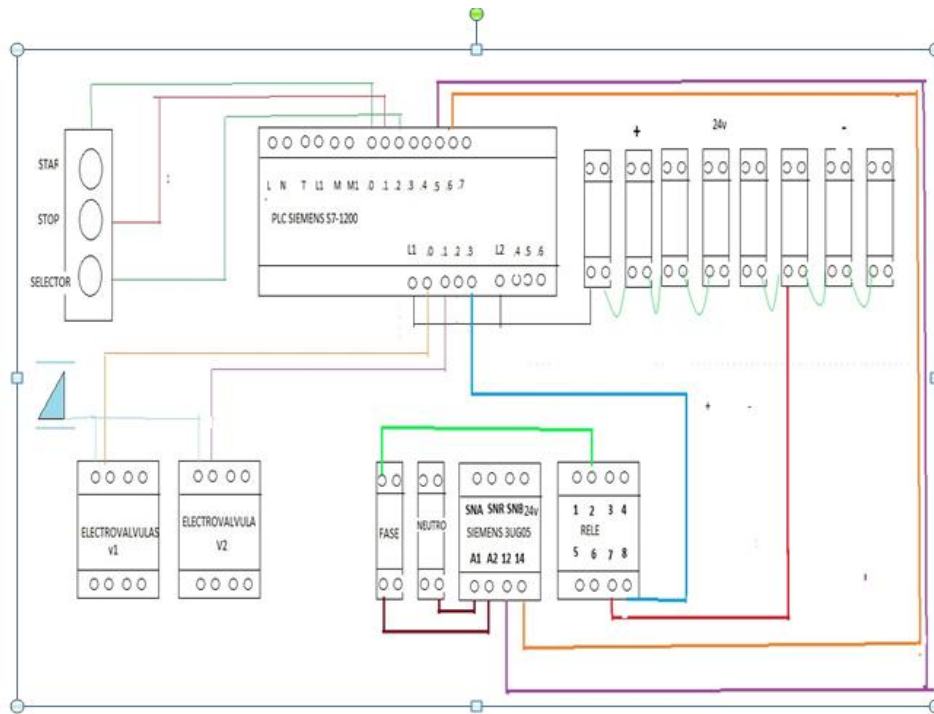


En las vista laterales se puede observar que el sistema de soldadura se va a mover tanto en el eje x o en el eje y dependiendo de los requerimientos.

#### 4.12.2 Diseño Eléctrico

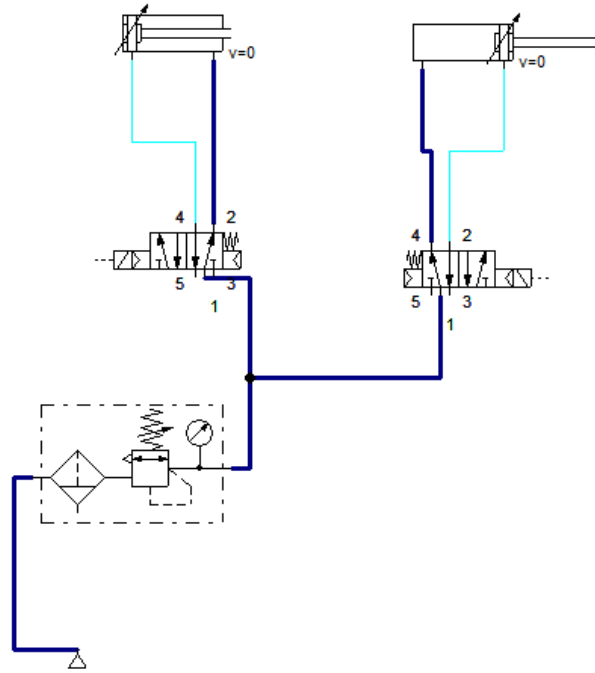
El diseño eléctrico del Sistema se encuentra borneras las cuales se encuentran instaladas junto a su respectivo modulo como son PLC, los cables utilizados para conexión son los adecuados respecto a voltaje y corriente del sistemas.

El diseño está marcado por las entradas y salidas con las que cuenta el PLC S7-1200, el cual tiene 8 Entradas Digitales y 6 Salidas Digitales



*Figura IV-13Diseño Eléctrico*

### 4.12.3 Diseño Neumático



*Figura IV-14 Diseño Neumático*

### 4.12.4 Diseño Informático

Para el Diseño Informático se debe cumplir todos los requerimientos previos para el funcionamiento adecuado del programa Totally Integrated Automtilly donde se desarrolla, donde como se pueden observar en las figuras se Designan las variables que van intervenir en el programa.

	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visible..	Accesi..
1	M1	Tabla de variabl...	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	M2	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	M3	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	M4	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	M5	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	M6	Tabla de variables e..	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	M7	Tabla de variables e..	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	M8	Tabla de variables e..	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	M9	Tabla de variables e..	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	M10	Tabla de variables e..	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	M11	Tabla de variables e..	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	M12	Tabla de variables e..	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	M13	Tabla de variables e..	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	M14	Tabla de variables e..	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	M15	Tabla de variables e..	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	M16	Tabla de variables e..	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	M17	Tabla de variables e..	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	M18	Tabla de variables e..	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	M19	Tabla de variables e..	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	M20	Tabla de variables e..	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	STAR	Tabla de variables e..	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	STOP	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	SELECTOR	Tabla de variables e..	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

*Figura IV-15 Variables Utilizadas en Diseño Informático*

## 4.13 Implementación

### 4.13.1 Procesos de soldadura

En la actualidad muchas de las empresas industriales como la automotriz, aeronáutica, metalúrgica y entre otras utilizan el sistema de soldadura por punto, lo cual es de vital importancia para el desarrollo adecuado de la competitividad industrial.

Es por esto que para tener un proceso de soldadura eficiente se deberá contar con los varios aspectos primordiales los mismos que serán un prerrequisito para iniciar el funcionamiento de nuestro módulo y recalcar que por más automatizado que sea algún proceso, siempre

posee una parte manual, en nuestro caso será en colocar las planchas de aluminio a ser soldadas.

#### **4.13.2 Colocación de las planchas de aluminio**

Antes de empezar a soldar es necesario que las planchas de aluminio estén colocadas en el lugar a ser soldadas, esto se lo realiza de forma manual.

La válvula uno deberá estar cerrada luego que las planchas estén colocadas la válvula se abre para sujetar las planchas de aluminio.

#### **4.13.3 Seleccionar la intensidad**

Al pulsar el botón inicio START de la botonera empieza el proceso, en el cual luego se debe seleccionar la intensidad a la que quiere ser soldada este tiene tres niveles bajo, medio alto, para lo cual este es controlado por un selector

#### **4.13.4 Etapa de soldadura**

El proceso consta de una soldadora la cual se mueve en el plano (x,y) con la ayuda de dos motores de 24 voltios la cual posee sensores de proximidad que controlan la distancia para poder controlar los puntos de soldadura tanto en el plano x, como en el plano y, además podemos aumentar o disminuir la intensidad de corriente para poder controlar 3 niveles de intensidad.

**4.13.5 Módulo de control (Eléctrico, Neumático e Informático).**



*Figura IV-16 Modulo de control eléctrico*



*Figura IV-17 módulo de control informático*

**Para el control eléctrico se utiliza los siguientes elementos:**

- El relé para controlar los motores
- Dos válvulas.
- La entrada de aire del compresor.
- Borneras
- Botonera

**Para el control informático se utiliza los siguientes elementos:**

- El PLC SIEMENS S7-1200 para las Entradas y salidas del sistema.

**Entradas**

- Sensor Magnético SN1
- Sensor Magnético SN2
- Sensor Magnético SN3
- Sensor Magnético SN4
- Sensor Magnético SN5
- Sensor Magnético SN6
- Sensor Magnético SN7
- Paro de emergencia
- Start
- Stop

**Salidas**

- Válvula 1
- Válvula 2

- Motor 1
- Motor 2
- Nivel bajo de intensidad 1
- Nivel medio de intensidad 2
- Nivel alto de intensidad 3
- On y off de la soldadora

### **Estructura de Aluminio**



*Figura. IV-18 Estructura de Aluminio*

Este sistema de soldadura está equipado con un armazón de Aluminio perfilado el mismo que será la base fundamental para la colocación de los elementos neumáticos, eléctricos, cableado, sensores, botoneras y un sin número de otros dispositivos utilizados.



#### 4.13.6 Implementación Mecánica y electrónica

##### Sistema Mecánico



*Figura IV-19 Implementación mecánica*

El sistema consta de un tornillo sin fin que esta sujeta a la caja reductora del motor para el movimiento en el eje x como en el eje Y.



*Figura IV-20 sensor magnético*





*Figura IV-21 sensor de proximidad*



*Figura IV-22 Motor*

## Sistema Eléctrico



*Figura. IV-23. Conexión de Entradas y Salidas al PLC*

### 4.14 Programación del PLC.

Para el correcto funcionamiento de nuestro sistema de soldadura se utilizó el PLC **SIEMENS S7-1200** que específicamente será para la implementación del proyecto de tesis, su programación se hará con el software que trae consigo, que es STEP 7, el cual utiliza Diagramas Ladder como lenguaje de programación.

## **CAPÍTULO V**

### **5 PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### **5.1 Definición del ámbito**

En nuestra investigación hemos observado algunas industrias en el Ecuador que utilizan el sistema de soldadura por punto.

#### **Tipo de industria**

Automovilística, metalmecánica

#### **Productos**

Para el ensamblaje de piezas:

- puertas

- selladores de carrocerías
- selladora en roscas de tubería

Viendo el amplio campo en todas las industrias dedicadas al ensamblaje de piezas, fabricación de carrocerías y en la industria metalmecánica con este módulo tenemos una oportunidad de automatizar este campo que es de gran importancia para la industria.

## **5.2 Pruebas Mecánicas**

Para garantizar la fijación del aluminio, se debe asegurar que la estructura mecánica con seguros de aluminio para que brinde la estabilidad necesaria para que no exista ruptura ni deslizamiento de la estructura de aluminio.

Se realizaron pruebas manuales para comprobar que la estructura elaborada brinde todas las facilidades del caso, para poder realizar y colocar todos los elementos necesarios para el desarrollo del proceso.

## **5.3 Pruebas Eléctricas**

En el sistema de control colocado junto a la estructura se encuentra la acometida de todas las conexiones eléctricas del módulo, tanto para sensores, actuadores, borneras, PLC.

Se realizó una comprobación de conexiones eléctrica y verificación de los voltajes adecuados para cada uno de los equipos utilizados, de modo que no existan cortos circuitos o daños por sobre voltaje o corriente. De este modo evitar que al momento de que exista alimentación eléctrica resulte dañado alguno de los componentes electrónicos dispuestos dentro del tablero o para las personas que se encuentre manipulando el equipo.

## **5.4 Pruebas De Software**

Como se mencionó en capítulos anteriores, el software de control del módulo de soldadura tiene el proceso de programación en el PLC

De la misma forma se realizaron pruebas separadas de cada sección del programa para detectar posibles fallas y verificar los resultados.

Así una de las pruebas de PLC, se realizó por varias veces las repeticiones del proceso donde se observaban cada uno de los errores y controles que se debía realizar.

El proceso de soldadura, se lo realizó varias pruebas de suelda en los puntos x,y dando como resultado un perfecto funcionamiento.

### **5.5 Pruebas de control del PLC**

Para el control del módulo de soldadura por punto se realiza un DIAGRAMA GRAFCET, donde se considera las memorias a utilizar al igual que los que va a causar el cambio de estado y saber qué es lo que se quiere realizar en el proceso.

Posteriormente, procedemos a realizar el diagrama grafcet el cual nos sirve para poder obtener las ecuaciones que podremos plasmar en el software que se utiliza en el plc.

Finalmente realizamos la programación del plc en el software STEP 7, el cual nos va a dar el diagrama de contactos.

Al completar la programación en el PLC SIEMENS s7-1200 podemos dar los tiempos que sean requeridos dentro del programa para que en el podamos modificar y los tiempos de soldadura dependiendo del material a ser soldado.

Al cargar el programa en el PLC, se realizan varias pruebas cual nos va a dar una idea precisa de cuál va a ser la secuencia de la ejecución del proceso en curso, al realizar el esquema de bloques vamos adicionando los controles y corrigiendo errores de posición de la ejecución de cada uno de los pasos hasta que se adapten a nuestras necesidades.

## **5.6 Pruebas Hardware**

Las pruebas hardware se las realizó a medida que se fue instalando y configurando el hardware, con esto se determina que todo va funcionando correctamente, y en caso de existir algún error, se corrige sobre el recorrido, es de vital importancia graduar apropiadamente los sensores, ya que de su correcta graduación depende el buen funcionamiento del sistema.

Otro punto sumamente importante es saber las condiciones de funcionamiento de cada dispositivo y que dichas condiciones se ajusten a las requerimientos planteados.

## **5.7 Planteamiento del ensayo**

Para nuestra prueba utilizaremos 3 materiales distintos a ser soldadas para comprobar la resistividad de los mismos.

Se han tomado como muestra las distintas repeticiones del proceso donde se ha tomado como prueba y el resultado siendo el aluminio el material más apto para obtener una soldadura precisa.

## **5.8 Análisis de Aceptación del módulo**

### **HIPOTESIS**

Una vez construido el módulo servirá de apoyo a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales para fortalecer los conocimientos del estudio de control de procesos industriales.

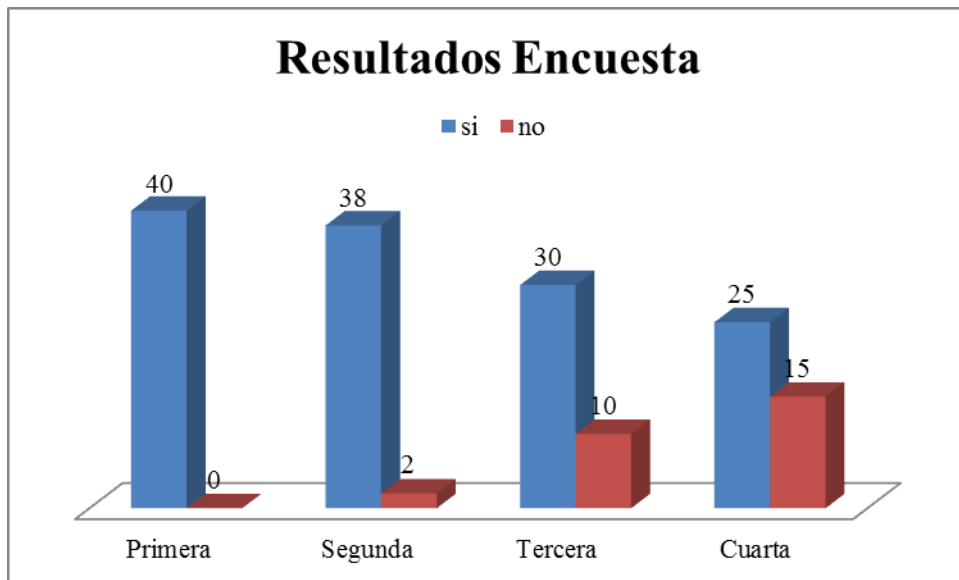
Hay algunas técnicas para realizar el análisis y la comprobación de las hipótesis pero la que vamos a utilizar son: Encuestas a los estudiantes de la ESCUELA D INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.

Para comprobar la hipótesis se hizo una encuesta para verificar la aceptación de los alumnos de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales sobre el “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y ESTUDIO DEL CONTROL DE UN PROCESO DE SOLDADURA POR PUNTO”

para el laboratorio de Control Automático de la Escuela y posteriormente se encuestó a 40 personas entre estudiantes de Séptimo ,Octavo, Noveno y Décimo semestres de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, siendo los más idóneos para dicha comprobación ya que en estos niveles se dictan las distintas cátedras entre las que se puede mencionar: Control Hidráulico Neumático, Control Automático, Automatización Industrial, Mecatrónica Control de Procesos Industriales, Sistemas de Control entre otras obteniendo los siguientes resultados (Anexo 14 Formato de la Encuesta):

### 5.8.1 Tabulación de Datos

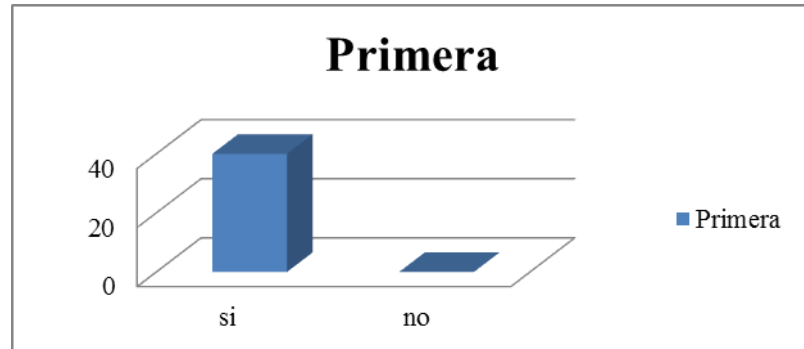
Respuesta conglomeradas de las 4 preguntas de la encuesta



### 5.8.2 Tabulación de Datos de cada Pregunta realizada la encuesta.

#### Preguntas 1

*Cree Ud. que es importante que se implemente un Laboratorio de Control Automático para que los estudiantes estén acorde la teoría con la practica?*



#### Preguntas 2

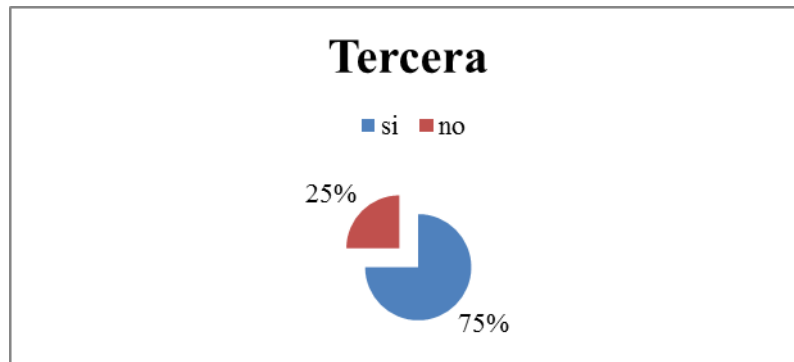
*Cree Ud. que con la Construcción e Implementación del Sistema de Mezclado de Líquidos con la Utilización de un PLC SIEMENS S7-1200 se lograra mejorar la enseñanza- aprendizaje de los estudiantes para los futuros profesionales?*



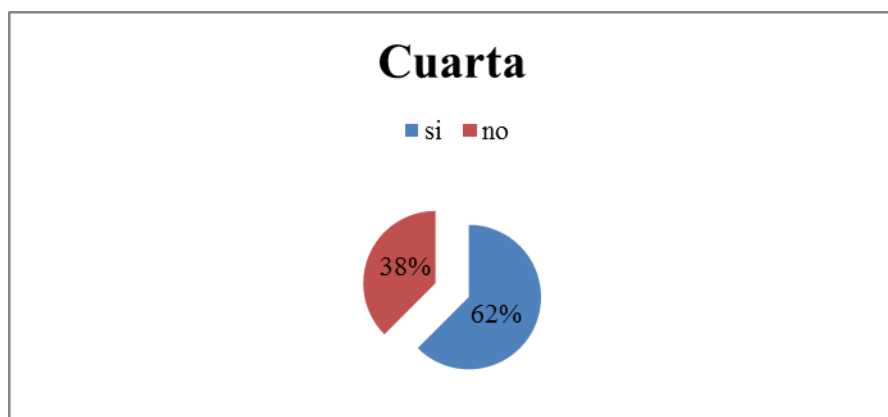


**Preguntas 3**

*Cree Ud. que el Laboratorio de Control Automático aportara de en un alto porcentaje para que los Estudiantes adquirieran nuevos conocimientos para un buen desenvolvimiento en el campo industrial como profesional?*

**Preguntas 4**

*Cree Ud. que el modulo (mezcladora) es sencilla de manejar en la parte de hardware como del software?*



## **Comprobación**

Para la obtención de los datos de los indicadores: Configuración del Hardware, objetos de Memoria, Uso de Memoria, Programas y listas de diagramas utilizamos el software STEP 7, el cual nos da la información más relevantes, encuesta a los estudiantes de los últimos niveles de la Escuela de Electronica en Control y Redes Industriales.

## CONCLUSIONES

- Para una adecuada simulación de proceso de soldadura por punto se debe utilizar dispositivos usados en la industria permitiendo así que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales se familiaricen con escenarios reales.
- El Control y la manipulación del proceso de soldadura es importante en la industria, aumenta la productividad y disminuye los accidentes laborales
- Conocer la integración de distintas Aplicaciones como la Mecánica, electrónica, automatización es indispensable para la industria, puesto que se lo realiza por medio de las máquinas automatizadas, enviando así al hombre asumir el papel de supervisor, esto hace que exista una manipulación directa hombre – máquina cuando la maquina entra en estado error.
- Para el Proceso implementado se realizaron controles que permiten mejorar el rendimiento del proceso implementado.
- Se monto y acoplo en el sistema los elementos sensoriales y de control necesarios para el funcionamiento correcto del modulo.
- Se programó y controló el sistema mediante el PLC Siemens S7 1200, se realizo varios programas de acuerdo a sus posibilidades de control en sus variantes.

## RECOMENDACIONES

- Familiarizarse con el funcionamiento de los dispositivos para alargar su vida útil y así mantener prácticas a los Estudiantes del Laboratorio..
- Antes de comenzar con el módulo del sistema de soldadura se recomienda verificar que la instalación física del sistema eléctrico, neumático y mecánico, se encuentre de acuerdo a las especificaciones especificadas en el documento, para evitar daños en los equipos así como posibles lesiones en las personas que lo operan.
- Se recomienda que antes, durante y después todo el proceso de desarrollo, tanto físico como lógico, se vayan realizando pruebas permanentes, ya que de esta manera se evita la pérdida de tiempo y se asegura el éxito del proyecto, evitando inconsistencias.
- De necesitar realizar modificaciones en el sistema, se recomienda a los profesores, estudiantes y técnicos de laboratorio estudiar el desarrollo del presente proyecto y a los usuarios leer detenidamente el manual de usuario para una correcta utilización del Sistema.
- Tomar en cuenta las condiciones de funcionamiento de modo que se oriente adecuadamente los alcances y límites que tiene el proyecto, pudiendo así modificarlas para mejorar dicho proceso o acoplar procesos complementarios.
- Al trabajar con aluminio perfilado asegurarse que posee todos los acoples y herramientas necesarios para un desempeño fluido y sin demoras.

- Cuando se ponche los terminales a los cables asegurarse de usar la herramienta correcta ya que si lo hacemos improvisándola es seguro que se sujetara mal y a futuro nos traerá muchos problemas
- Al ajustar el cable a la bornera asegurarse que este bien sujeto, los errores mas comunes son que se introdujo demasiado el terminal y el tornillo de la bornera ajusto al aislante provocando que no exista conexión, o en caso contrario no se ajusto bien el tornillo de la bornera y el cable esta suelto, provocando la ausencia de conexión.
- Al conectar los cables en las borneras del PLC, es sumamente importante reconocer bien las salidas y las entradas utilizando el manual correspondiente, podemos conectar mal los cables ocasionando en el peor caso corto circuitos que afectan de muy mala manera a un equipo muy costoso.
- Estar siempre consciente de lo que se hace sin distraerse.
- Para mayor facilidad etiquetar los cables para no hacer un doble trabajo.
- Tomar en cuenta el peso de los elementos, esto puede afectar fuertemente al desempeño del proyecto.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 **ALCIATORE D.**, Sistemas Mecánicos., Introducción a la Mecatronica., 3ra.ed., D.F.Mexico-Mexico., ups., 2010., Pp1043
- 2 **BENJAMIN C. KUO.**, Sistemas de Control Automatico., 7a.d., Medellin-Colombia., Paraninfo., 2010., Pp976
- 3 **BOLTON.W.**, Mecatronica Sistemas de control Electrico en la Ingenieria Mecanica y Electrica., 3a.ed., D.F Mexico-Mexico., Pearson Educacion., 2008., Pp1290
- 4 **CROUSE.**, Motores Puesta a Punto y Rendimiento del Motor., 2a.ed., España-valencia., Alciatore., 2008., Pp 473.
- 5 **GARCIA MORENO EMILIO.**, Automatizacion de Procesos Industriales., 2a.ed., D.F Mexico-Mexico., Alfaomega., 2003., Pp 377
- 6 **GOMEZ FLORES LUIS.B.**, Automatizacion Industriales principios y aplicaciones., 4ta.ed., D.F.mexico-Mexico.,

Mcgraw hill., 2011.,Pp 1450

- 7 **JOHN WILEY.**, Instrumentation And Control Fundamentals., 6a.ed., Medellin-Colombia., ups., 2007., Pp 2065.
- 8 **PENELA SANCHES MANUEL.**, Automatizacion de Maniobras Industriales Mediante Automatas Programables., 2a.ed., California-EEUU., Alfaomega., 2008., Pp 168

## **BIBLIOGRAFIA INTERNET**

### **9 CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES**

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/sistemas-automaticos/sistemas-automaticos.pdf>

2012-04-14

### **10 NEUMATICA**

<http://www.areatecnologia.com/NEUMATICA.htm>

2012-02-12

<http://www.ehu.es/inwmooqb/NEUMATICA/Neumatica%20electromecanica/cap6.%20Electromecanica.pdf>

2012-03-23

### **11 SISTEMAS DE CONTROL**

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/3405>

9-5.pdf

2012-04-23

[http://www.isa.cie.uva.es/~felipe/docencia/ra12itielec/tema1\\_trasp.pdf](http://www.isa.cie.uva.es/~felipe/docencia/ra12itielec/tema1_trasp.pdf)

2012-05-09

## **12 SOLDADURA**

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DESOLDADURAPUNTO%20CONTROLSOLDADURAPUNTO.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DESOLDADURAPUNTO%20CONTROLSOLDADURAPUNTO.pdf)

2012-01-17

[http://www.juntadeandal.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20SOLDADURA%20DE%20CONTROLSOLDADURA.pdf](http://www.juntadeandal.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20SOLDADURA%20DE%20CONTROLSOLDADURA.pdf)



## RESUMEN

El diseño e implementación de un módulo para simulación de control del proceso de soldadura por punto, servirá para equipar el laboratorio de Control de la Escuela de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se utilizó el método experimental para la obtención de los tiempos para soldar los puntos necesarios para obtener un resultado satisfactorio.

El módulo de soldadura tiene longitud estándar, la altura del módulo es de 63mm, un largo de 700 mm, y con un ancho de 350mm. El cuerpo del módulo está construido en perfil de aluminio. El módulo está diseñada para una operación directa con un PLC (controlador lógico programable) utilizando el software STEP 7.

El proceso consta de una soldadora la cual se mueve en el plano (x,y) con la ayuda de dos motores de 24V la cual posee sensores de proximidad que controlan la distancia para poder manipular los puntos a ser soldados en el plano (x,y), podemos aumentar o disminuir la intensidad de corriente.

Adicionalmente consta de una electroválvula para sujetar las planchas de aluminio a ser soldadas.

El módulo puede realizar su proceso las 24 horas del día ininterrumpidamente.

Se logró obtener un prototipo sencillo que permite desarmar, armar y manejar la aplicación software para prácticas estudiantiles, también permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático aplicando sus conocimientos teóricos y desarrollando sus habilidades en el área de automatización industrial.

El Control y la manipulación del proceso de soldadura es importante en la industria, aumenta la productividad y disminuye los accidentes laborales

Dar el uso y manipulación adecuada al sistema mecatronico, para que este a su vez no sufra un deterioro en la estructura.

## SUMMARY

The design and implement of a simulation module for control of spot welding process, will serve to equip the Control Laboratory of the School of Electronic Engineering and Industrial Networking Control of Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

Experimental method was used to obtain the time to weld the necessary points to get a satisfactory result.

The welding module has standard length; the height of the module is 63mm. a length of 700mm and a width of 350mm. The body of the module is built in aluminum. The module is designed for direct operation with a PLC (programmable logic controller) using the STEP 7 software.

The process consists of a welding machine which moves in the plane (x,y) with the help of two engines 24Y which has proximity sensors that control the distance in order to manipulate the points to be welded in the plane (xy), we can increase or decrease the current.

Additionally it consists of a electro valve for holding the aluminum plates to be welded.

The module can be performed the process 24 hours a day continuously.

It was possible to obtain a simple prototype that allows disassembling, assembling and managing the software application for student practice, also allowing students to perform automatic control practices applying their knowledge and developing their skills in the area of industrial automation.

Control and manipulation of the welding process is important in the industry, increase productivity and reduce work accidents.

Give the proper use and handling mechatronic system, so it will not suffer deterioration in the structure.

***ANEXOS***

## Anexo1

### MANGUERA PARA AIRE SERIE NA / PF / PUA

**Airtac**

#### POLIURETANO

Código	Referencia	Ø OD	Color
A60000	PUA0425T	4 mm	Transparente
A60010	PUA0425B	4 mm	Azul
A60020	PUA0640T	6 mm	Transparente
A60030	PUA0640B	6 mm	Azul
A60040	PUA0850T	8 mm	Transparente
A60050	PUA0850B	8 mm	Azul
A60060	PUA1065T	10 mm	Transparente
A60070	PUA1065B	10 mm	Azul
A60080	PUA1280B	12 mm	Azul
A61010	UA2AT	1/4"	Transparente
A61020	UA2AB	1/4"	Azul
A61030	UA3AT	3/8"	Transparente
A61040	UA3AB	3/8"	Azul
A61050	UA4AB	1/2"	Azul

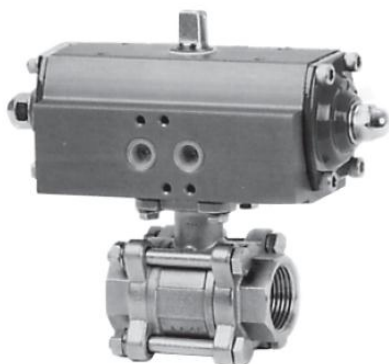
#### NYLON

Código	Referencia	Ø OD	Color
A62000	NA0425T	4 mm	Transparente
A62010	NA0640T	6 mm	Transparente
A62020	NA0860T	8 mm	Transparente
A62030	NA1075T	10 mm	Transparente
A62040	NA1290T	12 mm	Transparente
A63010	NA2AT	1/4"	Transparente
A63015	NA5/16A	5/16"	Transparente
A63020	NA3AT	3/8"	Transparente
A63030	NA4AT	1/2"	Transparente

#### POLIETILENO

Código	Referencia	Ø OD	Color
A64000	PF0425T	4 mm	Transparente
A64010	PF0640T	6 mm	Transparente
A64020	PF0860T	8 mm	Transparente
A64030	PF1075T	10 mm	Transparente
A64040	PF1295T	12 mm	Transparente
A65010	PF2AT	1/4"	Transparente
A65015	PF-5/16A	5/16"	Transparente
A65020	PF3AT	3/8"	Transparente
A65030	PF4AT	1/2"	Transparente

## VALVULAS CON ACTUADOR NEUMATICO SERIE KE

### VALVULA 4 TORNILLOS CON ACTUADOR NEUMATICO ARTICULADO

Estas válvulas actuadas a control remoto, pueden manejar líquidos muy viscosos u otros fluidos que no pueden ser manejados con electroválvulas corrientes, además por su cuerpo en acero inoxidable 316 y sus sellos en Teflón las hace apropiadas para ser usadas con un buen número de químicos corrosivos

#### Especificaciones Técnicas

Fluidos	Aire, Agua, Gas, Aceite
	Alimentos, Acidos, etc.
Tipo de Válvula	Válvula de bola, 4 tornillos
Material de Válvula	Acero Inoxidable 316
Empaques	PTFE
Montaje	ISO 5211
Conexiones	Tipo Namur
Máx. Presión en la Válvula	1000 PSI
Máx. Presión en el actuador	100 PSI

Código	Rosca	Vías	Referencia
A10820	1/2"	2/2	KE8438S6015
A10825	1"	2/2	KE8438S6025
A10830	1 1/2"	2/2	KE8438S6040
A10835	2"	2/2	KE8436S6050



# SILENCIADORES Y CONTROL DE FLUJO

## SERIE SL / MSC



### SILENCIADORES

Se instalan en los escapes de las válvulas para reducir el nivel de ruido y evitar la entrada de polvo



Código	Referencia	Rosca
A 32005	SL-M5	M5
A 32010	SL-01	1/8"
A 32015	SL-02	1/4"
A 32020	SL-03	3/8"
A 32025	SL-04	1/2"
A 32030	SL-06	3/4"
A 32035	SL-08	1"

### CONTROL DE FLUJO CON SILENCIADOR

Se instalan en los escapes de las válvulas para reducir el nivel de ruido, evitar la entrada de polvo y regular la velocidad de un cilindro.



Código	Referencia	Rosca
A 32205	MSC-2	1/8"
A 32210	MSC-4	1/4"
A 32215	MSC-6	3/8"
A 32220	MSC-8	1/2"



## RACORES INSTANTANEOS SERIE EP - MILIMETRICOS



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A 42105	EPB4-M5	M5	4
A 42110	EPB4-01	1/8"	4
A 42115	EPB4-02	1/4"	4
A 42120	EPB6-M5	M5	6
A 42125	EPB6-01	1/8"	6
A 42130	EPB6-02	1/4"	6
A 42135	EPB6-03	3/8"	6
A 42140	EPB8-01	1/8"	8
A 42145	EPB8-02	1/4"	8
A 42150	EPB8-03	3/8"	8
A 42155	EPB10-02	1/4"	10
A 42160	EPB10-03	3/8"	10
A 42165	EPB10-04	1/2"	10
A 42170	EPB12-03	3/8"	12
A 42175	EPB12-04	1/2"	12

Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A 44105	EPX4-M5	M5	4
A 44110	EPX4-01	1/8"	4
A 44115	EPX4-02	1/4"	4
A 44120	EPX6-M5	M5	6
A 44125	EPX6-01	1/8"	6
A 44130	EPX6-02	1/4"	6
A 44135	EPX6-03	3/8"	6
A 44140	EPX8-02	1/4"	8
A 44145	EPX8-03	3/8"	8
A 44150	EPX8-04	1/2"	8
A 44155	EPX10-02	1/4"	10
A 44160	EPX10-03	3/8"	10
A 44165	EPX10-04	1/2"	10
A 44170	EPX12-03	3/8"	12
A 44175	EPX12-04	1/2"	12



Código	Referencia	Manguera OD
A 45305	EPE4	4
A 45310	EPE6	6
A 45315	EPE8	8
A 45320	EPE10	10
A 45325	EPE12	12

Código	Referencia	Manguera OD
A 45405	EPY4	4
A 45410	EPY6	6
A 45415	EPY8	8
A 45420	EPY10	10
A 45425	EPY12	12



## ACOPLES RAPIDOS

SERIE SF / SH



Código	Referencia	Conexión Acople	Conexión Hembra
A 68105	SF-20	1/4"	1/4"
A 68110	SF-30	3/8"	3/8"

Código	Referencia	Conexión Acople	Espigo para manguera
A 68205	SH-20	1/4"	5/16" ID
A 68210	SH-30	3/8"	3/8" ID



Código	Referencia	Conexión Acople	Espigo para manguera
A 68305	PH-20	1/4"	5/16" ID
A 68310	PH-30	3/8"	3/8" ID




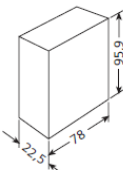
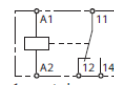
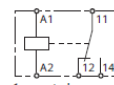
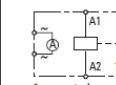
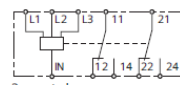
Código	Referencia	Conexión Acople	Conexión Macho
A 68405	PM-20	1/4"	1/4"
A 68410	PM-30	3/8"	3/8"

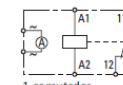
Código	Referencia	Conexión Acople	Conexión Hembra
A 68505	PF-20	1/4"	1/4"
A 68510	PF-30	3/8"	3/8"

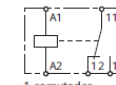
# ANEXO 8

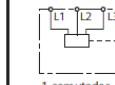


## SIMIREL Relés de supervisão 3UG

	<b>Sistema monofásico (tensão contínua)</b> mínima ou máxima tensão contínua		<b>Sistema monofásico (corrente alternada)</b> sobrecorrente e subcorrente, com ajuste de mínima e máxima e rearme manual ou automático (retardo para partida ajustável de 1,5 a 15 s)		<b>Sistema monofásico/trifásico</b> mínimo e máximo cos φ	
	Tensões de rede Faixa de tensão	1 comutador Operação subtensão	1 comutador Operação sobretensão	Faixa de corrente Tensão de comando 110 VCA 220 VCA	1 comutador Operação 0,1 a 1 A 0,5 a 5 A 1 a 10 A 10 a 100% (via shunt 60 mV)	1 comutador Operação 0,1 a 1 A 0,5 a 5 A 1 a 10 A 10 a 100% (via shunt 60 mV)
Retardo no desligamento instantâneo 2 s 3 s 5 s 15 s 20 s 30 s 60 s	3UG05 32-1AB □ □ 3UG05 32-1AF □ □ 3UG05 32-1AG □ □ 3UG05 32-1AN □ □ 3UG05 32-1AU □ □	3UG05 32-2AB □ □ 3UG05 32-2AF □ □ 3UG05 32-2AG □ □ 3UG05 32-2AN □ □ 3UG05 32-2AU □ □	3UG05 21-1AF □ □ 3UG05 21-2AF □ □ 3UG05 21-3AF □ □ 3UG05 21-4AF □ □	3UG05 21-1AN □ □ 3UG05 21-2AN □ □ 3UG05 21-3AN □ □ 3UG05 21-4AN □ □	3UG05 14-0BF03 3UG05 14-0BN03 3UG05 14-0BQ03 3UG05 14-0BR03 3UG05 14-0BS03	
Dimensões (mm) 	Retardo na ligação de 2 a 20 s (± 20%)		Retardo no desligamento de 0,3 a 3 s (± 20%)		Retardo na ligação de 2 a 20 s (± 20%)  Retardo no desligamento de 0,3 a 3 s (± 20%)	
Fixação - Rápida sobre trilho DIN (35 x 7,5 mm) 						

<b>Sistema monofásico (corrente contínua)</b> Sobrecorrente e subcorrente, com ajuste de mínima e máxima e rearme manual ou automático (retardo para partida ajustável de 1,5 a 15 s)		
Faixa de corrente Tensão de comando 110 VCA 220 VCA	1 comutador Operação 0,1 a 1 A 0,5 a 5 A 1 a 10 A 10 a 100% (via shunt 60 mV)	1 comutador Operação 0,1 a 1 A 0,5 a 5 A 1 a 10 A 10 a 100% (via shunt 60 mV)
Retardo no desligamento instantâneo 5 s 15 s	3UG05 22-1AF □ □ 3UG05 22-2AF □ □ 3UG05 22-3AF □ □ 3UG05 22-4AF □ □	3UG05 22-1AN □ □ 3UG05 22-2AN □ □ 3UG05 22-3AN □ □ 3UG05 22-4AN □ □
Retardo na ligação de 2 a 20 s (± 20%)  Retardo no desligamento de 0,3 a 3 s (± 20%)		
Fixação - Rápida sobre trilho DIN (35 x 7,5 mm) 		

<b>Controlador de nível</b> controle do acionamentos das bombas de poços artesanais, podendo funcionar em líquidos de de diferentes condutvidades			
Tensões de rede Operação reserv. inferior e superior	1 comutador Operação reservatório inferior	1 comutador Operação reservatório superior	1 comutador Operação reservatório superior
110 V 220 V 380 V	3UG05 01-0AF00 3UG05 01-0AN00 3UG05 01-0AQ00	3UG05 02-2AF00 3UG05 02-2AN00 3UG05 02-2AQ00	3UG05 02-1AF00 3UG05 02-1AN00 3UG05 02-1AQ00
Sensor (eletrodo) 3UX0 002-0AA02 (distância máxima de 300 m entre controlador e sensor e resistividade entre sensores regulável de 0 a 100 kΩ)			
			

<b>Controlador de nível e falta de fase</b> Controle do acionamento das bombas de poços artesanais, podendo funcionar em líquidos de diferentes condutvidades		
Tensões de rede Operação reservatório inferior reservatório superior	1 comutador Operação reservatório inferior	1 comutador Operação reservatório superior
110 V 220 V 380 V 440 V	3UG05 03-2AF00 3UG05 03-2AN00 3UG05 03-2AQ00 3UG05 03-2AR00	3UG05 03-1AF00 3UG05 03-1AN00 3UG05 03-1AQ00 3UG05 03-1AR00
Sensor (eletrodo) 3UX0 002-0AA02 (distância máxima de 300 m entre controlador e sensor e resistividade entre sensores regulável de 0 a 100 kΩ)		
		

## ANEXO 8. FORMATO DE LA ENCUESTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL Y**  
**REDES INDUSTRIALES**

**SEMESTRE:**.....

**FECHA:**.....

### **Objetivo**

*Verificar si el “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y ESTUDIO DEL CONTROL DE UN PROCESO DE SOLDADURA POR PUNTO” para la Simulación De Procesos Industriales fortalece los conocimientos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, adquiriendo nuevos conocimientos en las áreas de Control Hidráulico Neumático, Control Automático, Automatización Industrial, Mecatrónica Control de Procesos Industriales, Sistemas de Control ,Sensores.*

### **Instrucciones**

- Por favor lea detenidamente la pregunta y marque con una **X** la respuesta correcta

### **Preguntas**

1. *Cree Ud. que es importante que se implemente un Laboratorio de Control Automático para que los estudiantes estén acorde la teoría con la práctica?*

SI ( )

NO ( )

2. *Cree Ud. que con la Construcción e Implementación del Sistema de Soldadura por Punto, se lograra mejorar la enseñanza- aprendizaje de los estudiantes para los futuros profesionales?*

SI ( )

NO ( )

3. *Cree Ud. que el Laboratorio de Control Automático aportara de en un alto porcentaje para que los Estudiantes adquieran nuevos conocimientos para un buen desenvolvimiento en el campo industrial como profesional?*

SI ( )

NO ( )

4. *Cree Ud. que el modulo (soldadura) es sencilla de manejar en la parte de hardware como del software?*

SI ( )

NO ( )

**Gracias por su Colaboración!!**